

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Сливка Роман Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Технологія виготовлення деталі «Колесо ДВКР 17.01.01.002»»

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Р.П.Сливці

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник: Онисько Олег Романович, д.т.н., професор

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В. Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м.Івано-Франківськ-2025 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«___» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Сливці Роману Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Колесо ДВКР 17.01.01.002»»

Керівник роботи: Онисько Олег Романович, д.т.н., професор

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

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

2. Строк подання студентом роботи 15 червня 2025 р.

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

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

2. Конструкторська частина

3. Розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

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

1. Карта налагодження – 1-2 листи А1

2. Креслення верстатного пристрою 1-2 листи А1

3. Керуюча програма для верстату з ЧПК 2 листи А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Онисько О. Р., професор каф. КМВ		
2	Онисько О. Р., професор каф. КМВ		
3	Онисько О. Р., професор каф. КМВ		

7. Дата видачі завдання 25.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

_____ (підпис)

Сливка Р.П.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Онисько О. Р.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі “Колесо ДВКР 17.01.01.002”».

Розрахунково-пояснювальна записка на 134 сторінках і містить: 48 рисунків, 12 таблиць, 6 посилань на літературні джерела, 46 аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: 5 аркушів формату А1.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь “ Колесо ДВКР 17.01.01.002””

Мета роботи – розробити технологію виготовлення колеса ДВКР 17.01.01.002, що забезпечить його виготовлення з мінімальними затратами, а також відповідно розробленому технологічному маршруту сконструювати спеціальні верстатні пристрої для базування і закріплення деталі на дві механообробні операції, скласти керуючу програму для верстата з ЧПК.

Для досягнення поставленої задачі проведено аналіз конструкції деталі, її призначення, вибрано відповідно типу виробництва оптимальний спосіб отримання заготовки (кування у відкритих штампах) та по рекомендаціях технічної літератури розроблено проектний маршрут механічної обробки. В конструкторській частині для закріплення деталі на свердлильній операції з ЧПК (050) та зуборізальній (055) розроблено спеціальні верстатні пристрої. В 3 розділі для обробки на токарному верстаті з ЧПК розроблено керуючу програму. В додатках наведена уся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі.

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

Студент: Сливка Р.П.

SUMMARY

qualifying bachelor's work: "Manufacturing technology of the part "Wheel ДБКР 17.01.01.002".

The explanatory note is 134 pages long and contains: 48 figures, 12 tables, 6 references to literary sources, 46 sheets of A4 applications.

Graphic part: 5 sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

The subject of research is the part "Wheel ДБКР 17.01.01.002"

The purpose of the work is to develop a technology for the manufacture of the wheel ДБКР 17.01.01.002, which will ensure its manufacture with minimal costs, and, in accordance with the developed technological route, to design special machine tools for basing and fixing the part for two machining operations, to compile a control program for a CNC machine.

To achieve this task, we analyzed the design of the part, its purpose, selected the optimal method of obtaining the workpiece (forging in open dies) according to the type of production, and developed a design route for machining based on the recommendations of technical literature. In the design part, special machine tools have been developed for fixing the part for CNC drilling (050) and gear cutting (055) operations. In Chapter 3, a control program was developed for machining on a CNC lathe. The appendices contain all the necessary technological documentation.

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

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

Student: Slyvka R.P.

Зміст

Вступ

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та конструкції деталі

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

1.3 Вибір типу і форми організації виробництва. Визначення кількості деталей в партії

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

1.4.1 Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

1.4.2 Опис і аналіз базового технологічного процесу

1.5 Розробка операційної технології

1.5.2 Розрахунок режимів різання

1.5.3 Аналіз точності обробки

1.5.4 Розрахунки пов'язані з підготовкою карти наладок та керуючої програми

1.5.5 Нормування технологічного процесу

2 Конструкторська частина

2.1 Опис призначення, будови і роботи свердлильного пристрою

2.1.1 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої

2.1.2 Силовий розрахунок приводу

2.1.3 Розрахунок пристрою на міцність

2.1.4 Розрахунок пристрою на зносостійкість

2.1.5 Розрахунок точності пристрою

2.2 Опис призначення, будови і роботи пристрою для нарізання зубів конічного колеса

2.2.1 Розрахунок сили затиску та визначення параметрів механізму затиску

2.2.2 Розрахунок пристрою на міцність

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Сливка				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Онисько					1	
Реценз.					ст.гр. ПМ-23-1К		
Н. Контр.	Онисько						
Затверд.	Панчук						
Пояснювальна записка							

2.2.3 Розрахунок пристрою на точність

2.3 Опис призначення, будови і роботи контрольного пристрою

3 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

Висновки

Перелік літературних джерел

Додатки

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Метою цієї бакалаврської роботи є вдосконалення технологічного процесу механічної обробки конічного зубчастого колеса диференціальної передачі заднього моста мінітрактора “Прикарпатець”. Вдосконалення технологічного процесу повинно бути направленим на зменшення собівартості виготовлення колеса і зменшення при цьому енерговитрат, матеріаловитрат і витрат праці. Це необхідно для забезпечення конкурентоздатності вітчизняного мінітрактора “Прикарпатець” на внутрішньому і зовнішньому ринку, що необхідно для розвитку машинобудування Прикарпаття.

Досягнення цієї мети в сучасних умовах може будуватись тільки на застосуванні найбільш продуктивних і гнучких технологій, обладнання і оснащення. Це зокрема зумовлює використання металорізальних верстатів з ЧПК, які є продуктивними і мають широкі технологічні можливості в середньосерійному виробництві, а також використання таких методів отримання заготовки, зокрема обробкою тиском, які дають високий коефіцієнт використання матеріалу і мінімальні припуски на обробку.

Для забезпечення реального зменшення собівартості виготовлення колеса в дипломному проекті потрібно обґрунтувати спосіб отримання і конструкцію заготовки, послідовність (маршрут) механічної обробки колеса, структуру, обладнання і оснащення операцій, а також розробити і обґрунтувати спеціальну оснастку для виготовлення колеса.

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічна частина

1.1 Опис призначення та конструкції деталі

Колесо ДВКР 17.01.01.002 є конічним зубчастим колесом, яке входить у диференціальну передачу заднього моста мінітрактора “Прикарпатець” (див. Рис. 1.1).

Робочими поверхнями є поверхні чотирнадцяти зубів конічного вінця, які вступають в зачеплення з ведучим колесом диференціала і передають крутний момент на задню вісь трактора. Тому поверхню зубів піддають гартуванню і нітроцементації до твердості HRC 50...56. Колесо кріпиться точною поверхнею 3 \varnothing 45 k6 в підшипнику. У точному центральному отворі 4 \varnothing 35H7 кріпиться піввісь заднього моста трактора. На точну виточку 13 садиться фланець диференціала, який кріпиться двома болтами через два отвори 15 \varnothing 8,4H12 і передає крутний момент через пальці в чотирьох отворах 16 \varnothing 10,5H12 на піввісь заднього моста. Інші поверхні колеса є вільними і відповідають типовій конструкції конічного зубчастого колеса. Фаски призначені для полегшення збирання вузла передачі диференціала, канавка на поверхні 3 – для виходу шліфувального круга.

Деталь колесо може бути віднесена до типових деталей “конічні зубчасті колеса”. Характеристики поверхонь дано в таблиці 1.3. Виходячи з аналізу службового призначення і точності поверхонь можна сказати, що конструктивно колесо повністю забезпечує свої службові функції у передачі диференціала.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад в %, сталі 40X ДСТУ 7806:2015

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,37...0,43	0,17...0,37	0,50...0,80	0,7...1,3	≤ 0,30	≤ 0,035	≤ 0,035

Таблиця 1.2 – Механічні властивості

Межа міцності	Межа текучості	Відносне видовження	Відносне звуження	Твердість HB	
σ_b , МПа	σ_t , МПа	δ , %	ψ , %	До Т/О	Після Т/О
980	786	10	25	217	495

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ					

Таблиця 1.3 – Характеристики поверхонь деталей

№ поверхні	Геометрична форма, профіль поверхні	Службове призначення поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Точність форми і розміщенн	Шорсткість, мкм
1;7 8;7	Плоскі торці зубчастого вінця	Вільні поверхні	(21), IT14 (9), IT14	- -	Ra 12,5
2;17	Плоскі торці маточини	Вільні поверхні	(34), IT14	-	Ra 12,5
5;10	Конічні внутрішні і зовнішні поверхні	Вільні поверхні для компенсації темп. напружень	$\varnothing 54; \angle 30^0$ $\varnothing 56; \angle 30^0$ (IT14)	- - -	Ra 12,5
6;12	Конічні внутрішні і зовнішні поверхні	Торці зубів конічного вінця	27 (IT14) $\angle 19^0 30'$	- -	Ra 12,5
3	Зовнішня циліндрична і торець	Основна конструкторська база, посадочна поверхня під підшипник	$\varnothing 45k6$ 19(\pm IT14)	$T\uparrow=0,02(A)$ $T\uparrow=0,04(A)$	Ra 0,8 Ra 3,2
4	Внутрішня циліндрична - отвір	Допоміжна конструкторська база: посадочна поверхня півосі	$\varnothing 35H7$	База А	Ra 0,8
13;9	Зовнішня циліндрична і торець	Допоміжна конструкторська база: посадочна поверхня під фланець	$\varnothing 72k6$	$T\uparrow=0,06(A)$	Ra 0,8
11 14	Конічна зовнішня поверхня Евольвентні поверхні зубів	Вершини зубів конічного вінця Робоча поверхня	$\varnothing 169,33_{-0,26}$ $\angle 72^0 14'$ m 3,5 ст. точн. 7	$T\uparrow=0,06(A)$	Ra 3,2 Ra 3,2
15;16	Внутрішня циліндрична отвори	Для розміщення кріпильних болтів і пальців	$\varnothing 8,4H12$ $\varnothing 10,5H12$	-	Ra 12,5

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

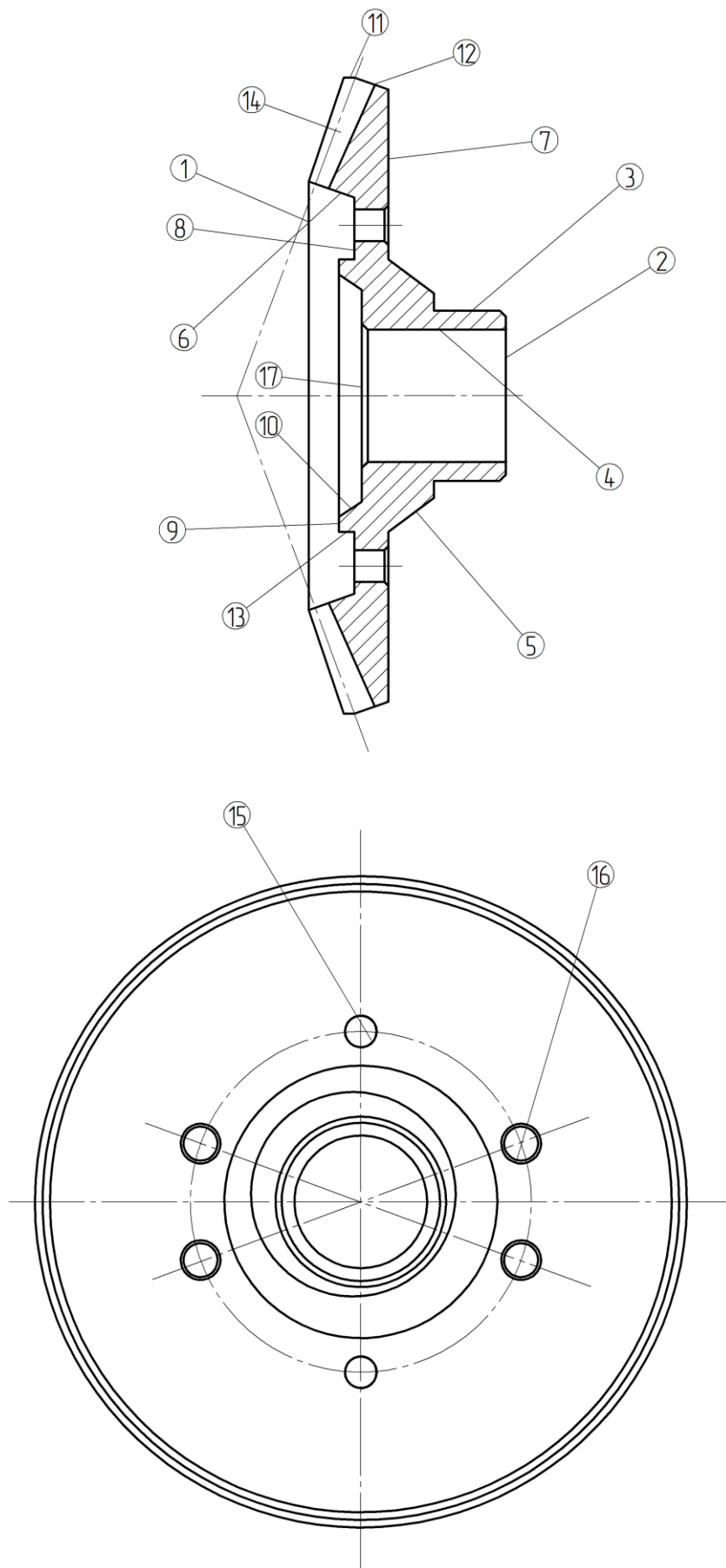


Рисунок 1.1 – Характеристики поверхонь деталі

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Аналіз технологічності деталі можна розглянути по чотирьох основних параметрах – це по параметру „можливість виготовлення заготовки”, по параметру „точність”, по параметру „шорсткість” та по параметру “оброблюваність різанням”.

Аналіз технологічності деталі Колесо по параметру „можливість виготовлення заготовки”. Технологічність конструкції деталі забезпечується вибором такого виду матеріалу і такого методу виготовлення заготовки, при яких досягаються оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталі і її експлуатацію для заданих показників якості, об’єму випуску і умов виконання робіт.

Для деталей із сталі 40X і конфігурацією наближеною до типу дисків, до яких відноситься дана деталь, в умовах середньосерійного типу виробництва найбільш доцільним методом отримання заготовки є гаряче кування або штампування у відкритих штампах. Це дозволяє наблизити форму заготовки до поверхонь готової деталі, що зменшує припуски і трудомісткість механічної обробки. Згідно ДСТУ 7806:2015 сталь 40X відноситься до другої групи матеріалів з масовою долею вуглецю від 0,35% до 0,65% і відповідно задовільно піддається гарячому об’ємному штампуванню. Отже, можна зробити загальний висновок про те, що технологічність деталі Колесо по параметру „можливість виготовлення заготовки” є задовільною.

Технологічність конструкції деталі Колесо по параметру „точність” забезпечується вибором такої точності поверхонь, при якій досягаються оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталі і її експлуатації для заданих показників якості, об’єму випуску і умов виконання робіт.

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оцінимо точність даної деталі по середній точності її поверхонь

T_i	n_i	$T_i n_i$
6	2	12
7	3	21
12	6	72
14	11	154
	$\Sigma n_i=22$	$\Sigma T_i n_i=259$

Середня точність деталі буде рівною:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{259}{22} = 11,8 \quad (1.1)$$

Таким чином середня точність поверхні деталі є невисокою (кв. 11,8), тобто більшість поверхонь можна обробити продуктивними методами на верстатах із звичайною точністю. Найвищу точність мають три поверхні зовнішня циліндрична поверхня 13 $\varnothing 72k6$, 3 $\varnothing 45k6$ і внутрішня поверхня 4 $\varnothing 35H7$.

Забезпечити точність отвору 4 $\varnothing 35H7$ і поверхні 3 $\varnothing 45k6$ не важко так як вони обробляються на токарному верстаті і шліфуванням. Точність поверхні 13 $\varnothing 72k6$ забезпечується точінням.

Так як деталь є тілом обертання то для забезпечення точності діаметральних розмірів за технологічну базу доцільно прийняти її вісь. В осьовому напрямку за технологічну базу доцільно прийняти один з торців деталі. Таку схему базування легко реалізувати якщо в якості базуючих пристроїв використати трьохкулачковий патрон при обробці внутрішніх поверхонь і оправку або центри при обробці зовнішніх поверхонь.

Таким чином базування даної деталі не викликає труднощів, хоча і не дозволяє витримати принцип постійності баз при обробці внутрішніх і зовнішніх поверхонь. Розміри в основному на кресленні проставлені вдало хоча лінійні розміри поставлені від двох протилежних торців, а це може викликати необхідність їх перерахунку.

Для виконання вимог по забезпеченню радіального і торцьового биття обробку необхідно здійснювати при базуванні деталі по поверхні отвору 4 $\varnothing 35H7$.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В загальному можна зробити висновок, що з точки зору можливості забезпечення точності дана деталь є технологічною.

Технологічність конструкції деталі по параметру „шорсткість” забезпечується вибором такої шорсткості при якій досягаються оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталі і її експлуатації для заданих показників якості, об’єму випуску та умов виконання робіт.

Оцінимо шорсткість поверхні даної деталі по середньому класу шорсткості:

$Ш_i$	n_i	$Ш_i n_i$
7 (Ra 0,8)	2	14
5 (Ra 3,2)	4	20
3 (Ra 12,5)	16	48
	$\Sigma n_i=22$	$\Sigma Ш_i n_i=82$

Середня шорсткість поверхні деталі буде рівною:

$$Ш_{cp} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{82}{22} = 3,7 \approx 4 \text{ (Ra 6,3)} \quad (1.2)$$

Таким чином середня шорсткість поверхні **Колеса** є невисокою ($Ш_{cp}=Ra 6,3$). Відповідно більшість поверхонь можна обробити продуктивними методами з невеликими витратами. Так як деталь є тілом обертання, то основним методом її обробки є точіння на верстатах токарної групи. Поверхні з шорсткістю Ra 12,5 отримуються чорновим точінням (розточуванням), точність отворів 15, 16 – свердлінням, з шорсткістю Ra 3,2 чорновим і чистовим точінням (розточуванням), а з шорсткістю Ra 0,8 чорновим і чистовим точінням (розточуванням) і відповідним шліфуванням, зубчастий вінець нарізається на зубофрезерному верстаті двома дисковими фрезами.

Більшість методів обробки є продуктивними за винятком зовнішнього і внутрішнього шліфування та зубонарізання. Деталь має достатню жорсткість, забезпечує вільний доступ інструменту. В загальному можна зробити висновок, що з точки зору можливості забезпечення шорсткості деталь є технологічною.

Аналіз технологічності деталі Колесо по параметру “оброблюваність різанням”. Оброблюваність різанням – це властивість матеріалу деталі піддаватись обробці різальними інструментами. Технологічність конструкції

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталі Колесо по параметру “оброблюваність різанням” забезпечується вибором матеріалу з такою оброблюваністю різанням, при якій досягаються оптимальні витрати ресурсів на виготовлення деталі і її експлуатації для заданих показників якості, об’єму випуску і умов виконання робіт. Згідно кривої оброблюваності основних марок сталі, сталь 40Х має коефіцієнт $K_V = 0,8$. Коефіцієнт K_V виражає відносну швидкість різання, яка відповідає 60 хв. стійкості різців визначену порівнянням з еталонною сталлю (Сталь 45). Сталі з коефіцієнтом $K_V = 0,8$ мають задовільну оброблюваність різанням і дають можливість легко отримати необхідну шорсткість.

Отже, конструкція деталі «Колесо» з точки зору можливості виготовлення різанням має задовільну технологічність.

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Вибір типу і форми організації виробництва

Визначення кількості деталей в партії

Тип виробництва: середньосерійний;

Режим роботи підприємства дві зміни на добу.

Таблиця 1.4 – Трудомісткість операцій обробки деталі

№ оп.	Назва операції			T ₀	φ ₀	T _{шт.,} хв.
	Розрахунок основного часу	i	t ₀ , хв.			
005	Токарно-гвинторізна			12,10	2,14	25,9
1	$53/(0,2*100)*2=5,30$	2	5,30			
2	$16/(0,2*100)*2=1,60$	2	1,60			
3	$22/(0,2*100)*2=2,20$	2	2,20			
4	$15/(0,15*100)*3=3,00$	3	3,00			
010	Токарно-гвинторізна			13,8	2,14	29,5
1	$40/(0,2*100)*3=6,00$	3	6,00			
2	$5,5/(0,09*125)=0,50$	1	0,50			
3	$27/(0,2*100)*2=2,70$	2	2,70			
4	$27/(0,2*100)*3=4,05$	3	4,05			
5	$57/(0,15*160)=2,35$	1	2,35			
6	$52/(0,15*125)=2,80$	1	2,80			
7	$37/(0,175*125)=1,70$	1	1,70			
8	$37/(0,15*125)=2,00$	1	2,00			
015	Горизонтально-протягувальна			0,105		
1	$630/(6*1000)=0,105$	1	0,105			
020	Токарно-гвинторізна			6,52	2,14	14,00
1	$53/(0,15*125)=2,80$	1	2,80			
2	$9,2/(0,15*125)=0,49$	1	0,49			
3	$27/(0,15*125)=1,44$	1	1,44			
4	$22/(0,15*125)=1,20$	1	1,20			
5	$3,6/(0,15*125)=0,19$	1	0,19			
6	$3/(0,15*100)=0,40$	1	0,40			
025	Токарно-гвинторізна			17,12	2,14	36,6
1	$24/(0,13*160)=1,15$	1	1,15			
2	$22/(0,13*160)=1,06$	1	1,06			
3	$17/(0,125*125)*5=5,44$	5	5,44			
4	$6/(0,125*100)*5=2,40$	5	2,40			
5	$16/(0,15*100)*4=4,27$	4	4,27			
6	$14/(0,15*100)*3=2,80$	3	2,80			
030	Токарно-гвинторізна			4,53	2,14	9,7
1	$13/(0,13*160)*2=1,25$	2	1,25			
2	$17,5/(0,13*160)*2=1,68$	2	1,68			
3	$16/(0,15*125)=0,85$	1	0,85			
4	$14/(0,15*125)=0,75$	1	0,75			
035	Токарно-гвинторізна			9,60	2,14	20,5
1	$30/(0,15*100)*4=8,00$	4	8,00			
2	$30/(0,15*125)=1,60$	1	1,60			

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де F_d – дійсний річний фонд робочого часу устаткування, $F_d=4029$ год.

Отже:

$$N = 1.064 \times 10^3 \text{ шт}$$

Приймаємо: $N=1100$ шт.

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_p := N \cdot \frac{a}{F} \quad (1.6)$$

де $a=12$ днів – періодичність запуску виробів;

$F=254$ дні – число робочих днів в році.

Отже,

$$n_p = 51.969 \text{ шт}$$

Розрахункове число змін для обробки партії деталей:

$$C := T_{\text{шт.сп}} \cdot \frac{n_d}{480 \cdot 0.8} \quad (1.7)$$

де 480 – дійсний фонд часу робочого обладнання за зміну, хв.;

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

Отже,

$$C = 2.796 \text{ змін}$$

Приймаємо кількість змін $C_{\text{пр}}=3$ зміни.

Прийнята кількість деталей в партії:

$$n_d := C_{\text{пр}} \cdot 480 \cdot \frac{0.8}{T_{\text{шт.сп}}} \quad n_d = 55.787 \text{ шт} \quad (1.8)$$

Приймаємо $n_d=55$ шт.

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

1.4.1. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Заготовкою в базовому технологічному процесі є поковка, отримана на КГШП у підкладних штампах. При цьому має спрощену форму (немає внутрішніх отворів, торців чи конусів – рисунок 1.2 а), завищений вихідний індекс і завищені припуски на механічну обробку порівняно із передбаченими за ГОСТ 7505-89. Це приводить до зменшення коефіцієнта використання матеріалу, додаткової механічної обробки напусків на внутрішніх поверхнях і великих відходів металу в стружку, що не економічно.

Для збільшення КВМ, зменшення припусків і наближення форми поковки до готової деталі (рисунок 1.2 б), можна запропонувати отримувати заготовку на молотах у відкритому штампі. Використання такого штампі незначно збільшить собівартість заготовки, але значно зменшить її обробку і відходи металу в стружку, що дозволить досягти економічного ефекту.

Розрахунок КВМ

Для базової поковки:

- об'єм і маса за елементами, дм^3 :

$$V_1 := \frac{3.14 \cdot 180^2 \cdot 29}{4 \cdot 10^6} \quad V_1 = 0.738$$

$$V_2 := \frac{3.14 (80^2 + 56^2 + 80 \cdot 56) \cdot 21}{4 \cdot 10^6} \quad V_2 = 0.231$$

$$V_3 := \frac{3.14 \cdot 56^2 \cdot 9}{4 \cdot 10^6} \quad V_3 = 0.022$$

$$V_6 := V_1 + V_2 + V_3 \quad V_6 = 0.991 \quad \text{дм}^3$$

$$G_6 := V_6 \cdot 7.82 \quad G_6 = 7.748 \quad \text{кг}$$

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{\text{ВМ}} := \frac{G_{\text{ТД}}}{G_6} \quad K_{\text{ВМ}} = 0.306 \quad (1.9)$$

Для проектної заготовки

$$V_1 := \frac{3.14 \cdot 173^2 \cdot 25.5}{4 \cdot 10^6} \quad V_1 = 0.599 \quad \text{дм}^3$$

$$V_2 := \frac{3.14 \cdot (73^2 + 51^2 + 73 \cdot 51) \cdot 19}{4 \cdot 10^6} \quad V_2 = 0.174 \quad \text{дм}^3$$

$$V_3 := \frac{3.14 \cdot 51^2 \cdot 12.5}{4 \cdot 10^6} \quad V_3 = 0.026 \quad \text{дм}^3$$

$$V_4 := \frac{3.14 \cdot (113^2 + 107.5^2 + 113 \cdot 107.5) \cdot 8}{4 \cdot 10^6} \quad V_4 = 0.229 \quad \text{дм}^3$$

$$V_5 := \frac{3.14 \cdot (69^2 + 51^2 + 69 \cdot 51) \cdot 10}{4 \cdot 10^6} \quad V_5 = 0.085 \quad \text{дм}^3$$

$$V_6 := \frac{3.14 \cdot 2 \cdot (30^2 + 25^2 + 30 \cdot 25) \cdot 15}{4 \cdot 10^6} \quad V_6 = 0.054 \quad \text{дм}^3$$

$$V_{\text{П}} := V_1 + V_2 + V_3 - V_4 - V_5 - V_6$$

$$V_{\text{П}} = 0.43 \quad \text{дм}^3$$

$$G_{\text{П}} := V_{\text{П}} \cdot 7.82 \quad G_{\text{П}} = 3.366 \quad \text{кг}$$

- Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{ВМ}} := \frac{G_{\text{Д}}}{G_{\text{П}}} \quad K_{\text{ВМ}} = 0.704$$

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відносна економія матеріалу:

$$E_M := \left(K_{\text{ВМ.баз}}^{-1} - K_{\text{ВМ.пр}}^{-1} \right) \cdot K_{\text{ВМ.баз}} \quad E_M = 0.565 \quad \% \quad (1.10)$$

Річна економія матеріалу:

$$E_M := m_D \cdot N \cdot \left(K_{\text{ВМ.баз}}^{-1} - K_{\text{ВМ.пр}}^{-1} \right) \quad E_M = 4.817 \times 10^3 \quad \text{кг} \quad (1.11)$$

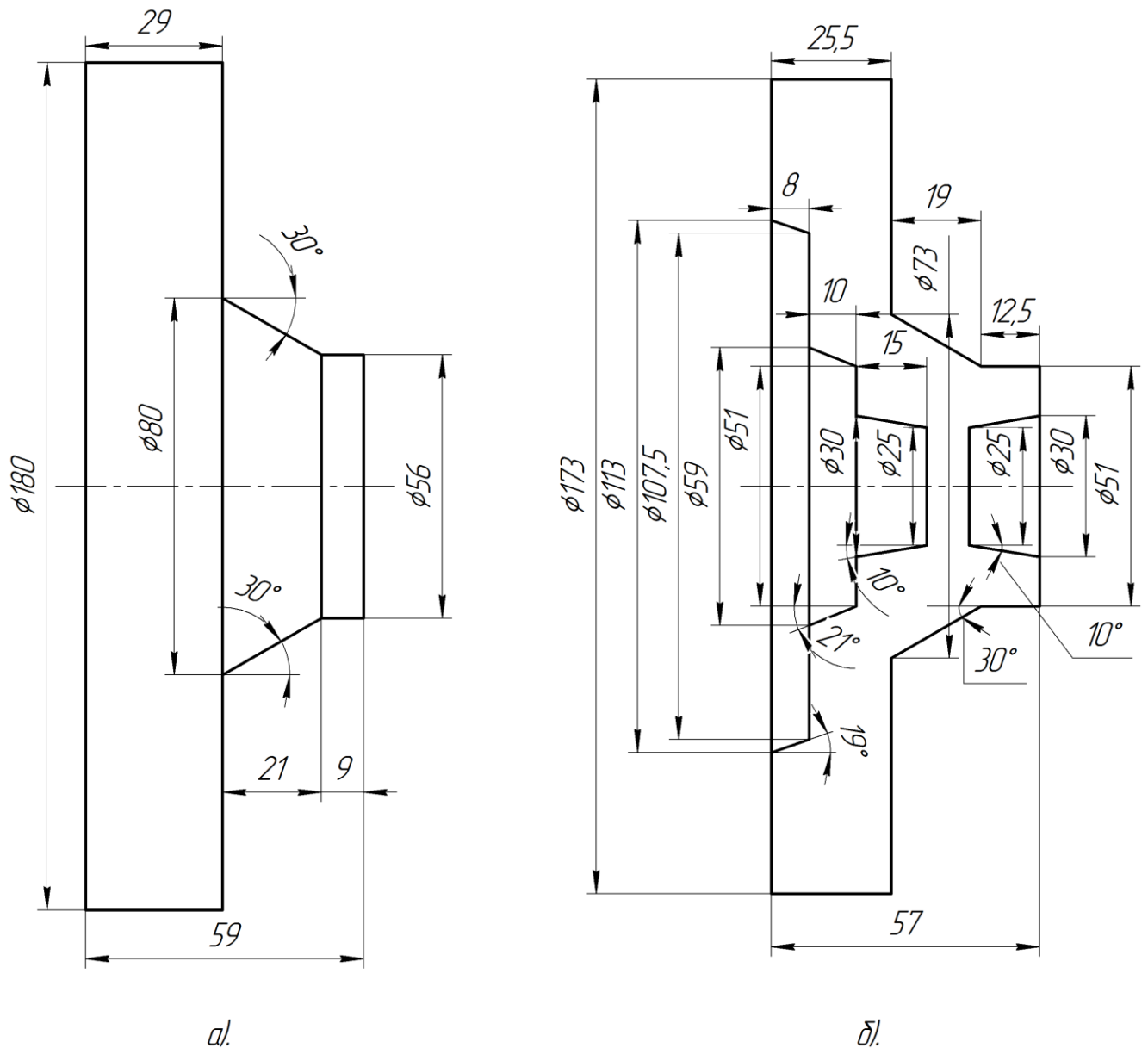


Рисунок 1.2 - Ескізи заготовок для розрахунку об'ємів і мас:

а - базова заготовка;

б - проектна заготовка.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ

Арк.

Таблиця 1.5 – Визначення вихідного індексу поковки

Умови	Визначення (розрахунки)	Характеристика
Матеріал, густина. Спосіб отримання поковки, обладнання	Сталь 40X ДСТУ 7806:2015 $\rho=7,82$ кг/дм ³ . Штампування на молотах у відкритих штампах	Клас точності Т5
Вміст вуглецю Сумарний вміст легуючих елементів	$C = 0,4 \%$ $0,27\%Si+0,65\%Mn+1,0\%Cr+0,3\%Ni=2,22\%$	Група сталі М2
Розрахунковий коефіцієнт Маса поковки Об'єм і маса описаної фігури Відношення мас	$K_p=1,5$ $G_{\Pi} := K_p \cdot G_d \quad G_{\Pi} = 3.555 \quad \text{кг}$ $V_{\Phi} := \frac{3.14 \cdot 168^2 \cdot 52 \cdot 1.05^3 \cdot 10^{-6}}{4} \quad V_{\Phi} = 1.334$ $G_{\Phi} := \rho \cdot V_{\Phi} \quad G_{\Phi} = 10.43$ $\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = 0.341$ $0.341 > 0.32$	Ступінь складності С2
Конфігурація роз'єму штампа	П - плоска	Вихідний індекс 15

Таблиця 1.6 – Припуски, розміри і допуски заготовки, мм

Деталі										
Познач. Розміру	L	h ₇	d ₃	D ₄	K ₅	d ₁₁	K ₆	K ₁₀	t ₉	t ₁₇
Номер пов.	1;2	1;7	3	4	5	11	6	10	9,1 (9,2)	17,1 (17,2)
Розмір, граничні відхил.	(52)	(21)	$45^{+0,01}$ 8	$35^{+0,02}$ 5	54	$168_{-0,25}$	(118)	64	(44) 8	(34) 18
Квалітет	(14)	(14)	6	7	14	11	(14)	14	(14)	(14)
Шорсткість, мкм	12,5	12,5	0,8	0,8	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Продовження таблиці 1.6

Заготовки										
Клас точн.	T5	T5	T5	T5	T5	T5	T5	T5	T5	T5
Допуск T	3,2	2,8	3,2	2,8	3,2	4,0	3,6	3,2	2,8	2,8
Відхилення	+2,1 -1,1	+1,8 -1,0	+2,1 -1,1	+1,0 -1,8	+2,1 -1,1	+2,7 -1,3	+1,2 -2,4	+1,1 -2,1	+1,0 -1,8	+1,0 -1,8
Познач. припуску	Z ₁	Z ₇	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₁₁	Z ₆	Z ₁₀	Z ₉	Z ₁₇
Основний припуск	2,0	1,7	2,5	2,2	1,9	2,2	2,0	1,9	(2,0)	(1,9)
Додатков. Припуск	0,6	0,6	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	(0,5)	(0,4)
Напуск (причини)	Вгнутість		Зміщення двох частин штампа					Вгнутість		
Загальний припуск	5,2	4,6	5,8	5,2	4,6 cos3 0°	5,2	4,8 cos19 0	4,6 cos21 0	2,5	2,3
Розр. розм	57,2	25,6	50,8	29,8	59,3	173,2	112,9	59,1	8,0	18,2
Окр. розм.	57	25,5	51	30	59	173	113	59	8	18

Штампувальні ухили:

- зовнішні 7°;
- внутрішні 10° [11, с. 26, т. 18]

1.4.2. Опис і аналіз базового технологічного процесу

Опис базового технологічного процесу в таблиці 1.7. Заготовка в базовому технологічному процесі є поковка отримана на кривошипному гаряче штампувальному пресі у підкладних штампах. Заготовка має спрощену форму, тому вимагає додаткової механічної обробки на усунення цих напусків. За базовим технологічним процесом токарну обробку проводять на ТГВ 1В62Г з ручним керуванням за вісім операцій. На першій токарній операції 005 проводять чорнову обробку поверхонь колеса з правого боку (2; 3; 5; 7) і отримують оброблені поверхні для установки на наступній операції 010. Установку проводять в самоцентруючому трикулачковому патроні, на оброблену (чорну) поверхню 11 вінця і на оброблену поверхню 3. На операції 010 проводять чорнову обробку поверхні 11, торців 1 і 9, трудомістку чорнову обробку отвору 4 в суцільному матеріалі. Недоліком є підрізання торця 9 прохідним відігнутих різцем з врізанням у суцільний торець заготовки. Для чорнового точіння торця 1 і

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

поверхні 11 за кілька (2,3) проходів необхідно зацентрувати торець 9 і підтиснути деталь заднім центром для збільшення жорсткості системи ВПД.

Для отримання точної поверхні 4, чого не можна на верстаті 1В62Г, на додатковій операції 015 протягують отвір 4 на горизонтально-протяжному верстаті 7А520. Точний отвір 4 потрібен для базування на токарній оправці на подальших операціях 020...045.

На операції 020 проводять чистову обробку поверхонь колеса з правого боку (3; 7; 11). На операції 025 суміщена чистова обробка торців 1 і 9 з чорною обробкою внутрішніх конусів (6; 10) і торців (8; 17) з лівого боку, що недостатньо технологічно. На операції 030 розточують начисто ці внутрішні конуси і торці (6; 10; 8; 17). Окрема операція 035 присвячена чорновому і чистовому точінні конічної поверхні 14, а операція 040 – чорновому точінні поверхні 12 і чистовому точінні поверхонь 11; 12; 13.

За базовим технологічним процесом токарна обробка побудована непродуктивно. На універсальному верстаті 1В62Г керування верстатом і допоміжними ходами проводять вручну, а досягнення розмірів – індивідуально за кілька проходів. Це призводить до великої трудомісткості операцій. Крім того концентрація операцій за кількістю і видом переходів, а в результаті і за трудомісткістю (таблиця 1.4) дуже відрізняються між собою.

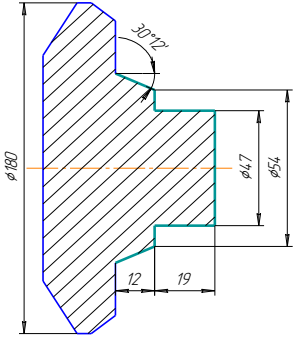
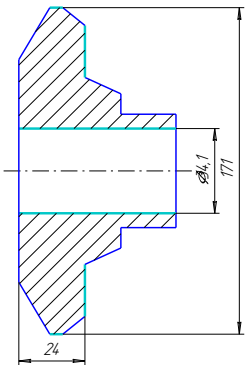
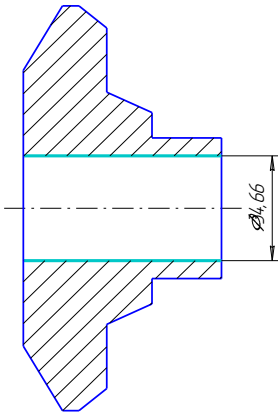
Виготовлення отворів 15 і 16 проводять на операції 050 на вертикально-свердлильному верстаті 2А125 в кондукторі. Недоліком є ручна зміна інструментів в ході операції, ручне утримання пристрою і тому неточне його переміщення для послідовного свердління отворів, необхідність знімати кондукторні втулки або плиту для зенкування фасок.

Зуби конічного вінця нарізаються на спеціальному зубофрезерному верстаті СТ 267064 на операції 055. Після термообробки отвір 4 шліфують попередньо і остаточно на внутрішньошліфувальному верстаті 3А227 на операції 080, а поверхню 3 на круглошліфувальному верстаті з ЧПК 3М152ВМФ2 на оправці в центрах на операції 085. Враховуючи наявне обладнання на заводі і

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середньосерійний тип виробництва операції від 055 до 090 побудовані раціонально.

Таблиця 1.7 – Опис базового технологічного процесу

№ оп.	Назва та зміст операції	Верстат, пристрій, оснастка.	Схема базування
1	2	3	4
005 1 2 3 4	Токарно-гвинторізна Підрізати торець 7; Підрізати торець 2; Точити поверхню 3; Точити конус 5;	ТГВ 1В62Г Токарний патрон, зворотні кулачки	
010 1 2 3 4 5 6 7 8	Токарно-гвинторізна Підрізати торець 9; Зацентрувати торець 9; Підрізати торець 1; Точити поверхню 11; Свердлити отвір 4; Розсвердлити отвір 4; Розточити отвір 4; Розточити отвір 4;	ТГВ 1В62Г Токарний патрон, прямі кулачки, задній центр	
015 1	Горизонтально-протяжна Протягнути отвір 4;	7А520	

Продовження таблиці 1.7

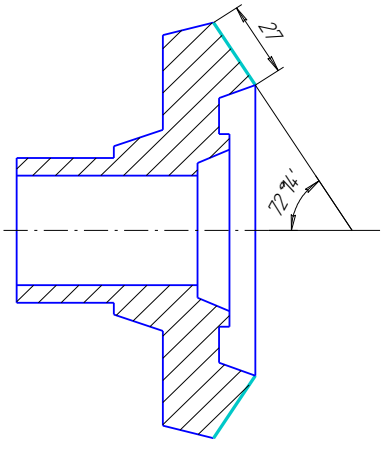
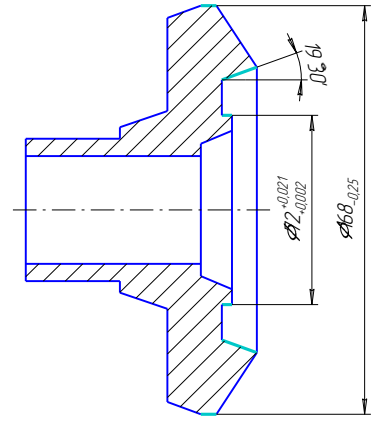
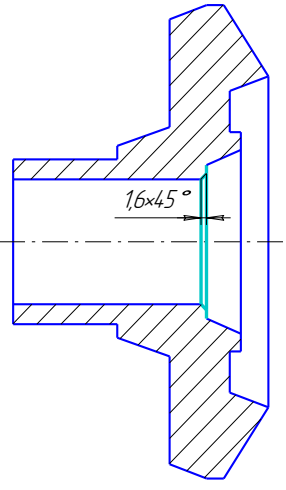
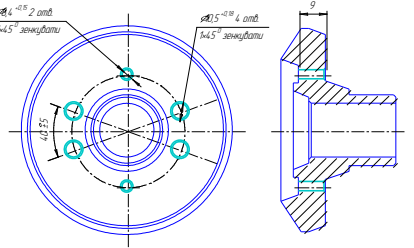
1	2	3	4
020 1 2 3 4 5 6	Токарно-гвинторізна Підрізати торець 7; Підрізати торець 2; Точити поверхню 11; Точити поверхню 3; Точити фаску $1,6 \times 45^0$; Точити канавку 3	ТГВ 1В62Г Патрон, оправка, центр	
025 1 2 3 4 5 6	Токарно-гвинторізна Підрізати торець 1; Підрізати торець 9; Розточити отвір 10 (начорно); Розточити виточки 8 і 13; Розточити конус 6; Розточити конус 10	ТГВ 1В62Г Патрон, зворотні кулачки	
030 1 2 3 4	Токарно-гвинторізна Підрізати торець 17; Підрізати торець 8; Розточити конус 6; Розточити конус 10	ТГВ 1В62Г Патрон, оправка, задній центр	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.7

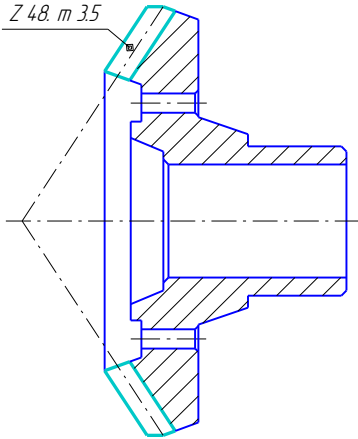
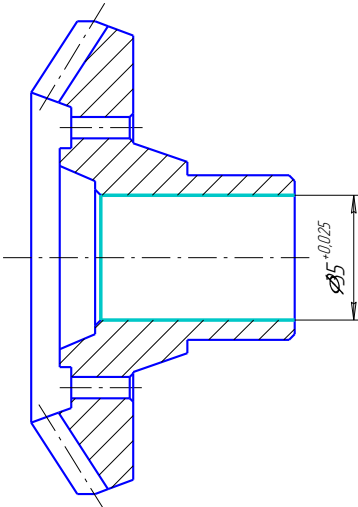
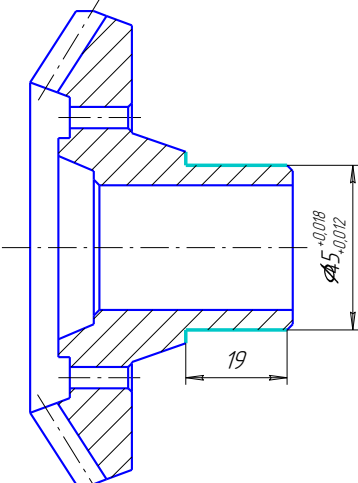
1	2	3	4
035 1 2	Токарно-гвинторізна Точити конус 14 (начорно); Точити конус 14 (начисто)	ТГВ 1В62Г Оправка, задній центр	
040 1 2 3 4	Токарно-гвинторізна Точити конус 12 (начорно); Точити конус 12 (начисто); Точити поверхню 11; Точити поверхню 13 $\varnothing 78k6$	ТГВ 1В62Г Оправка, задній центр	
045 1	Токарно-гвинторізна Розточити фаску $1,6 \times 45^0$	ТГВ 1В62Г Патрон, зворотні кулачки	
050 1 2 3 4	Вертикально-свердлильна Свердлити 2 отвори 15; Зенкувати 2 фаски 1×45^0 ; Свердлити 4 отвори 16; Зенкувати 4 фаски 1×45^0	2А125 Кондуктор	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4
055 1 2	Зубофрезерна Нарізати зуби $Z=48; m=3,5$ Зачистити задирки	СТ 267064	
060	Контрольна		
065	Мийна		
070 1	Термічна Гартувати і цементувати деталь до HRC = 50...56	Піч шахтна Ц-105, оправка.	
075	Очисна		
080 1	Внутрішньошліфувальна Шліфувати отвір 4;	3A227	
085 1	Круглошліфувальна Шліфувати поверхню 3	3M152BMФ2	
090	Контрольна		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ

Арк.

В проектному технологічному процесі для токарної обробки колеса використовуємо токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3 потужністю 10 кВт [3, с. 38-39 т.9]. Верстат 16К20Ф3 має шести позиційну револьверну головку, спеціальні жорсткі адаптери для осьового і розточувального інструменту. На цьому верстаті можна проводити закріплення заготовки в токарному патроні в прямих і обернених кулачках, а також і на оправці з підтисканням заднім центром. Верстати з ЧПК в тому числі 16К20Ф3 мають підвищену жорсткість, що дозволяє отримувати поверхні високої точності (в тому числі за 8 квалітетом), тому, що точність витримування діаметральних розмірів ± 5 мкм. [3 с. 40 т. 9]. Револьверна головка дає можливість встановити необхідну кількість різців, щоб виконати всю можливу обробку деталі з кожного боку, що дозволяє збільшити концентрацію операцій і зменшити їх кількість.

На операції 005 проводять обробку поверхонь колеса з правого боку: торців 7 і 2, конуса 5, поверхні 3, і отвору 4. Торці 7 і 2 не мають високих вимог до точності і шорсткості, тому на цій операції можна їх проточити остаточно. Поверхню 3 і отвір 4 обробляють попередньо (начорно). На цій операції колесо встановлюють чорною необробленою поверхнею в обернені гартовані кулачки.

На операції 010 необхідно виготовити точний отвір 4, який повинен служити базою для чистової обробки точних поверхонь колеса (3; 13; 14), до яких поставлена вимога допустимого радіального биття. Для цього спочатку розточують торець 17 і конус 10. Після цього розточують отвір 4 з точністю за 8 квалітетом, що дозволяє жорсткість верстата 16К20Ф3 і дозволяє уникнути додаткової операції чистового протягування цього отвору. Револьверна головка дозволяє встановити прохідний упорний відігнутий різець для попередньої обробки зовнішніх поверхонь торця 1, конуса 14 і поверхні 11, яка повинна бути базою на наступній операції. Для збільшення жорсткості системи деталь підтискають заднім центром з упором в розточену фаску.

Розточування виточки 8, поверхні 13 і конуса 6 є складним і вимагає спеціальних розточувальних різців. Тому ці поверхні, а також торець 9, виготовляють на операції 020. При цьому високих вимог до цих поверхонь не

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поставлено, тому для надійного закріплення у зворотніх кулачках використано попередньо оброблену поверхню 11 великого діаметру.

На операціях 030 і 040 проводять остаточну токарну обробку колеса з установкою на спеціальну оправку для забезпечення вимог допуску радіального і торцевого биття. Для підвищення жорсткості оправку підтискають заднім центром. На операції 030 проводять попереднє точіння конуса 12 і остаточне точіння поверхні 3, а на операції 040 – остаточне точіння поверхонь 11; 12; 13 і 14.

Таким чином, за рахунок використання токарного верстата з ЧПК 16K20Ф3 всю токарну обробку колеса можна проводити за 5 операцій.

Для виготовлення отворів 15 $\varnothing 8,4^{+0,15}$ і 16 $\varnothing 10,5^{+0,18}$ в середньосерійному виробництві можна використати вертикально-свердлильний верстат з ЧПК 2P135Ф2-1 [2, с.20-21, т.11] потужністю 3,7 кВт. Він дозволяє виставити центри отворів за координатами, що не потребує плити з кондукторними втулками чи розмітки. Але перед свердлінням треба зацентрувати ці отвори коротким жорстким свердлом. Це можна зробити з одночасним утворенням фаски $\angle 45^{\circ}$ на відповідному діаметрі, якщо свердло спеціально заточити під кутом $2\varphi=90^{\circ}$. Тому на цій свердлильній з ЧПК операції 050 колесо встановлюють у відкритому пристрої з базуванням по точному центральному отвору 4.

Враховуючи умови виробництва і наявне на базовому підприємстві обладнання, а також відповідність побудови операцій умовам виробництва, наступні операції від 055 до 090 залишені без змін аналогічно базовому технологічному процесу. На операції 050 нарізають зуби конічного вінця на спеціальному зубофрезерному верстаті СТ 267064 з установкою центральним точним отвором 4 на спеціальну оправку. Після термообробки на операції 070, шліфують попередньо і остаточню отвір 4 на операції 080 на внутрішньошліфувальному верстаті 3A277 з установкою колеса точною поверхнею 3 в цанговий патрон, а на операції 085 на круглошліфувальному з ЧПК верстаті 3M152 ВМФ2 – поверхню 3 з установкою колеса на спеціальну оправку в центрах з повідком.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.8 – Опис проектної технології обробки деталі

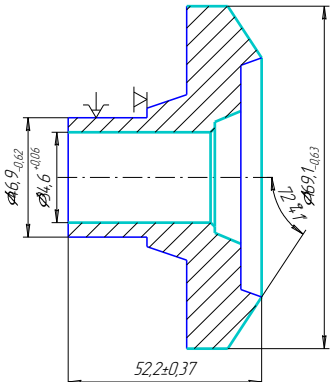
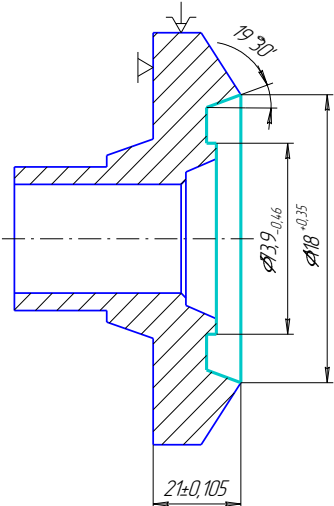
№ оп.	Назва операції		№ пов	Схема базування
	Основні технологічні переходи, інструменти, оснастка			
1	2		3	4
005	Токарна з ЧПК			
1	Точити два торці 7 і 2 послідовно попередньо, витримуючи розміри $31\pm 0,31$ і $24\pm 0,26$. Різець упорний відігнутий Т5К10.		7; 2	
2	Точити поверхню 3 до $\text{Ø}46,9_{-0,62}$ витримуючи розмір $19\pm 0,26$ попередньо. Різець упорний відігнутий Т5К10.		3	
3	Точити конус 5 попередньо витримуючи розміри $\text{Ø}55,1_{-0,46}$ і $\angle 30^{\circ}12$. Різець упорний відігнутий Т5К10.		5	
4	Точити торці 7 і 2 остаточно послідовно витримуючи розміри $31\pm 0,125$ і $23,5\pm 0,105$. Різець упорний відігнутий.		7; 2	
5	Точити конус 5 остаточно, витримуючи розміри $\text{Ø}54_{-0,3}$ і $\angle 30^{\circ}12$. Різець упорний відігнутий Т5К10.		5	
6	Свердлити отвір 4 $\text{Ø}25^{+0,62}$ на прохід. Свердло Т5К10.		4	
7	Розточити отвір 4 до $\text{Ø}29^{+0,33}$ на прохід. Різець розточувальний Т5К10.		4	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4
<p>010 1 2 3 4 5 6 7</p>	<p>Токарна з ЧПК Розточити торець 17 і конус 10 послідовно попередньо витримуючи розміри 34,5±0,31, Ø54,8^{+0,46}, Ø62,8^{+0,46}, ∠21⁰48. Різець розточувальний упорний Т5К10. Розточити торець 17 і конус 10 послідовно остаточно витримуючи розміри 34±0,125, Ø56^{+0,25}, Ø64^{+0,3}, ∠21⁰48. Різець розточувальний упорний Т5К10. Розточити отвір 4 до Ø33^{+0,25} попередньо і фаску 2,6 x 45⁰ остаточно послідовно. Різець розточувальний упорний. Розточити отвір 4 до Ø34,2^{+0,1} (начисто) і до Ø34,6^{+0,06} (тонко). Різець розточувальний упорний Т15К6. Точити торець 1 попередньо витримуючи розмір 52,5±0,37. Різець відігнутий упорний Т5К10. Точити поверхню 11 до Ø169,1_{0,63} попередньо. Різець відігнутий упорний Т5К10. Точити конус 14 попередньо витримуючи розміри 44,4±0,31 на Ø168, 52,53±0,37 на Ø118 і ∠72⁰41. Різець відігнутий упорний Т5К10.</p>	<p>17; 10 17; 10 4 4 1 11 14</p>	
<p>020 1 2 3 4 5</p>	<p>Токарна з ЧПК Підрізати торець 1 остаточно витримуючи розмір 21±0,105. Різець відігнутий упорний Т5К10. Підрізати торець 9 попередньо витримуючи розмір 75±0,18. Різець розточувальний упорний Т5К10. Розточити виточку 8 і 13 попередньо, витримуючи розміри Ø73,9_{-0,46}, 11,5±0,215 і Ø108,3^{+0,54}. Різець розточувальний упорний Т5К10. Розточити конус 6 попередньо, витримуючи розміри Ø116,8^{+0,54}, Ø108,3^{+0,54} і ∠19⁰30. Різець розточувальний упорний Т5К10. Підрізати два торці 9 і 8 витримуючи розміри 8±0,075 і 12±0,09, розточити конус 6 витримуючи розміри Ø118^{+0,35}, Ø109,5^{+0,25} і ∠19⁰30 послідовно, остаточно. Різець розточувальний упорний Т15К6.</p>	<p>1 9 8; 13 6 9; 8; 6</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.8

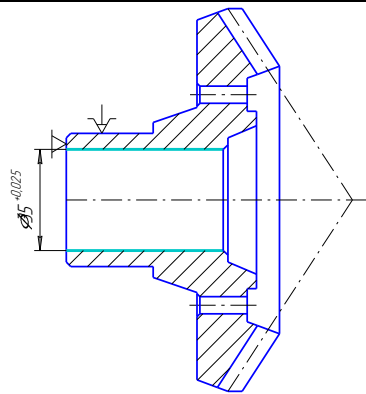
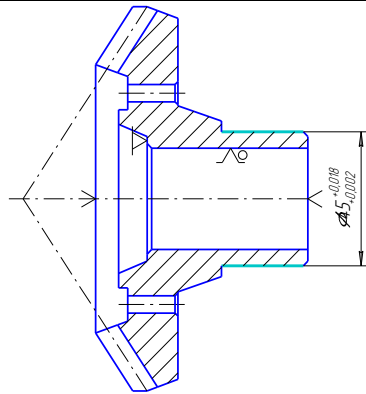
1	2	3	4
030 1 2 3	Токарна з ЧПК Точити конус 12 попередньо, витримуючи розміри $8,81 \pm 0,18$, $\angle 19^{\circ}30'$, $\varnothing 162,9_{-0,63}$. Різець прохідний прямий T5K10. Точити канавку 3 шириною $3^{+0,3}$ до $\varnothing 44,5_{-0,25}$ остаточно, витримуючи розміри R і $\angle 45^{\circ}$. Різець канавковий T5K10. Точити поверхню 3 $\varnothing 45,8_{-0,16}$, торець 3 витримуючи розмір $19 \pm 0,105$, фаску $2 \times 45^{\circ}$ послідовно остаточно. Різець прохідний упорний T15K6.	12 3 3	
040 1 2 3	Токарна з ЧПК Точити поверхню 11 $\varnothing 168_{-0,25}$ і конус 12 послідовно остаточно, витримуючи розміри $9 \pm 0,075$, $\angle 19^{\circ}30'$, $\varnothing 161,8_{-0,25}$. Різець прохідний прямий T15K6. Точити конус 14 довжиною $27 \pm 0,26$ остаточно, витримуючи розміри $43,87 \pm 0,125$, $\angle 72^{\circ}14'$. Різець підрізний відігнутий T15K6. Точити поверхню 13 до $\varnothing 72,8_{-0,19}$ попередньо, до $\varnothing 72,16_{-0,046}$ начисто і $\varnothing 72^{+0,021}$ тонко послідовно. Різець спеціальний T15K6.	11;12 14 13	
050 1 2 3	Свердлильна з ЧПК Центрувати 4 отвори 16 до $\varnothing 12,5^{+0,43}$ і 2 отвори 15 до $\varnothing 10,4^{+0,43}$ з утворенням фасок $\angle 45^{\circ}$ послідовно за координатами згідно із кресленням. Свердло спец. $\varphi=90^{\circ}$. Свердли 4 отвори 16 $\varnothing 10,5^{+0,18}$ на прохід. Свердло $\varnothing 10,5$. Свердли 2 отвори 15 $\varnothing 8,4^{+0,15}$ на прохід. Свердло $\varnothing 8,4$	15;16 16 15	
055 1	Зубофрезерна Нарізати зуби $Z=48$, $m=3,5$. Дві дискові профільні фрези.		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4
060	Контрольна		
065	Мийна		
070	Термічна		
075	Очисна		
080 1	Внутрішньошліфувальна Шліфувати отвір 4 $\varnothing 34,92^{+0,04}$ попередньо і до $\varnothing 35^{+0,025}$ остаточно. Шліфувальний круг.	4	
085 1	Круглошліфувальна Шліфувати поверхню 3 до $\varnothing 45,16_{-0,04}$ попередньо і до $\varnothing 45^{+0,018}$ остаточно. Шліфувальний круг	3	
090	Контрольна	Стіл ВТК	-

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Розробка операційної технології

1.5.1. Розрахунок припусків на механічну обробку

і визначення технологічних розмірів

Розрахунок припусків на обробку зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 45_{+0.002}^{+0.018}$ (поверхня 3).

Мінімальний припуск при обробці зовнішніх та внутрішніх поверхонь визначаємо по формулі:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (1.12)$$

де R_{zi-1} - висота мікронерівностей на попередньому переході;

ρ_{i-1} - сумарне значення просторових відхилень взаємозв'язаних поверхонь;

T_{i-1} - висота дефектного шару на попередньому переході;

ε_{yi} - похибка установки при виконанні обробки.

Для штамповки просторові відхилення становлять

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} \quad [5] \text{ стр. 68.} \quad (1.13)$$

де $\rho_{заг}$ – сумарне значення просторових відхилень заготовки;

$\rho_{зм}$ – зміщення в площині штампу відсутнє, так як заготовку отримують в одній площині штампу. Зміщення оброблюваної поверхні виникає за рахунок гідропластової опорної поверхні;

$\rho_{кор}$ – характеризується вигнутістю стержневої частини відносно осі деталі.

При обробці отворів, попередньо намічених чи пробитих враховується:

$\rho_{зм}$ – відхилення від концентричності пробитого чи наміченого отвору від наміченого центра координат поковки.

Значення і визначення просторових відхилень приймаємо за ГОСТ 7505-89.

Обробка поверхні 3 виконується на трьох операціях за 4 переходи:

Технологічний маршрут обробки

3. Точіння чорнове.

Базові поверхні: необроблені – зовнішня циліндрична поверхня і торець більшого діаметру.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Точіння чистове. Базові поверхні – оброблені начисто – отвір, оброблений при базуванні на оброблену поверхню 3 та торець 9, на циліндричній оправці.

3. Шліфування попереднє і чистове на самоцентруючій розтискній оправці (з гідропластом) отвором 7- квалітету, в центрах.

$$\rho_{зм} = T_{пл} \cdot \frac{L_{заг}}{D_{заг}}, \text{ мм}; \quad (1.14)$$

де $T_{пл} = 1,2 \text{ мм}$ (табл.13 с. 23)

Розміри заготовки: $L_{заг} = 57 \text{ мм.}$, $D_{заг} = 173 \text{ мм.}$

$$\rho_{зм} = 1,2 \cdot \frac{57}{173} = 0,395 \text{ мм.}$$

$\rho_{кор} = 0,8 \text{ мм.} = 800 \text{ мкм.}$ (табл.13 с.23).

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} = \sqrt{395^2 + 800^2} \approx 892 \text{ мкм.}$$

Остаточні значення ρ_i на послідуючих операціях визначається

$$\rho_i = \rho_{заг} \cdot K_{yi} \quad (1.15)$$

де K_i – коефіцієнт уточнення.

За таблицею 29 [1] стр. 190:

Після точіння чорного	$K_{y1} = 0,06$
напівчистового	$K_{y2} = 0,05$
чистового	$K_{y3} = 0,04$
Шліфування попереднього	$K_{y4} = 0,03$
чистового	$K_{y5} = 0,02.$

$$\rho_1 = 0.06 \cdot 892 = 54 \text{ мкм.}$$

$$\rho_2 = 0.04 \cdot 892 = 36 \text{ мкм.}$$

$$\rho_3 = 0.03 \cdot 892 = 27 \text{ мкм.}$$

$$\rho_4 = 0.02 \cdot 892 = 18 \text{ мкм.}$$

Сумарне значення R_z і T вибираємо по [1] стр.169.

Для заготовки $R_z = 160 \text{ мкм}$ і $T = 200 \text{ мкм.}$

Після точіння чорного $R_z = 100 \text{ мкм}$ і $T = 100 \text{ мкм.}$

Після точіння чистового $R_z = 25 \text{ мкм}$ і $T = 25 \text{ мкм.}$

Після шліфування попереднього $R_z = 10 \text{ мкм}$ і $T = 20.$

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після шліфування чистового

$$R_z = 5 \text{ мкм і } T = 15.$$

Похибка установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_z^2}; \quad (1.16)$$

Для чорнового точіння, кріплення в 3-кулачковому патроні за чорнову базу $\varnothing 173$ мм.

Похибка базування $\varepsilon_\delta = 0$;

Похибка закріплення $\varepsilon_z = 600$ мкм [5], табл. 4.10, с.75.

Для чистового точіння при установці на оправку:

$\varepsilon_{y2} = S_{\max}$, де S_{\max} – зазор між деталлю та оправкою. [1], табл. 12, с.41.

При затиску отвору по Н9, а оправки по f9, $S_{\max} = 0,062 + 0,087 = 0,149$ мм.

При шліфуванні на оправці зазор посадки $\varnothing 35 \frac{H7(+0,025)}{g6(-0,009/-0,025)}$ -

$S_{\max} = 0,025 + 0,025 = 0,050$ мм. = 50 мкм., $\varepsilon_{y3} = 50$ мкм.

Для чистового шліфування:

$\varepsilon_{y4} = \varepsilon_{y3} \cdot K_{y5} = 50 \cdot 0,02 = 1$ мкм.

Визначаємо мінімальні значення міжопераційних припусків по формулі

$$2Z_{1\min} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{892^2 + 600^2}) = 2 \cdot 1435 \quad \text{мкм.}$$

$$2Z_{2\min} = 2 \cdot (100 + 100 + \sqrt{54^2 + 149^2}) = 2 \cdot 360 \quad \text{мкм.}$$

$$2Z_{3\min} = 2 \cdot (25 + 25 + \sqrt{36^2 + 50^2}) = 2 \cdot 94 \quad \text{мкм.}$$

$$2Z_{4\min} = 2 \cdot (10 + 10 + \sqrt{27 + 1^2}) = 2 \cdot 47 \quad \text{мкм.}$$

Розрахункові розміри:

$$d_{p4} = d_{\min} = 45,002 \quad \text{мм}$$

$$d_{p3} = d_{p4} + 2Z_{\min 4} = 45,002 + 0,094 = 45,096 \quad \text{мм}$$

$$d_{p2} = d_{p3} + 2Z_{\min 3} = 45,096 + 0,198 = 45,292 \quad \text{мм}$$

$$d_{p1} = d_{p2} + 2Z_{\min 2} = 45,292 + 0,72 = 46,012 \quad \text{мм}$$

$$d_{p33a} = d_{p1} + 2Z_{\min 1} = 46,012 + 2,87 = 48,882 \quad \text{мм}$$

Найменші розміри – заокруглені розрахункові розміри

Найбільші розміри:

$$d_{\max_i} = d_{\min_i} + T_i; \quad (1.17)$$

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Граничні припуски:

$$2Z_{\max}^{zp} = d_{\max i-1} - d_{\max i} \quad (1.18)$$

$$2Z_{\min}^{zp} = d_{\min i-1} - d_{\min i}$$

Дані розрахунку заносимо в таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 - Значення припусків на механічну обробку пов. Ø45.

Технологічні переходи	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мм	
	Rz	T	ρ	ε				d _{min}	d _{max}	2Z _{min}	2Z _{max}
Заготовка	160	200	892	-	-	48,882	3200	48,90	52,10	-	-
Точіння чорнове	100	100	54	600	2·1435	46,012	620	46,01	46,630	2,89	5,470
Точіння чистове	25	25	36	149	2·160	45,292	160	45,290	45,450	0,720	1,180
Шліфування попереднє	10	20	27	50	2·94	45,096	39	45,096	45,135	0,194	0,315
Шліфування чистове	5	15	18	1	2·47	45,002	16	45,002	45,018	0,094	0,117

Загальні припуски:

$$2Z_{\max}^{zag} = 5,470 + 1,18 + 0,315 + 0,117 = 7,082 \quad \text{мм.}$$

$$2Z_{\min}^{zag} = 2,89 + 0,72 + 0,194 + 0,094 = 3,898 \quad \text{мм.}$$

Проводимо перевірку правильності проведених розрахунків:

$$2Z_{\max}^{zp} - 2Z_{\min}^{zp} = 7082 - 3898 = 3184 \quad \text{мкм}$$

$$T_{zag} - T_{det} = 3200 - 16 = 3184 \quad \text{мкм.}$$

Перевірка показує що розрахунок проведено вірно. На основі розрахункової таблиці будуємо схему розташування граничних розмірів, допусків і припусків.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

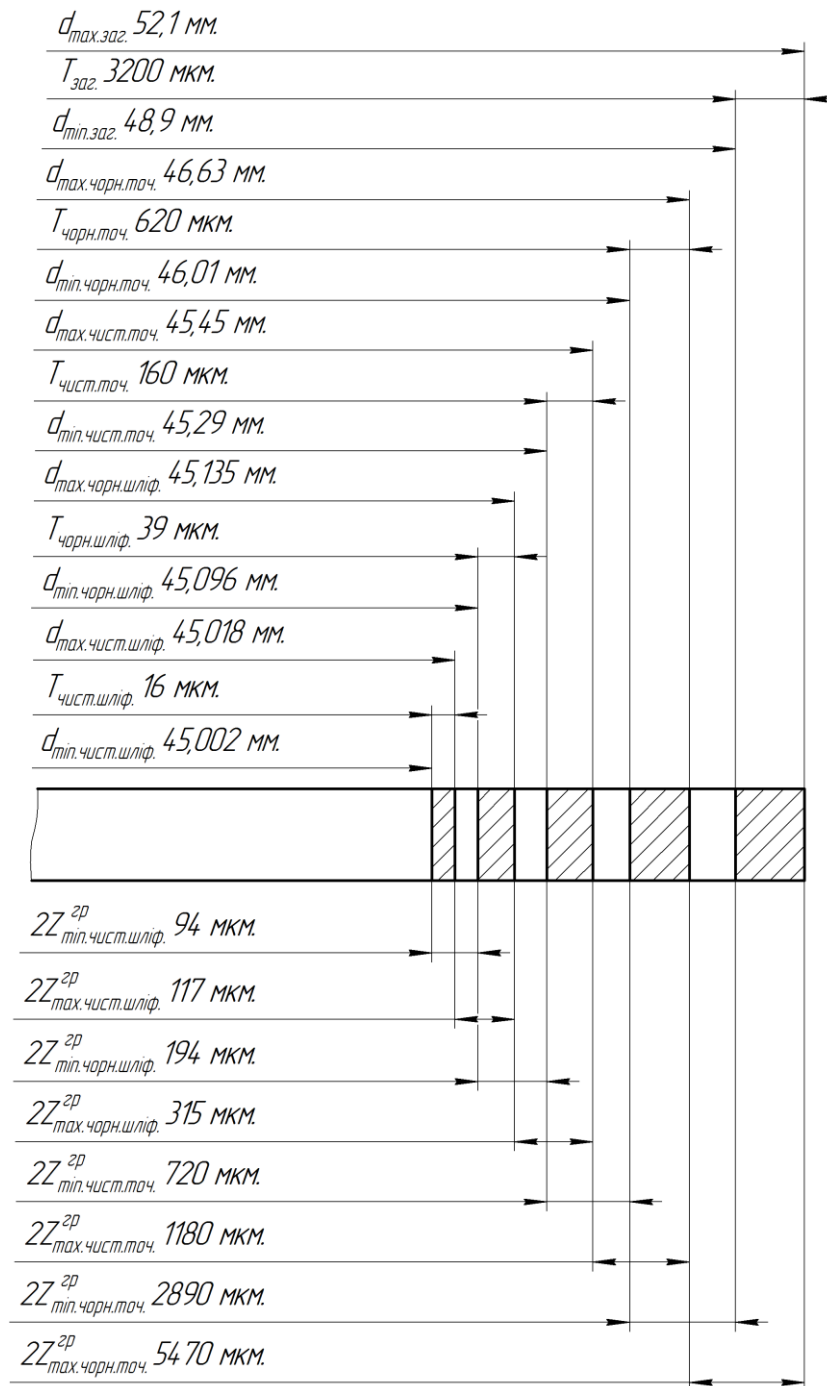


Рисунок 1.3 - Схема розташування полів допусків і припусків для поверхні $\varnothing 45^{+0.018}_{+0.002}$ мм.

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок припусків на обробку внутрішньої циліндричної поверхні

$\varnothing 35^{+0,025}$ мм.

Початкові дані:

1. Показники заготовки приймаємо за попереднім розрахунком з додатком змінених умов обробки.

2. На чорновій операції поверхня 4 обробляється разом з поверхнею 3.

3. До просторових відхилень заготовки за попереднім розрахунком додається величина зміщення отвору відносно бази за рахунок допуску на неконцентричність.

Для напівчистового розточування: $R_z = 50$ мкм і $T = 50$ мкм.

$$\text{Заготовка: } \rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{заг.зов}}^2 + \rho_{\text{ексц.}}^2}; \quad (1.19)$$

$$\rho_{\text{ексц.}} = 2 \text{ мм.} = 2000 \text{ мкм (табл. 12 с. 23 ГОСТ 7505-89)}$$

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{892^2 + 2000^2} = 2190 \text{ мкм.}$$

$$\rho_1 = 0.06 \cdot 2190 = 131 \text{ мкм.}$$

$$\rho_2 = 0.05 \cdot 2190 = 110 \text{ мкм.}$$

$$\rho_3 = 0.04 \cdot 2190 = 88 \text{ мкм.}$$

$$\rho_4 = 0.03 \cdot 2190 = 66 \text{ мкм.}$$

$$\rho_5 = 0.02 \cdot 2190 = 44 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{y1} = 600 \text{ мкм.}$$

Похибка базування: $\varepsilon_6 = 0$.

Похибка закріплення: $\varepsilon_{6.2} = 140$ мкм. [5], табл. 4.10, с.76.

$$\varepsilon_{6.3} = 140 \cdot 0,04 = 6 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{6.4} = 70 \text{ мкм. [5], табл. 4.10, с.76.}$$

$$\varepsilon_{6.5} = 70 \cdot 0,03 = 2 \text{ мкм.}$$

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок мінімальних припусків:

$$2Z_{\min 1} = 2 \cdot (160 + 200 + \sqrt{2190^2 + 600^2}) = 2 \cdot 2631 \quad \text{МКМ.}$$

$$2Z_{\min 2} = 2 \cdot (100 + 100 + \sqrt{131^2 + 140^2}) = 2 \cdot 392 \quad \text{МКМ.}$$

$$2Z_{\min 3} = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{110^2 + 6^2}) = 2 \cdot 210 \quad \text{МКМ.}$$

$$2Z_{\min 4} = 2 \cdot (15 + 25 + \sqrt{88 + 70^2}) = 2 \cdot 162 \quad \text{МКМ.}$$

$$2Z_{6\min} = 2 \cdot (10 + 10 + \sqrt{66 + 2^2}) = 2 \cdot 96 \quad \text{МКМ.}$$

Розрахункові розміри:

$$D_{P5} = D_{\max} = 35,025 \quad \text{мм.}$$

$$D_{P4} = D_{P5} - 2Z_{\min 5} = 35,025 - 0,192 = 34,833 \quad \text{мм.}$$

$$D_{P3} = D_{P4} - 2Z_{\min 4} = 34,833 - 0,324 = 34,509 \quad \text{мм.}$$

$$D_{P2} = D_{P3} - 2Z_{\min 3} = 34,509 - 0,42 = 34,089 \quad \text{мм.}$$

$$D_{P1} = D_{P2} - 2Z_{\min 2} = 34,089 - 0,784 = 33,305 \quad \text{мм.}$$

$$D_{P33a} = D_{P1} - 2Z_{\min 1} = 33,305 - 5,262 = 28,043 \quad \text{мм.}$$

Найменші розміри:

$$D_{\min} = D_{\max} - T_i. \quad (1.20)$$

Граничні припуски:

$$2Z_{\max}^{ep} = D_{\min i-1} - D_{\min i} \quad (1.21)$$

$$2Z_{\min}^{ep} = D_{\max i-1} - D_{\max i}$$

Значення граничних розмірів та граничних припусків заносимо в таблицю 1.10.

Загальні припуски: (див. табл. 1.10)

$$2Z_{\max}^{zag} = 9800 \quad \text{МКМ.}$$

$$2Z_{\min}^{zag} = 7025 \quad \text{МКМ.}$$

Перевірка правильності розрахунків:

$$2Z_{\max}^{ep} - 2Z_{\min}^{ep} = 9800 - 7025 = 2775 \quad \text{МКМ}$$

$$T_{zag} - T_{det} = 2800 - 25 = 2775 \quad \text{МКМ.}$$

Перевірка показує що розрахунок проведено вірно. На основі розрахункової таблиці будуємо схему розташування граничних розмірів, допусків і припусків.

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.10 - Значення припусків на механічну обробку отвору Ø35.

Технологічні переходи	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мм	
	Rz	T	ρ	ε				d _{min}	d _{max}	2Z _{min}	2Z _{max}
Заготовка	160	200	2190	-	-	28,043	2800	25,2	28,0	-	-
Розсвердлювання	100	100	131	600	2·2631	33,305	620	32,68	33,300	7480	5300
Розточування напівчистове	50	50	110	140	2·392	34,089	160	33,930	34,090	1250	790
Розточування чистове	25	25	88	6	2·210	34,509	62	34,447	34,509	517	419
Шліфування попереднє	10	20	66	70	2·162	34,833	39	34,794	34,833	347	324
Шліфування чистове	5	15	44	2	2·96	35,025	25	35,00	35,025	206	192

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

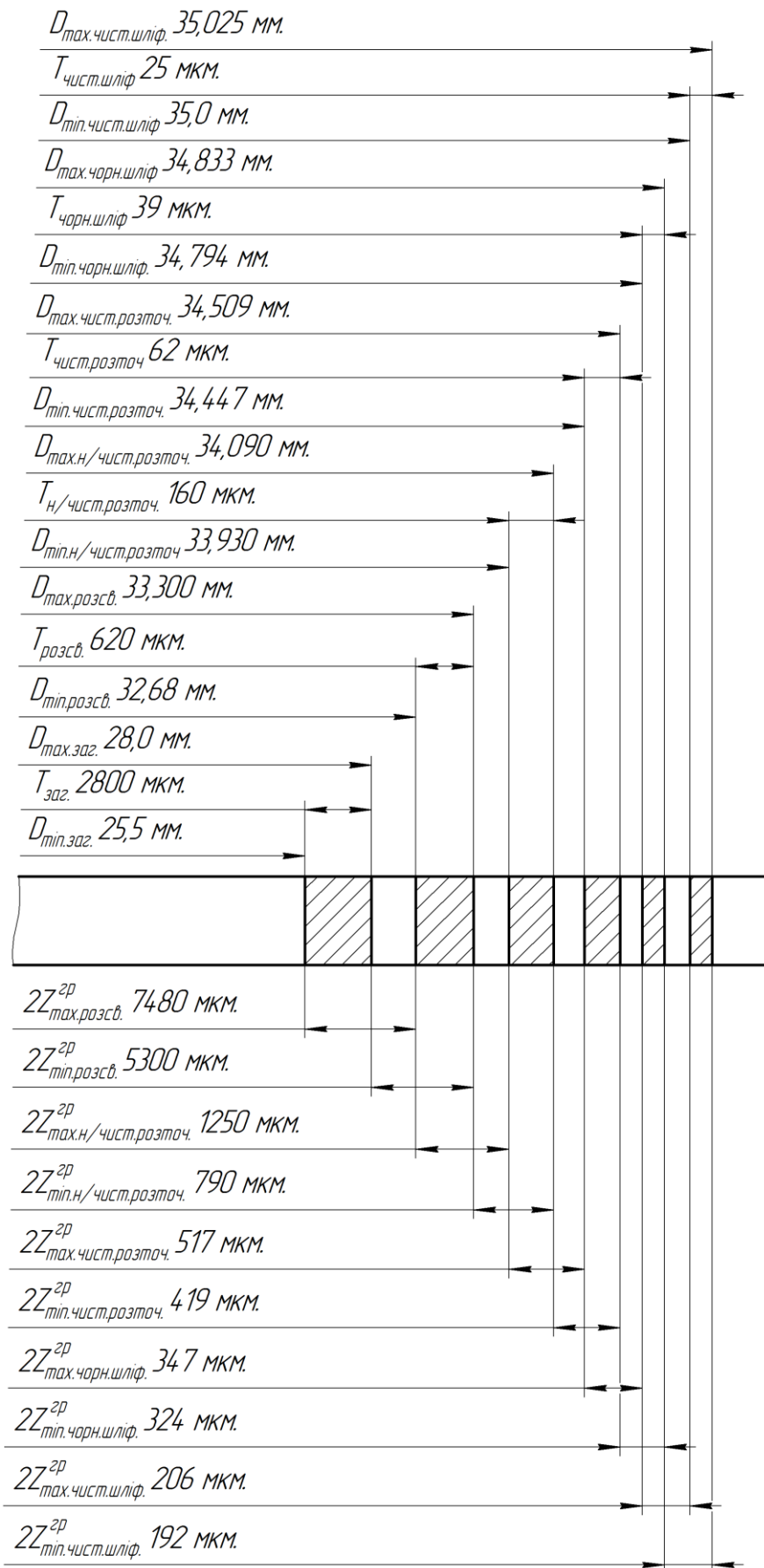


Рисунок 1.4 - Схема розташування полів допусків і припусків для поверхні $\varnothing 35^{+0.025}$ мм.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.2. Розрахунок режимів різання

1.5.2.1 Розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом

Операція 050. Свердлильна з ЧПК.

Операція виконується на верстаті мод. 2P135Ф2-1.

Зміст переходу: свердлити 4 отвори 16 Ø10,5.

Визначимо глибину різання:

$$t=0,5D \text{ мм}, \quad (1.22)$$

де $D=10,5$ мм – діаметр свердління .

Отже , $t = 0,5 \cdot 10,5 = 5,25$ мм .

Подача $S=0,25$ мм/об [2, с.433, т.27] .

Швидкість різання визначимо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v \text{ м/хв}, \quad (1.23)$$

де $C_v = 9,8$ [2, с.434, т.28] – поправочний коефіцієнт на швидкість різання (постійна);

$q_v=0,4$, $x_v=0$, $y_v=0,5$, $m=0,2$ [2, с.434, т.28] – показники степеня при розрахунку швидкості різання;

$T=25$ хв [2, с.435, т.29] – період стійкості;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, шукаємо за формулою:

$$K_v=K_{\mu v} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (1.24)$$

$$\text{де } K_{\mu v} = C_m \left(\frac{750}{\sigma_{\hat{a}}} \right)^{n_v}, \quad [2, \text{с.424, т.9}]$$

де $\sigma_{\hat{b}}=980$ МПа – границя міцності матеріалу, з якого виготовляється деталь;

$C_m = 1$ – коефіцієнт, що враховує групу сталі [2, с.424, т.10];

$n_v = 0,9$ – показник степеня [2, с.424, т.10].

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, $K_{\mu\nu} = 1 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^{0,9} = 0,79$ – коефіцієнт, що враховує вплив механічних

властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання;

$K_{uv}=0,3$ [2, с.426, т.15] – коефіцієнт що враховує марку інструментального матеріалу;

$K_{lv}=1$ [2, с.436, т.30] – коефіцієнт, що враховує вплив глибини оброблюваного отвору.

Підставляючи ці значення в формулу, отримаєм:

$$K_v=0,79 \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,237.$$

Таблиця 1.11 – Опис різальних інструментів

Поверхня Операція, переходи Методи обробки Розміри DxL, мм	Зовнішня 3 005 (2)/030 (3) Точіння Ø45x19	Отвір 4 010 (3)/010 (4) Розточування Ø35x34	Торець 7 005 (1)/005 (4) Підрізання Ø168/Ø68x50
1	2	3	4
Матеріал деталі	Сталь 40X ГОСТ 4543-71		
Тип і назва інструмента, типорозмір (позначення, стандарт)	Різець токарний прохідний упорний відігнутий ГОСТ 18880-73	Різець розточний для наскрізних отворів викон. 1 2140-0009 ГОСТ 18880-73	Різець токарний прохідний відігнутий ГОСТ 18880-73
Різальний матеріал чорновий/чистовий	Твердий сплав Т5К10/Т15К6	Твердий сплав Т5К10/Т15К6	Твердий сплав Т5К10/Т15К6
Розміри габаритні та робочої і приєднувальної частин	h x b = 25 x 16 L = 140; m = 11 a = 20	h x b = 25 x 25 L = 200; m = 8,0 l = 70	h x b = 25 x 16 L = 140; m = 11 a = 20
Геометрія різальної частини	$\varphi=100^0$; $\varphi_1=10^0$; $\varepsilon=70^0$; $\gamma=10^0$; $\alpha=8^0$	$\varphi=60^0$; $\varphi_1=30^0$; $\varepsilon=90^0$; $\gamma=10^0$; $\alpha=8^0$	$\varphi=100^0$; $\varphi_1=10^0$; $\varepsilon=70^0$; $\gamma=10^0$; $\alpha=8^0$
Довідник	[2], с.121, табл. 8	[3], с.250, табл. 8	[2], с.121, табл. 8
Поверхня операція	Отвір 4/15;16 005/045		
Метод обробки Розміри обробки, мм. D L	Свердління Ø25 39	Свердління Ø8,4 9	Свердління Ø10,5 9
Матеріал	Сталь 40X ГОСТ 4543-71		
Тип і назва інструмента, типорозмір (позначення, стандарт)	Свердло спіральне укорочене з т/с пластинкою 2301-1737 ГОСТ 22736-77	Свердло спіральне з конічним хвостовиком 2301-3378 ГОСТ 12121-77	Свердло спіральне з конічним хвостовиком 2301-3401 ГОСТ 12121-77

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.11

1	2	3	4
Матеріал різальної частини	Твердий сплав Т5К10	Швидкорізальна сталь	
		P6M5	P6M5
Розміри габаритні та робочої і приєднувальної частин	d=25,0; L=235; l=115 конус Морзе 3	d=8,4; L=180; l=100 конус Морзе 1	d=10,5; L=200; l=120 конус Морзе 1
Геометрія різальної частини	2φ=118 ⁰ ; γ=0 ⁰ ; α=20 ⁰	2φ=118 ⁰ ; γ=20 ⁰ ; α=12 ⁰	2φ=118 ⁰ ; γ=20 ⁰ ; α=12 ⁰
Довідник	[3], с.276, табл. 31	[3], с.273, табл. 28	[3], с.273, табл. 28

Підставляючи всі одержані значення в формулу, одержимо:

$$V = \frac{9,8 \cdot 10,5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 5,25^0 \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 0,237 \cong 6,3 \frac{M}{xв}$$

Крутний момент шукаємо по формулі:

$$M = C_m \cdot D^{q_m} \cdot S^{y_m} \cdot K_p \quad \text{кГ}\cdot\text{м}, \quad (1.25)$$

де $C_m = 0,0345$ [2, с.436, т.31] – постійна при розрахунку крутного моменту;

$q_m=2,0$, $y_m=0,8$ [2, с.436, т.31] – показники при розрахунку крутного моменту;

K_p – коефіцієнт що враховує оброблюваний матеріал; розраховується за формулою:

$$K_p = \left(\frac{\sigma_6}{750}\right)^{n_p}, \quad [2, \text{с.430, т.21}]$$

де $n_p=0,75$ [2, с.430, т.22] – показник степеня .

$$\text{Одержимо : } K_p = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,222.$$

Отже $M = 0,0345 \cdot 10,5^{2,0} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1,222 \cong 1,5 \text{ кГ}\cdot\text{м} \cong 15 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Осьову силу при свердлінні шукаємо за формулою:

$$P_o = C_p \cdot D^{q_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_p, \quad \text{кГ}\cdot\text{м}, \quad (1.26)$$

де $C_p=68$ [2, с.436, т.31] – постійна при розрахунку осьової сили;

$q_p=1,0$, $y_p=0,7$ [2, с.436, т.31] – показники степеня при розрахунку осьової сили.

$P_o=68 \cdot 10,5^{1,0} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,222=330,6 \text{ кГ}\cdot\text{м} \cong 3,306 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

Потужність різання визначимо за формулою:

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{M \cdot n}{975} \text{ кВт}, \quad (1.27)$$

де n -число обертів, хв^{-1} ; шукаємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\Pi \cdot D} \text{ хв}^{-1} \quad (1.28)$$

Отже, $n = \frac{1000 \cdot 6,3}{3,14 \cdot 10,5} = 191 \text{ хв}^{-1}$.

За паспортними даними верстата 2Р135Ф2-1 уточнюємо оберти і приймаємо $n_{\text{пр}} = 180 \text{ хв}^{-1}$

Тоді уточнена швидкість різання буде рівна:

$$V_{\text{ум}} = \frac{3,14 \cdot 10,5 \cdot 180}{1000} \cong 5,94 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Одержимо :

$$N = \frac{1,5 \cdot 180}{975} = 0,28 \text{ кВт}.$$

Основний час визначаємо по формулі:

$$T_0 = 0,00052 \cdot D \cdot l \text{ хв.}, \quad (1.29)$$

де $D = 10,5 \text{ мм}$ – діаметр свердла;

$l = 9 \text{ мм}$ – глибина свердління.

Отже, $T_0 = 0,00052 \cdot 10,5 \cdot 9 = 0,05 \text{ хв.}$

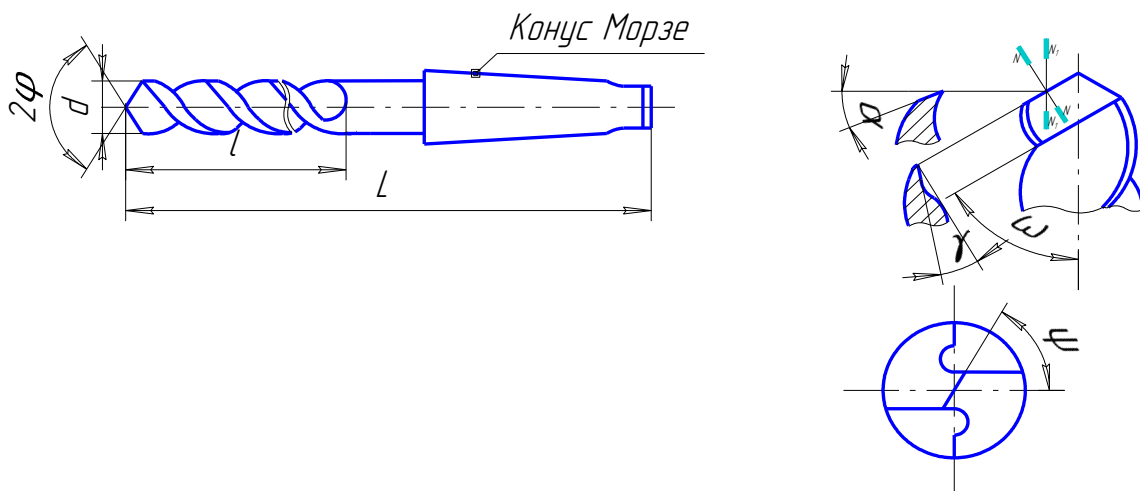


Рисунок 1.5 – Свердло 2301-3401 ГОСТ 12121-77 [3, с. 273].

Інструмент – спіральне довге свердло з конічним хвостовиком.

Матеріал різальної частини: швидкорізальна сталь Р6М5.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструктивні елементи та геометричні параметри (ГОСТ 4010-77):

$d=10,5$ мм;

$L=200$ мм;

$l=120$ мм;

$2\varphi=118^{\circ}$ – подвійний кут в площині;

$\omega=60^{\circ}$ – кут нахилу гвинтової канавки;

$\gamma=20^{\circ}$ – передній кут;

$\alpha=12^{\circ}$ – задній кут;

$\psi=50^{\circ}$ – кут нахилу поперечної різальної кромки.

Конус Морзе 2 (ГОСТ 25557-82).

Технічні вимоги по ГОСТ 2034-82.

Операція 040. Токарно-гвинторізна .

Операція виконується на верстаті мод.16К20Ф3.

Зміст: точити поверхню 3.

Вибір інструменту здійснювали за допомогою літератури [3, с. 247].

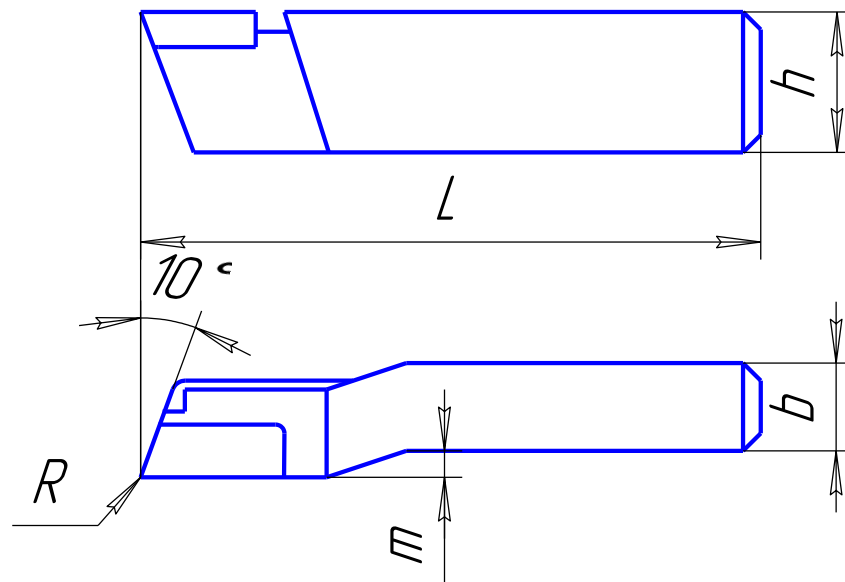


Рисунок 1.6 – Різець токарний прохідний упорний відігнений 2103-0007 ГОСТ 18880-73.

Матеріал різальної частини Т15К6 – двохкарбідний твердий сплав.

$L = 140$ мм; $m = 8$; $\varphi = 100^{\circ}$, $\varphi_1 = 10^{\circ}$, $\varepsilon = 70^{\circ}$, $\gamma = 10^{\circ}$, $\alpha = 8^{\circ}$;

$h \times b = 25 \times 16$ – січення різця;

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глибина різання $t=0,5$ мм [2, с.414].

Подача $S=0,3$ мм/об.

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v \text{ м/хв}, \quad (1.30)$$

де $T=60$ хв [2, с.415] – стійкість;

$C_v=420$ [2, с.422, м.8] – постійна для табличних умов різання при розрахунку швидкості різання;

$X_v=0,15$; $y_v=0,2$; $m=0,2$ [2, с.422, м.8] – показники степеня при розрахунку швидкості різання;

K_v – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, шукаємо за формулою:

$$K_v = K_{\mu v} \cdot K_{uv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv} \cdot K_{qv} \cdot K_{0v}, \quad (1.31)$$

де $K_{nv} = 1$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки [2, с.426, м.14];

$K_{0v} = 1$ [2, с.427, м.17]; $K_{uv}=1,0$ [2, с.426, м.15] – коефіцієнт, що враховує матеріал різальної частини;

$K_{\mu v}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання; шукаємо за формулою:

$$K_{\mu v} = 750/\sigma_a, \quad (1.30) \quad [2, \text{с.424, т.9}] \quad (1.32)$$

де $\sigma_a = 980$ МПа – границя міцності матеріалу, з якого виготовляється деталь.

Отже, $K_{\mu v} = 750/980 \cong 0,765$;

Підставляючи ці значення в формулу, отримаємо:

$$K_v = 0,765 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 0,97 \cdot 1 = 0,488.$$

$$\text{Отже, } V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0,488 \cong 127,5 \text{ м/хв}$$

Кількість обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\Pi \cdot D} \text{ хв}^{-1}, \quad (1.33)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 127,5}{3,14 \cdot 46} = 882,7 \text{ хв}^{-1}.$$

Узгоджуємо оберти із паспортними даними верстату 16К20Ф3 і приймаємо $n_{\text{пр}}=860$ хв⁻¹.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Уточнюємо швидкість різання $V_{\text{ут}}$:

$$V_{\text{ум}} = \frac{3,14 \cdot 46 \cdot 860}{1000} = 124,2 \frac{\text{м}}{\text{хв}} .$$

Складову сили різання визначимо за формулою:

$$P_z = C_p \cdot t^{x_h} \cdot S^{y_p} \cdot V^{n_p} \cdot K_p, \quad (1.34)$$

де $C_p = 300$ [2, с.429, т.20] – постійна для розрахунку сили різання;

$X_p = 1,0$, $Y_p = 0,75$, $n_p = - 0,15$ [2, с.429, т.20] – показники степеня для розрахунку сили різання;

K_p – поправочний коефіцієнт на розрахунок сили різання; розраховується за формулою:

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p}, \quad (1.35)$$

де $K_{\mu p}$ - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив механічних параметрів різальної частини інструмента на складову сили різання.

Одержимо:

$$P_z = 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 124,2^{-0,15} \cdot 0,765 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 18,7 \text{кГ} \cong 187 \text{Н}.$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60} \text{кВт}, \quad (1.36)$$

Одержимо: $N = \frac{18,7 \cdot 124,2}{102 \cdot 60} = 0,38 \text{кВт}.$

Основний час: $T_0 = \frac{L_{\text{обр}} + L_{\text{вріз}}}{S_{\text{хв}}} \text{хв}, \quad (1.37)$

Одержимо: $T_0 = \frac{19 + 0,5}{0,3 \cdot 124} = 0,52 \text{хв}.$

Операція 085 - Круглошліфувальна.

Операція виконується на верстаті моделі 3М152ВМФ2.

Зміст: шліфувати поверхню 3.

Вибір інструменту здійснюється за допомогою літератури [3, с.387].

Вибираємо круг ПП. 600x63x305 24А 50 С1 7К ГОСТ 2424-83.

При круглому зовнішньому шліфуванні [2, с.465, т.69]:

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість круга $V_{\kappa} = 35$ м/с;

Швидкість деталі $V_{\delta} = 40$ м/хв.;

Радіальна подача $S_p = 0,004$ мм/об деталі.

Отже, при шліфуванні периферією круга з радіальною подачею (врізне шліфування) ефективна потужність розраховується за формулою:

$$N = C_N \cdot v_{\ddot{a}}^r \cdot S_p^y \cdot d^q \cdot b^z, [2, \text{с.469}] \quad (1.38)$$

де, $C_N = 0,14$;

$r = 0,8$;

$y = -$;

$q = 0,2$;

$z = 1,0$, [2, с.468, т.70].

$d = 45$ мм.,

$b = 19$ мм.

Отже,

$$N = 0.14 \cdot 40^{0.8} \cdot 0.004 \cdot 45^{0.2} \cdot 19^1 = 0.44 \text{ кВт.}$$

Приклад розрахунків режимів різання на операцію 040 токарна з ЧПК та операцію 050 свердлильна з ЧПК на ЕОМ приведені в додатку.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**1.5.3 Розрахунки пов'язані з підготовкою карти
наладок та керуючої програми**

Карту наладок складемо для операції 050.

Операція 050 здійснюється на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК моделі 2P135Ф2-1.

1. Центрувати 4 отвори 16 до $\varnothing 12,5^{+0,43}$ і два отвори 15 до $\varnothing 10,4^{+0,43}$ з утворенням фасок $\angle 45^{\circ}$ послідовно. Свердло спеціальне $\varphi = 90^{\circ}$.

2. Свердли 4 отвори 16 $\varnothing 10,5^{+0,18}$ на прохід. Свердло 2301-3401 P6M5 ГОСТ 12121-77.

3. Свердли 2 отвори 15 $\varnothing 8,4^{+0,15}$ на прохід. Свердло 2301-3378 P6M5 ГОСТ 12121-77.

Карта технологічного налагодження на операції 050 приведена на аркуші БР.ПМ-049.01.00.000 СХ. Розрахунки пов'язані з розробкою керуючої програми приведені в додатку.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.4 Нормування технологічного процесу

Нормування операції 005 – токарної з ЧПК

Операцію 005 виконують на токарному з ЧПК верстаті моделі 16К20Ф3. Обробка проводиться автоматично за програмою, перемикання режимів різання проводиться під час допоміжних (установчих) переміщень револьверної головки. Настроювання на розмір кожного інструмента проводиться перед операцією за пробною деталлю і входить в підготовчо-заклучний час. Кілька переходів виконується одним прохідним відігненим різцем, тому його непотрібно відводити із зони обробки.

Час на вимірювання (контроль) розмірів оброблених поверхонь штангенциркулем значно менший машинного часу роботи верстата за програмою тому вимірювання суміщають з часом обробки і не враховують у штучному часі.

Розрахунки норм часу на операціях

Штучний час:

$$T_{шт} := (T_o + T_d) \cdot \left(1 + \frac{P_{обс.} + P_{пер.}}{100} \right) \quad (1.39)$$

де T_o і T_d – відповідно сумарний основний і допоміжний час на операції, хв.;

$P_{обс.}$ і $P_{пер.}$ – відповідно процент часу на обслуговування і на перерви від оперативного часу.

Розрахунки норм допоміжного і підготовчо-заклучного часу на операціях [1, с. 605-614, т. 12-14; 5, с.197-220]:

- операція 010

$$T_d = 0,43 + 0,06 + 0,06 + (0,04 + 0,06 + 0,04 \cdot 6) + (0,04 + 0,06 + 0,04 \cdot 2) + (0,04 + 0,06 + 0,04 \cdot 4) = 1,33 \text{ хв.}$$

$$T_{пз} = 12 + 5 + 7 + 5,6 + 7,4 + 2,41 + 1,33 = 40,7 \text{ хв.}$$

- операція 020

$$T_d = 0,43 + 0,06 + 0,06 + (0,04 + 0,06 + 0,04) \cdot 3 + (0,04 + 0,06 + 0,04 \cdot 5) + (0,04 + 0,06 + 0,04 \cdot 3) = 1,49 \text{ хв.}$$

$$T_{пз} = 12 + 5 + 7 + 5,6 + 5,4 + 1,73 + 1,49 = 38,2 \text{ хв.}$$

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- операція 030

$$T_{Д}=0,26+0,24+0,06+0,06+(0,04+0,06+0,04 \cdot 2) \cdot 3 = 1,16 \text{ хв.}$$

$$T_{ПЗ}=12+7+3+5,6+5,4+0,39+1,16 = 34,6 \text{ хв.}$$

- операція 040

$$T_{Д}=(0,26+0,24)+0,06+0,06+(0,04+0,06+0,04) \cdot 2+0,04+0,06+0,04 \cdot 3=1,12 \text{ хв.}$$

$$T_{ПЗ}= 12+7+5+5,6+7,4+0,61+1,12 = 38,7 \text{ хв.}$$

- операція 050

$$T_{Д}=(0,051+0,036+0,024) \cdot 1,85+0,06+0,06+(0,05+0,06+0,1 \cdot 6)+(0,05+0,06 + 0,1 \cdot 4)+(0,05+0,06+0,1 \cdot 2) = 4,91 \text{ хв.}$$

$$T_{ПЗ}=12+10+1,0+10 = 33 \text{ хв.}$$

- операція 055 [5, с.203, т. 5.8; с.218, т. 6.6]

$$T_{Д}=1,85 \cdot ((0,051+0,036+0,04)+0,04+(0,04+0,02+0,04) \cdot 48) = 9,2 \text{ хв.}$$

$$T_{ПЗ}=15+6 = 21 \text{ хв.}$$

- операція 080 [5, с.197, т. 5.1; с.203, т. 5.8; с.220, т.6.8]

$$T_{Д}=1,85 \cdot (0,17+0,02+0,04) = 0,43 \text{ хв.}$$

$$T_{ПЗ} = 9 \text{ хв.}$$

- операція 085 [5, с.199, т. 5.5; с.197, т. 5.1; с.220, т. 6.8]

$$T_{Д}=1,85 \cdot ((0,15+0,036+0,04)+0,02+0,04) = 0,53 \text{ хв.}$$

$$T_{ПЗ} = 8 \text{ хв.}$$

Дані розрахунків режимів різання та норм часу зводимо в таблицю 1.12.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.12 – Зведена таблиця режимів різання і норм часу

Номер і зміст операції	Розміри обробки		Режими різання						Норми часу			
	D/B	L	t	So	Sx	п	V	N	To	Ti	Tшт	Tпз
	мм			мм/об	мм/хв.	хв ⁻¹	м/хв.	кВт	хв.			
005 Токарна з ЧПК									2,10	1,3	3,74	38,4
1. Точити торці 7 і 2 попередньо	173	53	1,95	0,56	100	180	97,8	3,59	0,53			
	51	13	2,0	0,60	300	500	80,1	2,70	0,04			
2. Точити поверхню 3 попередньо	46,9	22	1,55	0,60	300	500	73,7	1,88	0,15			
3. Точити конус 5 попередньо	69	17	2,0	0,59	210	355	77,0	2,60	0,08			
4. Точити торці 7 і 2 остаточно	173	53	0,5	0,28	100	355	192,5	1,01	0,53			
	51	13	0,5	0,30	300	1000	160,2	0,84	0,04			
5. Точити конус 5 остаточно	68	17	0,5	0,296	210	710	151,7	0,80	0,08			
6. Свердлити отвір 4	25	47	12,5	0,127	90	710	55,8	3,40	0,52			
7. Розточити отвір 4	29	38	2,0	0,423	300	10	64,7	1,70	0,13			
010 Токарна з ЧПК									2,41	1,33	4,11	40,7
1. Розточити торець 17 і конус 10 попередньо	51	13	2,0	0,420	210	500	80,1	2,10	0,06			
	63	16	2,0	0,422	150	355	70,3	1,85	0,11			
2. Розточити торець 17 і конус 10 остаточно	55	24	0,5	0,30	300	1000	172,8	0,91	0,08			
	64	16	0,5	0,30	240	800	160,8	0,84	0,07			
3. Розточити отвір 4 попередньо і фаску 2,6 x 45°	33	38+6	2,0	0,423	300	710	73,6	1,88	0,15			
4. Розточити отвір 4 (начисто) і тонко (остаточно)	34,2	37	0,6	0,283	400	1400	150,4	0,80	0,10			
	34,6	37	0,2	0,283	400	1400	152,2	0,80	0,10			
5. Точити торець 1 попередньо	173	34	2,0	0,57	80	140	76,1	2,57	0,43			
6. Точити поверхню 11 попередньо	169	25	2,0	0,57	80	140	74,3	2,57	0,31			
7. Точити конус 14 попередньо	69	34	1,84	0,57	80	40	74,3	2,23	1,00			
015 Токарна з ЧПК									1,73	1,49	3,54	38,2
1. Точити торець 1 остаточно	121	8	0,5	0,30	120	400	152,1	0,80	0,07			
2. Підрізати торець 9 попередньо	108	24	2,0	0,40	100	250	84,8	2,16	0,16			
3. Розточити виточку 8 попередньо	108	6	3,5	0,15	30	200	67,9	1,85	1,00			
4. Розточити конус 6 попередньо	117	14	2,0	0,40	80	200	73,5	1,87	0,18			
5. Підрізати торці 9 і 8, і розточити конус 6 остаточно	73,9	8	0,5	0,296	210	710	164,8	0,87	0,04			
	109,5	17,5	0,5	0,30	120	400	138,6	0,72	0,15			
	118	15	0,5	0,30	120	400	148,3	0,78	0,13			

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

Дрк.

Продовження таблиці 1.12

Номер і зміст операції	D/B	L	t	S _o	S _{хв}	n	V	N	T _o	T _л	T _{шт}	T _{пз}
030 Токарна з ЧПК									0,39	1,16	1,71	34,6
1. Точити конус 12 попередньо	161	13	1,50	0,57	80	140	74,3	1,89	0,24			
2. Точити канавку 3	46	1,5	3,00	0,16	80	500	72,3	1,69	0,04			
3. Точити поверхню 3, торець 3 і фаску 2 x 45°	46	21+6+5	0,5	0,30	300	1000	144	0,76	0,11			
040 Токарна з ЧПК									0,61	1,12	1,90	38,7
1. Точити поверхню 11 і конус 12 остаточно	168	17	0,5	0,286	80	280	147,8	0,78	0,21			
2. Точити конус 14 остаточно	168	31	0,5	0,28	100	355	187,4	0,98	0,31			
3. Точити поверхню 13 попередньо, начисто, тонко	72	6	0,5/0,3/0,07	0,296	210	710	160,6	0,84	0,09			
050 Свердлильна з ЧПК									1,25	4,91	6,65	33,0
1. Центрувати 6 отворів	12,5	8	6,25	0,14	100	710	27,9	0,90	0,48			
2. Свердлити 4 отвори Ø10,5	10,5	14	5,25	0,14	100	710	23,4	0,52	0,56			
3. Свердлити 2 отвори Ø8,4	8,4	13	4,2	0,125	125	1000	26,4	0,42	0,28			
055 Зубофрезерна									57,6	9,2	72,2	21,0
1. Нарізати зуби Z=48; m=3,5	248	80	7,7	1,0	63	63	52,4	3,0				
080 Внутрішньошліфувальна									0,65	0,43	1,19	9,0
1. шліфувати отвір 4	30	34	0,17	0,34	0,0039	250	40	8,4				
085 Круглошліфувальна									0,43	0,53	1,06	8,0
1. Шліфувати поверхню 3	45,5	19	0,25	0,0044	0,88	200	-	10,0				
Σ									67,17		96,1	261,6

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

Арк.

2 Конструкторська частина

2.1 Опис призначення, будови і роботи

свердлильного пристрою

Пристрій для свердління призначений для установки і закріплення колеса на операції 050 при свердлінні отворів 15 $\varnothing 8,4$ і 16 $\varnothing 10,5$ на вертикально-свердлильному верстаті з ЧПК 2P135Ф2-1.

Пристрій складається з корпусу 1, в якому виготовлено пневмоциліндр з поршнем 7 і прикріпленим до нього штоком 3 який закритий кришкою 2. Зверху на корпусі 1 закріплено плиту 6 з опорним кільцем 5 і оправкою 4. На штоці 3 закріплено накидну гайку 9 і швидкознімну шайбу 15.

При знятій швидкознімній шайбі 15 колесо центральним отвором $\varnothing 35$ насаджують на оправку 4 зубчастим вінцем вниз до упору торця колеса в опорне кільце 5. Після установки колеса у пристрої на верхній кінець штока 3 під накидну гайку 9 вставляють швидкознімну шайбу 15. Для закріплення деталі у штокову порожнину пневмоциліндра в корпусі 1 подають стиснуте повітря, яке тисне на поршень 7. Під тиском повітря поршень 7 рухається вниз, тягне за собою шток 3 із шайбою 15, яка притискає торець колеса до опорного кільця 5. Для відкріплення деталі, повітря подають у безштокову порожнину пневмоциліндра в корпусі 1 і рух деталей пристрою відбувається у зворотному порядку.

2.1.1 Розрахунок потрібної сили затиску

заготовки в пристрої

При обробці отворів на деталь діють осьова сила P_0 і крутний момент $M_{кр}$. Осьова сила P_0 притискає колесо до опорного кільця 5, а крутний момент $M_{кр}$ намагається прокрутити деталь навколо оправки 6. Цьому прокручуванню перешкоджають сили тертя на опорному кільці 5 і на шайбі 15, які викликані дією сили затиску Q . Крім того на опорі 5 діють також сила ваги G і осьова сила P_0 при свердлінні.

Схема дії сил різання, затиску, тертя і ваги показана на рисунку 2.1. Крутному моменту $M_{кр}$ протидіють моменти сили тертя F_T на опорному кільці 5 з

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ				

плечем, рівним радіусу тертя R_T на кільцевій поверхні опори 5, а також момент сили тертя на шайбі 15. Оскільки сила тертя ан тоці колеса під шайбою 15 і на торці шайби 15 під торцем гайки 9 викликані однією силою затиску Q , то вони будуть рівні. Але радіус тертя на торці колеса більший від радіуса тертя на торці гайки 9, то для розрахунку потрібно взяти менший радіус тертя R_{T1} , який створює менший момент опору від сил тертя.

Рівняння рівноваги моментів (рисунок 2.1)

$$K \cdot M_{кр} = F_T \cdot R_T + F_{T1} \cdot R_{T1} \quad (2.1)$$

де K – коефіцієнт запасу [2, с.85]

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

$$K := 1.5 \cdot 1.2 \cdot 1.15 \cdot 1 \cdot 1.3 \cdot 1.0 \cdot 1.5 \quad K = 4.037$$

$M_{кр}$ – найбільший крутний момент при обробці.

Оскільки на операції 050 проводять центрування отворів з одночасним утворенням фаски на $\varnothing 12,6$ (для отвору 16 $\varnothing 10,5$), то при цьому буде діяти найбільший крутний момент $M_{кр}$ і осьова сила. За режимами різання з таблиці 1.16 встановлюємо

осьова сила $P_0 = 2700$ Н [3, с.669] для $S_0 = 0,14$ мм/об і $d = 12$ мм.

потужність $N = 0,90$ кВт [3, с.671] для $d = 12$ мм і $V = 28$ м/хв.

крутний момент:

$$M_{кр} := \frac{30 \cdot N \cdot d}{V} ; \quad (2.3)$$

$$M_{кр} := \frac{30 \cdot 0.9 \cdot 12.5}{27.9} \quad M_{кр} = 12.097 \quad \text{Н} \cdot \text{м}$$

Сили тертя на опорі 5:

$$F_T := f \cdot (Q + G + P_0) \quad (2.4)$$

де f – коефіцієнт тертя, $f=0,16$ [2, с.85, т.10];

Q – необхідна сила затиску, кН;

G – вага деталі; $G = m \cdot g = 2.4 \cdot 9.8 = 23.5$ Н

P_0 – осьова сила.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

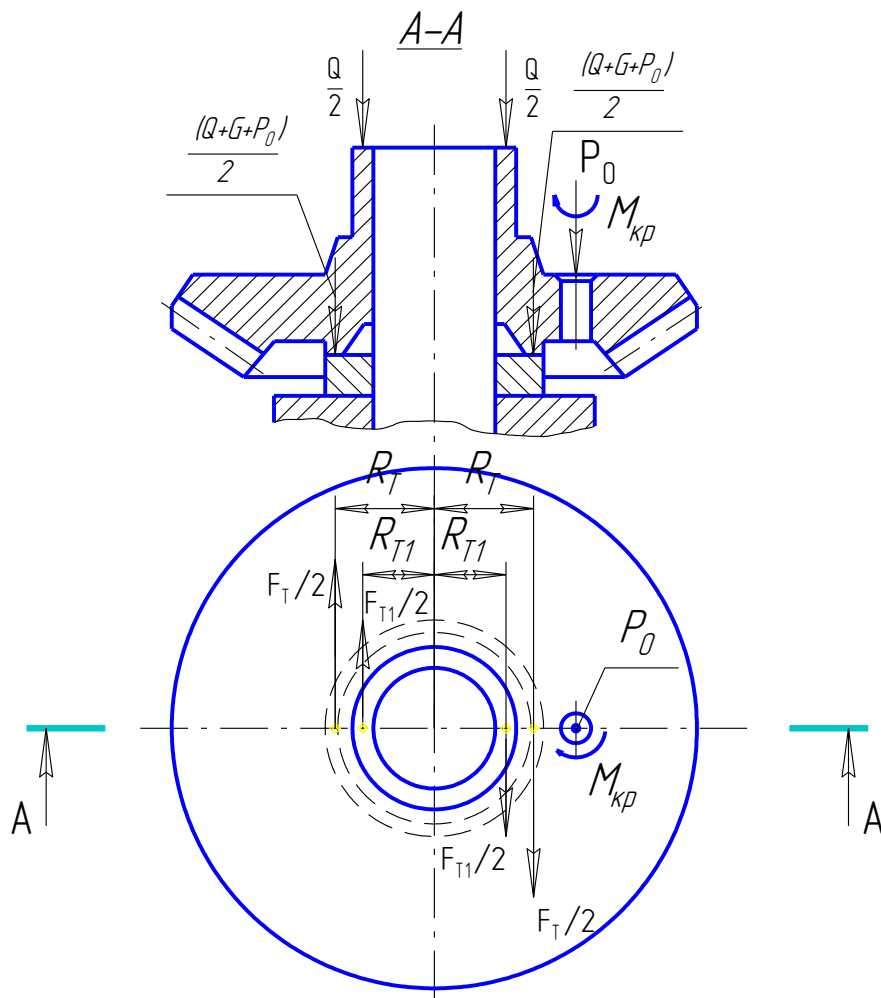


Рисунок 2.1 – Схема дії сил на деталь при обробці

Радіус тертя на торці опори 5 [6, с.188]

$$R_{Т} := \frac{1}{3} \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}; \quad R_{Т} := \frac{1}{3} \cdot \frac{64^3 - 56^3}{64^2 - 56^2} \quad R_{Т} = 30.044 \quad \text{мм} \quad (2.5)$$

де D і d – відповідно більший і менший діаметр опорної поверхні (торця), які визначають конструктивно.

Сила тертя під гайкою 9:

$$F_{Т1} := f \cdot Q \quad (2.6)$$

Радіус тертя під гайкою 9 (як такий, який створює менший момент опору сил тертя)

$$R_{Т1} := \frac{1}{3} \cdot \frac{D_1^3 - d_1^3}{D_1^2 - d_1^2}; \quad R_{Т1} := \frac{1}{3} \cdot \frac{30^3 - 17^3}{30^2 - 17^2} \quad R_{Т1} = 12.05 \quad \text{мм}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ					

Рівняння рівноваги моментів:

$$K \cdot M_{кр} = f \cdot Q \cdot R_T + f \cdot (P_0 + G) \cdot R_T + f \cdot Q \cdot R_{T1} = f \cdot Q \cdot (R_T + R_{T1}) + f \cdot (P_0 + G) \cdot R_T$$

Необхідна сила затиску

$$Q := \frac{K \cdot M_{кр} - f \cdot (P_0 + G) \cdot R_T}{f \cdot (R_T + R_{T1})} \quad (2.7)$$

$$Q := \frac{4.0 \cdot 12.1 \cdot 10^3 - 0.16 \cdot (2700 + 23.5) \cdot 30}{0.16 \cdot (30 + 12)} \quad Q = 5.257 \times 10^3 \text{ Н}$$

2.1.2 Силовий розрахунок приводу

Оскільки сила затиску Q за конструкцією створюється безпосередньо на штоці 3 пневмоциліндра, то необхідно встановити необхідний діаметр його поршня. Сила на штоці пневмоциліндра:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D_u^2 - d_w^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (2.8)$$

де p – робочий тиск повітря в пневмосистемі, $p = 0,6 \text{ Н/мм}^2$;

η - коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра, $\eta = 0,9$;

d_w – діаметр штока (конструктивно);

D_u – діаметр пневмоциліндра:

$$D_u = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta} + d_w^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5260}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,9} + 30^2} = 125,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартний діаметр пневмоциліндра $D_u = 125 \text{ мм}$.

Фактичне зусилля на штоці пневмоциліндра:

$$N = 0,785 \cdot (125^2 - 30^2) \cdot 0,5 \cdot 0,9 = 5204 \text{ Н}$$

Фактичний коефіцієнт запасу:

$$K = 4 \cdot \frac{5204}{5260} = 3,96$$

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Розрахунок пристрою на міцність

Слабкою ланкою пристрою є різьбове з'єднання штока (поз. 3) з гайкою

(поз. 9) - $M16 \frac{6H}{6g}$. (Аркуш БР.ПМ-049.02.00.000 СК)

Матеріал з'єднання – сталь 45. Термообробка – покращення. Допустимі напруження ([8], табл. 15. с. 86):

$[\tau_{зр}] = 102,9$ МПа; $[\sigma_{зм}] = 254,8$ МПа; $[\sigma_p] = 166,6$ МПа.

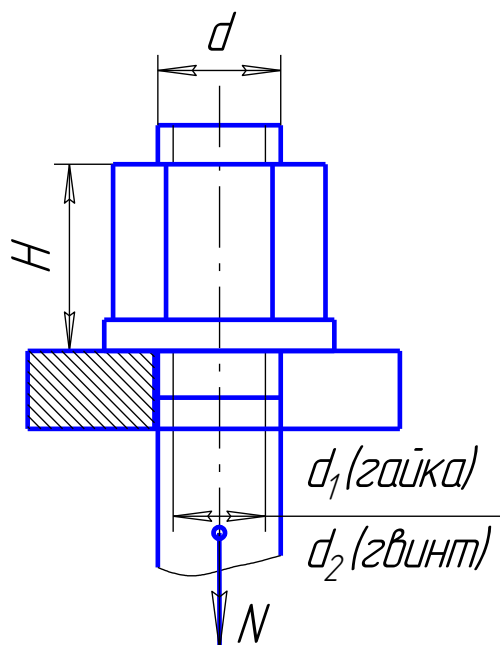


Рисунок 2.2 – Схема до розрахунку.

Умова міцності різьби гайки на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{N}{\pi \cdot 0,87 \cdot 0,61 \cdot d_1 \cdot H}, \text{ МПа} < [\tau_{зр}] \quad (2.9)$$

$$\tau_{зр} = \frac{5204}{\pi \cdot 0,87 \cdot 0,61 \cdot 13,835 \cdot 24} = 9,4 \text{ МПа} < [\tau_{зр}] = 102,9 \text{ МПа}$$

Умова міцності різьби стержня на змін.:

$$\sigma_{зм} = \frac{N}{0,785 \cdot (d^2 - d_2^2) \cdot z}, \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}] \quad (2.10)$$

де $z = 6$ – число одночасно працюючих витків.

$$\sigma_{зм} = \frac{5204}{0,785 \cdot (16^2 - 13,546^2) \cdot 6} = 15,23 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}] = 254,8 \text{ МПа}$$

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умова міцності стержня на розтяг:

$$\sigma_p = \frac{N}{0,785 \cdot d^2}, \text{ МПа} < [\sigma_p] \quad (2.11)$$

$$\sigma_p = \frac{5204}{0,785 \cdot 13,546^2} = 36,1, \text{ МПа} < [\sigma_p] = 166,6 \text{ МПа}$$

За всіма параметрами різьбове з'єднання працездатне.

2.1.4 Розрахунок пристрою на зносостійкість

Спрацювання кільця (поз. 5) не впливає на працездатність пристрою, в тому числі і на його точність, тому розраховуємо величину спрацювання пальця (поз. 4), від котрої залежить зміщення від номінального розташування кола, на котрому розміщені оброблювані отвори.

Розрахунок виконуємо за посібником [13] (с. 46...52).

1. Вибір величини спрацювання $\Delta_{сп}$ в залежності від форми і матеріалу пальця (табл. 1.15 с. 51)

$\Delta_{сп} = 65$ мкм – для циліндричного пальця, з сталі 20Х, цементованої та гартованої;

2. Поплавковий коефіцієнт, що враховує умови спрацювання пальця:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \text{ (с. 50, табл. 1.16, с. 51):} \quad (2.12)$$

де $K_1 = 0,91$ для гартованої сталі. Коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки;

$K_2 = 1,0$ для універсального верстата. Коефіцієнт, що враховує ВПД верстата;

$K_3 = 0,94$ робота з охолодженням. Коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$K_4 = 2,8$ для числа установок менше 5000. Коефіцієнт, що враховує число установок.

$$K = 0,91 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 2,8 = 2,395$$

3. Зносостійкість:

$$C = \frac{N_{табл}}{\Delta_{сп}} = \frac{100000}{65} = 1538 \text{ ШТ/МКМ.} \quad (2.13)$$

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{\text{табл}} = 100000$ шт. (табл. 1.15, с. 51)

4. Фактична зносостійкість:

$$C_{\phi} = \frac{C}{K} = \frac{1538}{2,395} = 642 \quad \text{шт./мкм} \quad (2.14)$$

5. Гарантована величина спрацювання при обробці річної програми:

$$\Delta_{\text{з.сн.}} = \frac{N}{C_{\phi}} = \frac{1100}{642} = 1,71 \quad \text{мкм} \approx 0,002 \quad \text{мм} \quad (2.15)$$

де річна програма $N = 1100$ шт.

2.1.5 Розрахунок точності пристрою

Встановлюємо допуск паралельності опорної поверхні кільця (поз. 5) до основи пристрою за 7 ступенем точності ГОСТ 24643-81: $T_{\text{II}} = 0,02$ мм.

Налагодження верстату на обробку виконується по пальцю (поз. 4), тому його зміщення відносно осі шпонок (поз. 16) не впливає на точність обробки.

Встановлюємо $T_{\text{зМ}} = 0,1$ мм.

На точність розміщення отворів, котрі обробляються на пристрої впливає зазор між деталлю та пальцем S_{max} , котрий приймаємо за похибку пристрою і визначимо з умови зміщення оброблюваного отвору відносно бази.

Розташування отворів на заданому колі не залежить від точності пристрою, а забезпечується верстатом.

Розрахункова формула:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\left(\frac{T_{L1}}{1,2}\right)^2 \cdot \left[1 - \left(\frac{\omega}{T_{L1}}\right)\right]^2 - \varepsilon_6^2 - \varepsilon_3^2}, \text{ мм} \quad (2.16)$$

$T_{L1} = 0,1$ мм (креслення деталі):

Економічна точність обробки для отворів $\varnothing 10,5^{+0,18}$ мм;

$\omega = \pm 0,03,5$

Похибка базування $\varepsilon_6 = \Delta_{\text{г.сн}} = 0,002$ мм.

Похибка закріплення $\varepsilon_3 = 0$, сила закріплення паралельна напрямку обробки.

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\left(\frac{0,1}{1,2}\right)^2 \cdot \left[1 - \left(\frac{0,035}{0,1}\right)\right]^2 - 0,002^2} = 0,054 \quad \text{мм.}$$

Допуск на виготовлення пальця (нижня границя)

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ				

$$T_n = \varepsilon_{np} - T_{ome} = 0,054 - 0,025 = 0,029 \text{ мм.}$$

де $T_{отв} = 0,025$, допуск на отвір в деталі - $\varnothing 35H7$.

За таблицею 4 ([8], с. 291) вибираємо посадку $35g6^{(-0,009)}_{(-0,025)}$.

Тоді $S_{max} = 0,025 + 0,025 = 0,05 \text{ мм.}$

Відносний запас на спрацювання пальця або на зменшення точності обробки становить $0,004 \text{ мм.}$

2.2 Опис призначення, будови і роботи пристрою для нарізання зубів конічного колеса

Оправка призначена для нарізання зубів $z = 48$; $m = 3,5$ у колесі ДВКР 17.01.01.002.

Оправка використовується на зубофрезерному верстаті СТ 267064.

Оправка складається з корпусу 1, який встановлюється у шпінделі верстата ($\varnothing 100^{(-0,005)}_{(-0,007)}$, $\triangleright 1:20$) і фіксується шпонкою в пазу $16^{(-0,018)}_{(-0,061)}$.

В корпусі 1 розміщена втулка 3, в якій рухається цанга 2. Втулка 3 затиснена гайкою спеціальною 5, між ними знаходиться втулка упорна 4.

У різьбовому отворі цанги закріплена тяга 6, другий кінець якої з'єднаний з гідроприводом верстата. При русі гідроприводу вперед, тяга 6 виводить цангу 2 з конічного отвору втулки 3, розрізна частина цанги розходиться, і в ній встановлюють оправку на яку надівається колесо.

При русі гідроприводу верстата в зворотному напрямку, цанга затискає хвостик оправки і деталь рухається разом з цангою до упора в торець корпусу 1.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.1 Розрахунок сили затиску та визначення параметрів механізму затиску

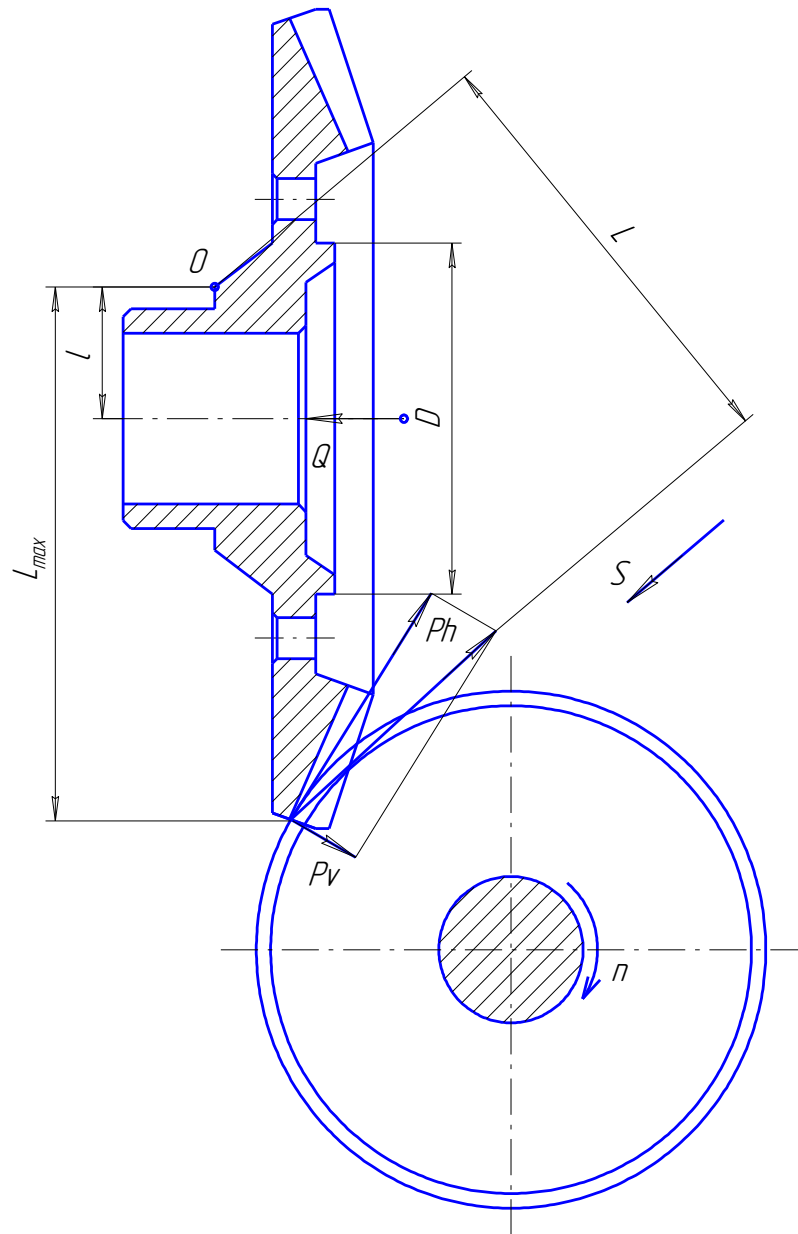


Рисунок 2.3 – Схема до визначення сили закріплення деталі

Під час обробки на заготовку діють складові сили різання: горизонтальна P_h намагається посунути деталь в напрямку подачі, а вертикальна P_v – перемістити в напрямку до центра фрези. Найгірші умови складаються на початку повного врізання фрези.

В цьому випадку рівнодійна цих сил намагається повернути заготовку навколо точки “O” на плечі приблизно рівному L_{max} .

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умова рівноваги:

$$K \cdot Phv \cdot L_{\max} \leq Q \cdot \left(l + \frac{D}{2} \right), \quad (2.17)$$

Лінійні розміри з креслення деталі:

$$D = 72 \text{ мм}; l = 27 \text{ мм}; L_{\max} = 110 \text{ мм}.$$

Окружна сила різання:

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N_{\text{різ}}}{V}, \text{ Н ([2], с. 280)} \quad (2.18)$$

$$N_{\text{різ}} = 3 \text{ кВт}; V = 52,4 \text{ м/хв}.$$

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 3}{52,4} = 3504 \text{ Н}.$$

За таблицею 42 ([2], с. 292):

$$P_h = 1,1 \cdot P_z; P_v = 1,125 \cdot P_z.$$

$$P_h = 1,1 \cdot 3504 = 3854 \text{ Н}; P_v = 1,125 \cdot 3504 = 438 \text{ Н}.$$

Як бачимо, рівнодійна P_{hv} направлена близько до напрямку дії сили P_h , тоді суттєво міняється плече дії рівнодійної.

Кут дії рівнодійної:

$$\gamma = \arctg \frac{P_v}{P_h} = \arctg \frac{438}{3854} \approx 6^{\circ} 29'$$

Тоді плече дії сили $P_{hv} - L = 68 \text{ мм}$.

Коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6; \text{ ([2], с. 84, 85):}$$

де гарантований коефіцієнт запасу $K_0 = 1,5$;

- коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності, $K_1 = 1,2$;

- коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання внаслідок затуплення різального інструменту, $K_2 = 1,6$ (табл.9, с. 84);

- коефіцієнт, що враховує переривчасте різання, $K_3 = 1,0$;

- коефіцієнти K_4 і K_5 відносяться до приводів односторонньої дії та ручних;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ					

2.2.3 Розрахунок пристрою на точність

За точність обробки в пристрої приймемо точність виготовлення між осьового кута передачі, привівши його до точності виготовлення кута конуса впадин, так як налагодження верстата здійснюється по цьому параметру на кожну деталь індивідуально.

На точність отримання цього параметра впливає величина торцьового биття базового торця пристрою відносно осі конічної поверхні "А".

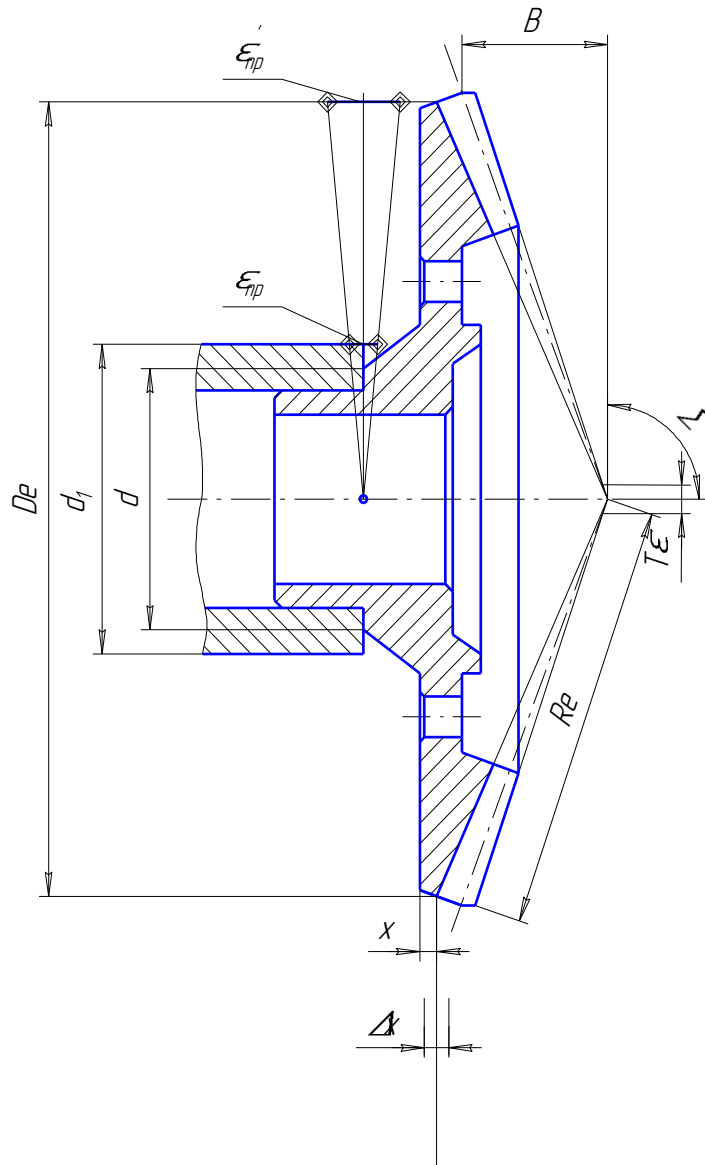


Рисунок 2.4 – Схема формування точності обробки

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ					

За таблицею 84 [8 т.2, с.348] для заданого зубчастого колеса $E_{\Sigma} = 0,05$ мм.

Похибка на налагоджуваному розмірі:

$$\Delta X = E_{\Sigma} \cdot \frac{Re}{B}, \text{ мм.} \quad (2.23)$$

$Re = 89,11$ мм (креслення деталі);

$$B = 0,5 \cdot d_{e1} - h_{ae} \cdot \sin \delta_2;$$

З креслення деталі: $h_{ae} = 7,7$ мм., $\delta_2 = 70^{\circ}30'$.

$$d_{e1} = m_e \cdot z_1 = 3,5 \cdot 24 = 84 \text{ мм.}$$

де $z_1 = 24$ – число зубів спряженого колеса

$$B = 0,5 \cdot 84 - 7,7 \cdot \sin 70^{\circ}30' = 34,74 \text{ мм.}$$

$$\Delta X = 0,05 \cdot \frac{89,11}{34,74} = 0,128 \text{ мм.}$$

За посібником [13]:

з формул: $\varepsilon_L = 0,9 \cdot T_L$; $\omega_L + \varepsilon_{yL} \leq \varepsilon_L$ (с.56) та $\varepsilon_n = 0,5 \cdot \omega$ (с. 59) можна вивести, що похибка установки $\varepsilon_y = 0,9 \cdot T_L - 2 \cdot \varepsilon_n$.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_z^2}, \text{ але } \varepsilon_z = 0, \text{ так як налагодження по кожній деталі, то } \varepsilon_y = \varepsilon_{\delta}.$$

Допуск на деталь $T_L = \Delta x = 0,128$ мм., $D_e = 160$ мм, $d = 54$ мм (креслення деталі) $T_{\uparrow} = 0,02$ мм.

Похибка налагоджування $\varepsilon_n = \varepsilon_{рег}$ (с. 59) – за попередніми умовами налагоджування.

$$\varepsilon_{рег} = \sqrt{(K_p \cdot \Delta_p)^2 + (K_{\delta} \cdot \Delta_{\delta})^2}, \text{ мм ([4], с. 70)} \quad (2.24)$$

де Δ_p – похибка установки інструменту на розмір, $\Delta_p = 0,005$ мм, використання індикаторного упора з ціною поділки $0,002$ мм. [4, табл. 26, с. 71].

Похибка вимірювання $\Delta_B = 0,0035$ мм ([3], табл. 14, с. 562).

$K_p = 1,14$; $K_B = 1$ ([4], с. 70).

$$\varepsilon_{рег} = \sqrt{(1,42 \cdot 0,005)^2 + (1 \cdot 0,0035)^2} = 0,008 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{\delta} = 0,9 \cdot 0,128 - 2 \cdot 0,008 = 0,099 \text{ мм.}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ				

Так як,

$$\varepsilon_{\sigma} = \varepsilon_{np}^I + T_{\uparrow} \cdot \frac{D_e}{d}, \text{ мм} \quad (2.25)$$

то

$$\varepsilon_{np}^I = \varepsilon_{\sigma} - T_{\uparrow} \cdot \frac{D_e}{d} = 0,099 - 0,02 \cdot \frac{160}{54} = 0,04 \text{ мм.}$$

а

$$\varepsilon_{np} = \varepsilon_{np}^I \cdot \frac{d_1}{D_e} = 0,04 \cdot \frac{60}{160} = 0,0150 \text{ мм.}$$

де $d_1 = 60$ мм – діаметр опорної поверхні пристрою.

Для розміру $\varnothing 60$ мм за ГОСТ 24643-81 встановлюємо величину торцьового биття за 6 ступенем точності: $\varepsilon_{np} = 0,01$ мм.

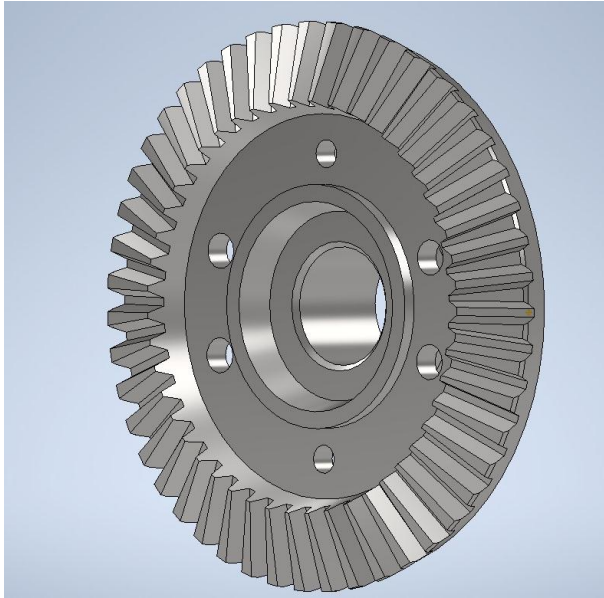
Отриманий запас можна враховувати при налагодженні інструменту.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

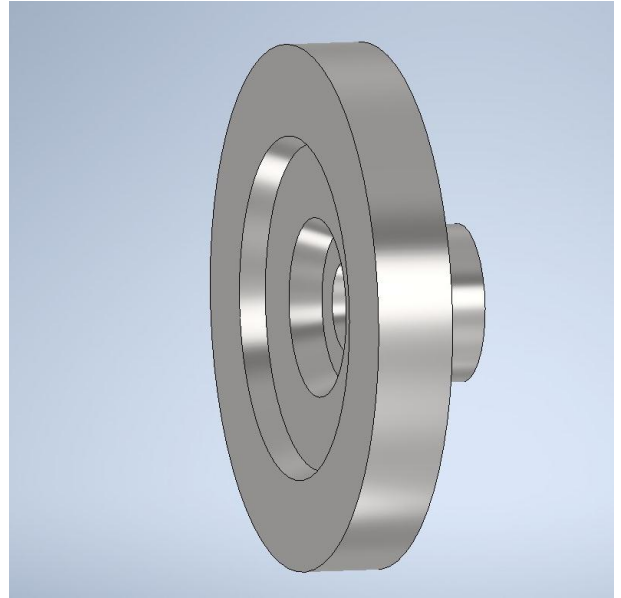
3 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

Для розроблення керуючих програм обробки деталі «Колесо» на верстаті з ЧПК була використана система PowerMill.

Початковою основою для роботи в програмі необхідні тривимірні моделі деталі та заготовки. Моделі були створені з допомогою AutoDesk Inventor (рисунки 3.1, а), б)).



а)



б)

Рисунок 3.1 – Тривимірні моделі: деталі (а) та заготовки (б)

Обидві моделі для імпорту в PowerMill були збережені в універсальному форматі «*.igs» а далі імпортовані в систему (рисунок 3.2).

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ					

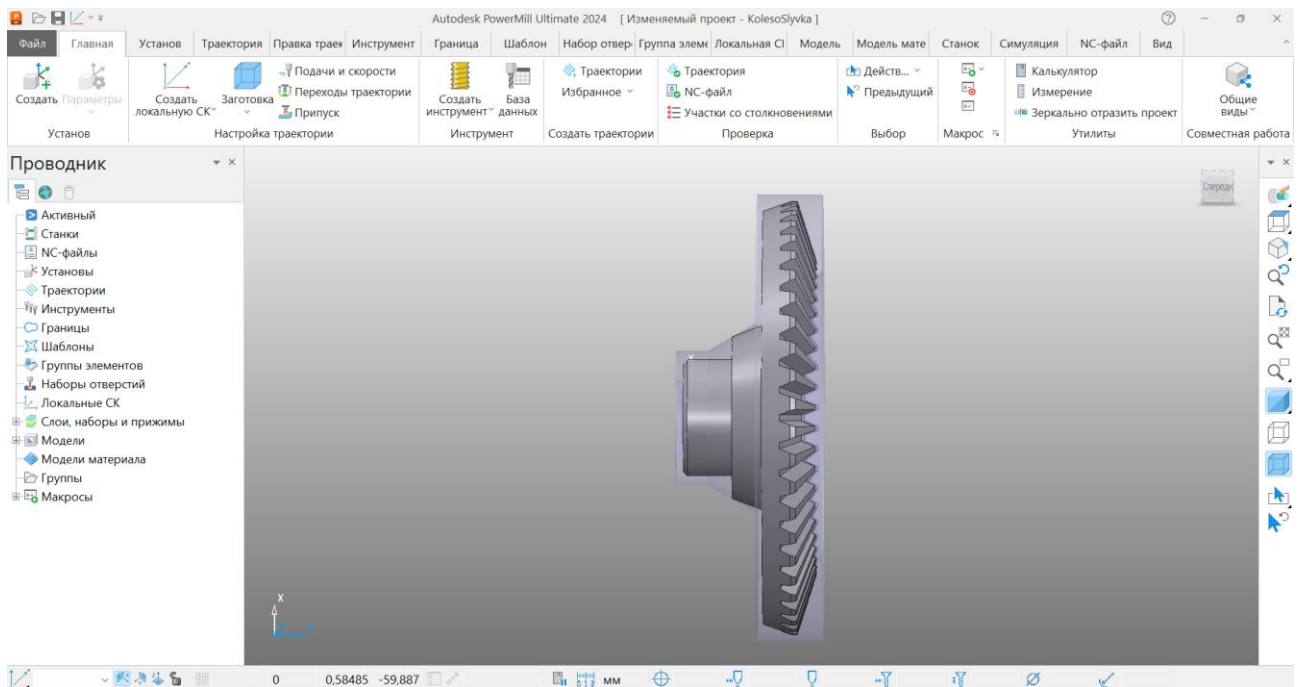


Рисунок 3.2 – Моделі деталі та заготовки, імпортовані в систему PowerMill

Етапи проектування траєкторій обробки, їх розрахунку для створення керуючих програм обробки на верстаті з ЧПК наведено на рисунках 3.3 – 3.38. Керуючі програми наведені в Додатку.

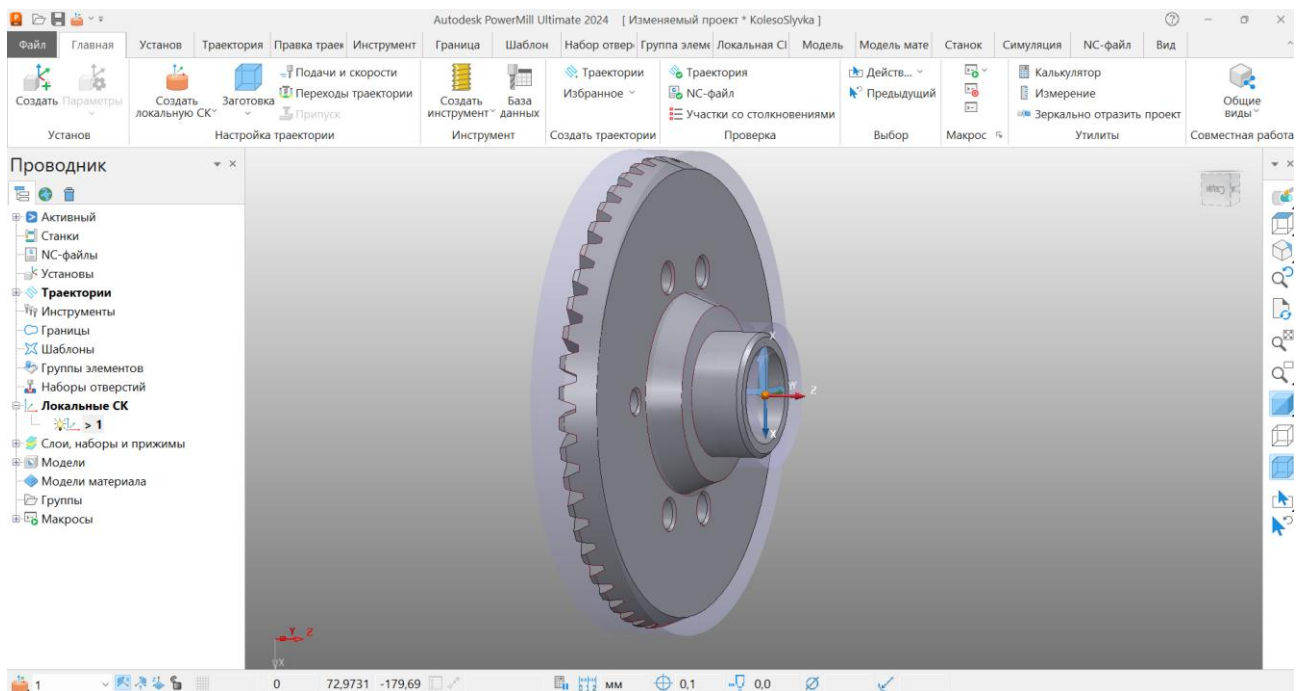


Рисунок 3.3 – Створення локальної системи координат

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

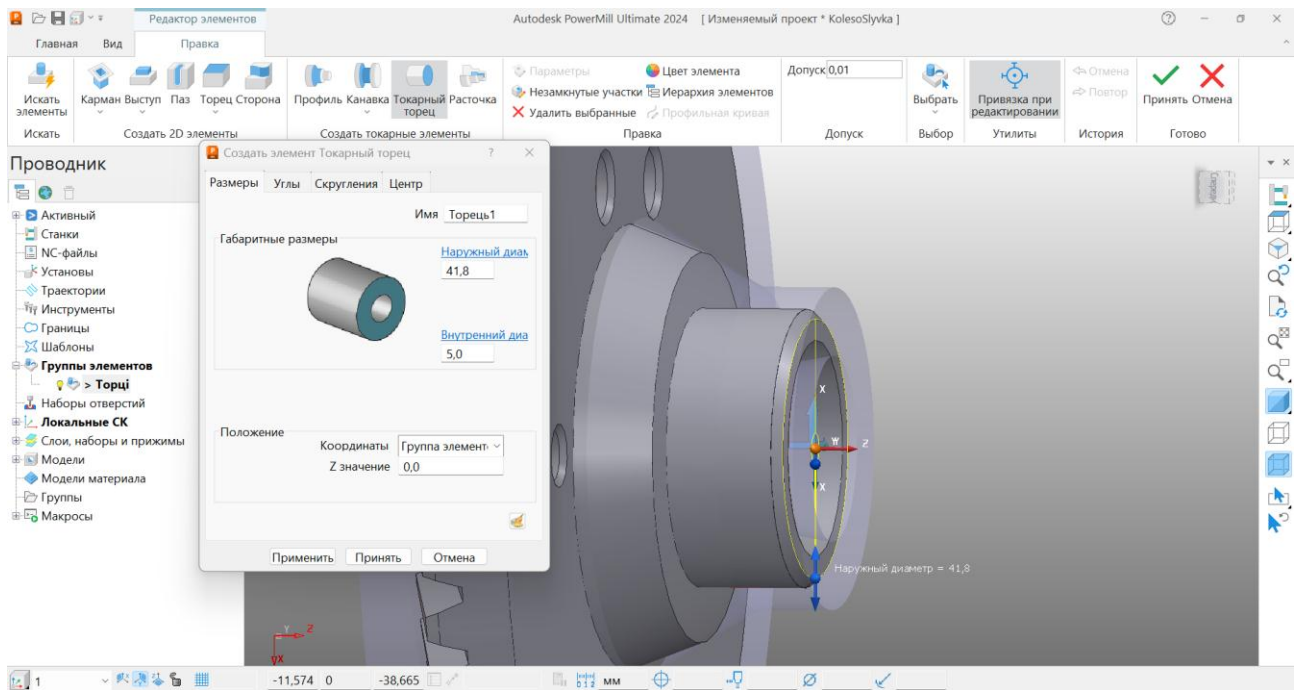


Рисунок 3.4 – Задання зовнішнього діаметру для елемента «Токарний торець»

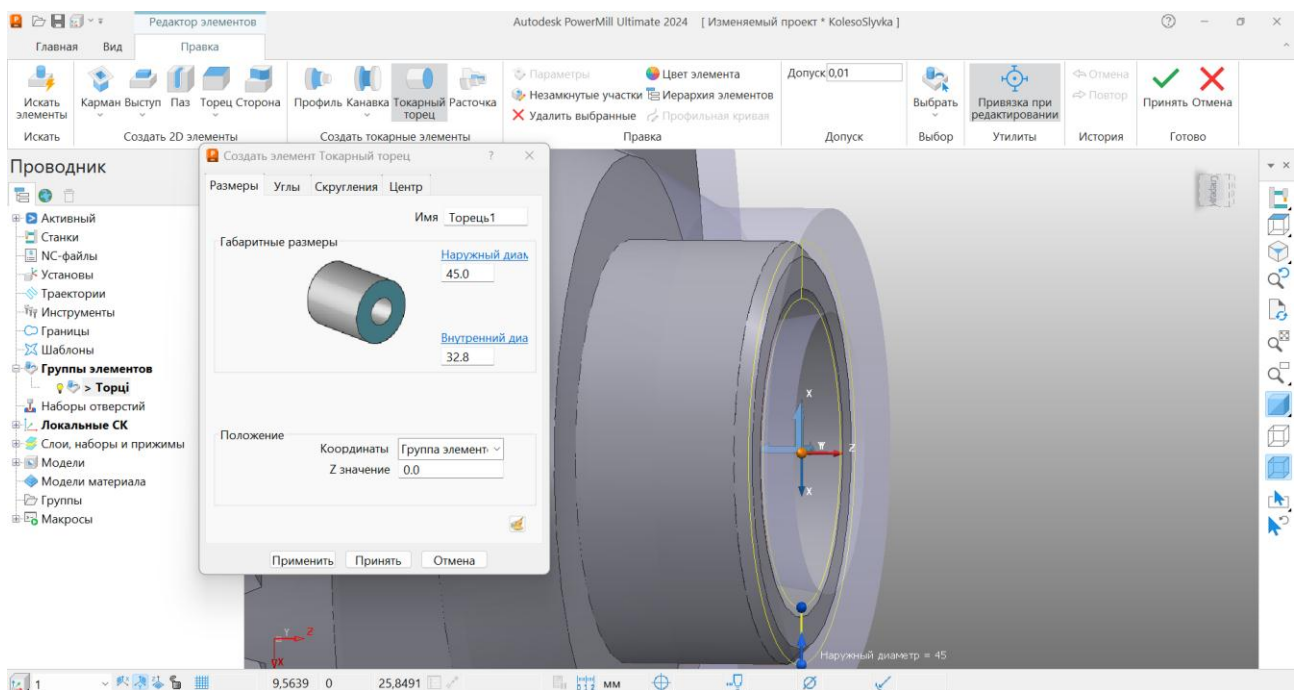


Рисунок 3.5 – Задання внутрішнього діаметру для елемента «Токарний торець»

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

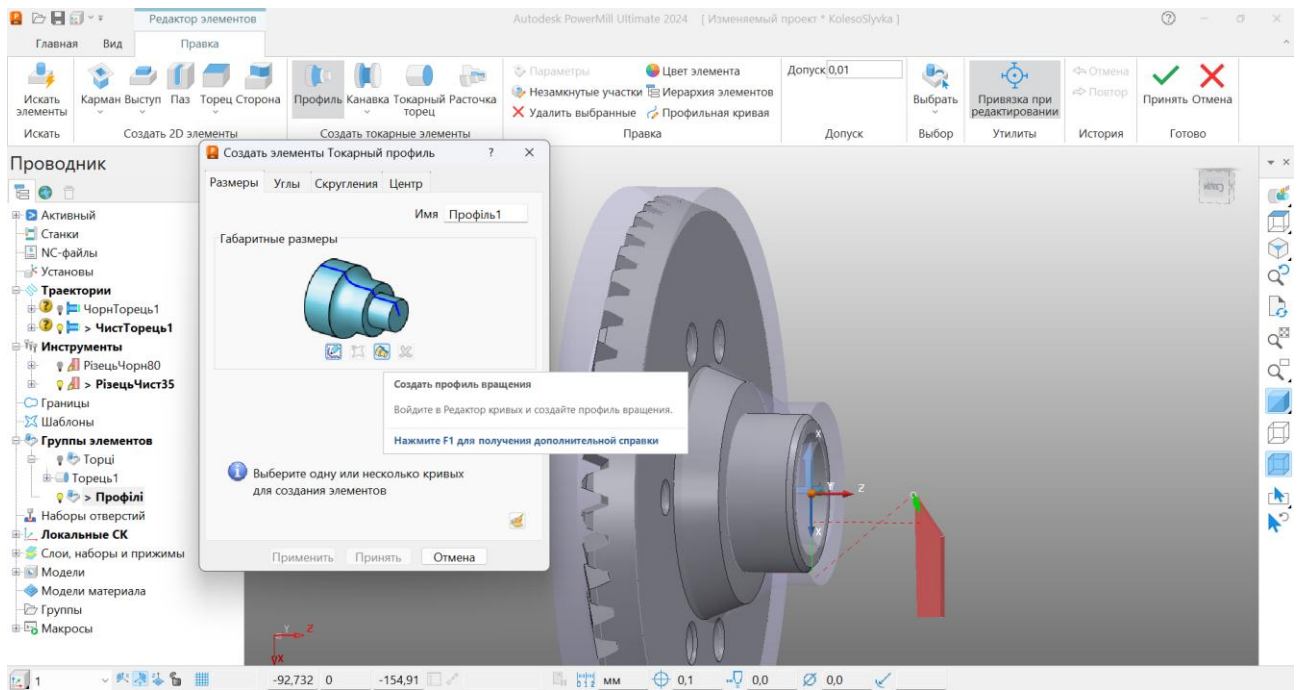


Рисунок 3.10 – Початок створення елемента «Токарний профіль»

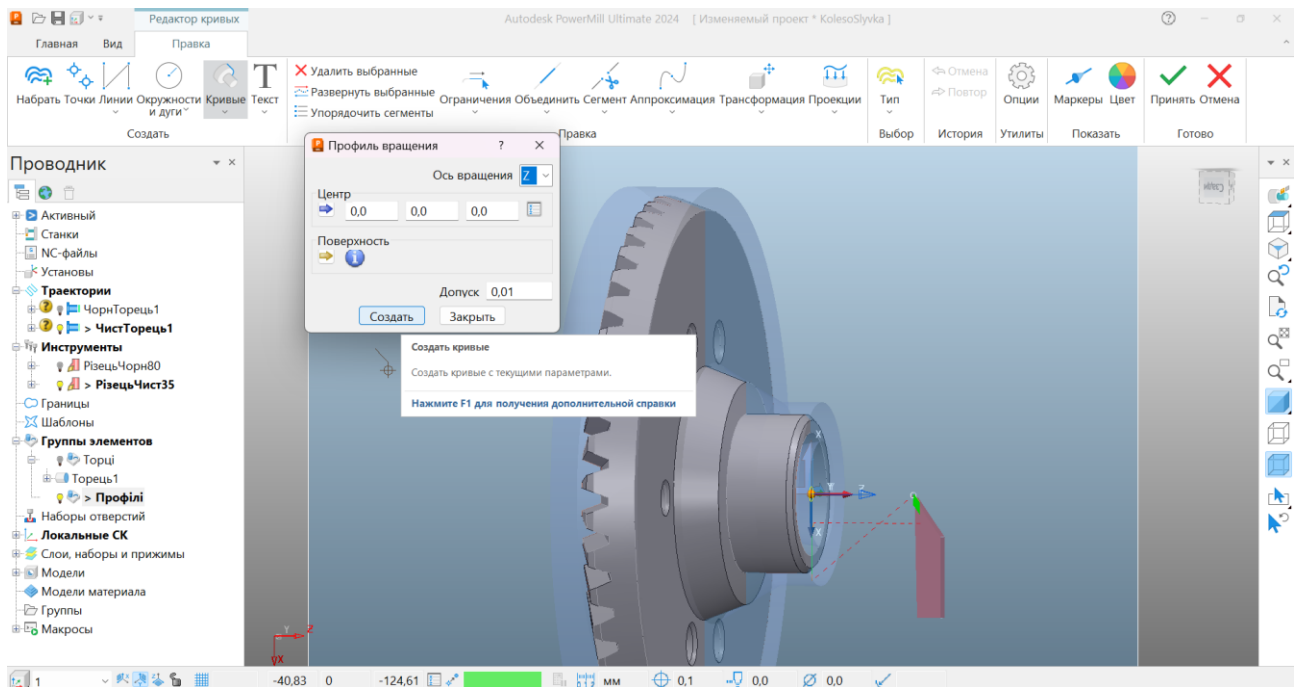


Рисунок 3.11 – Перетин площиною для створення профілю обертання

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

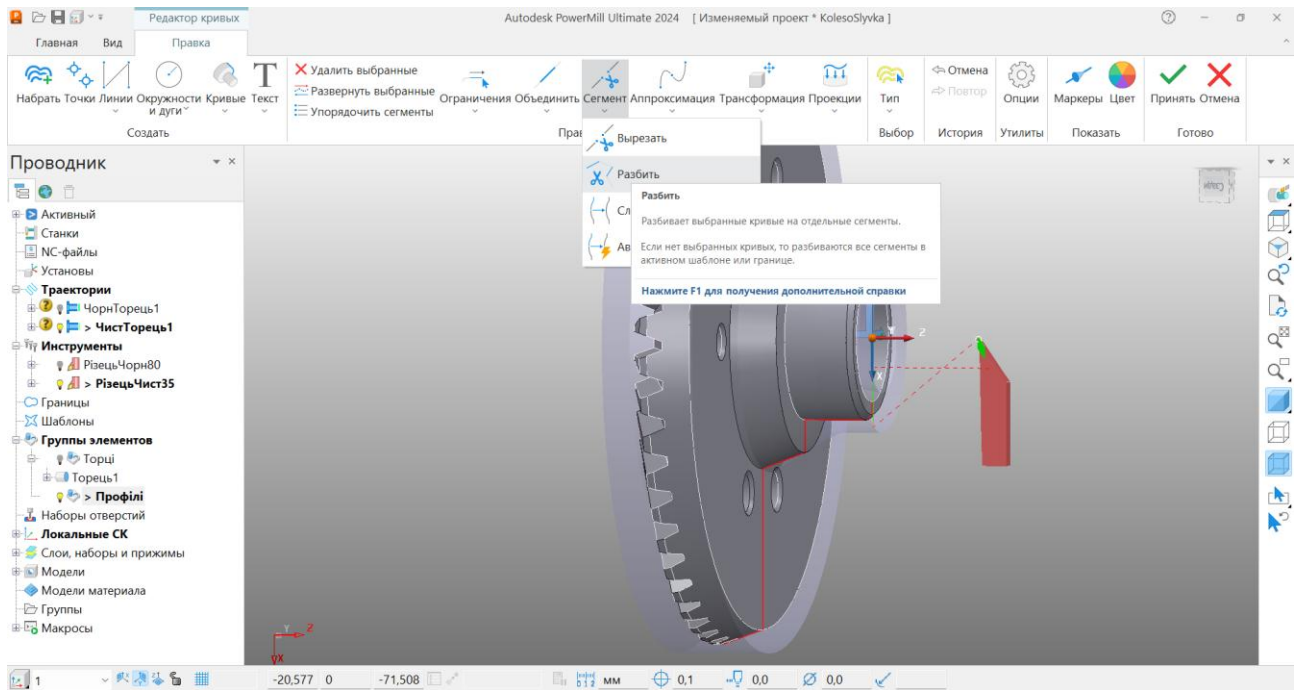


Рисунок 3.12 – Розбиття лінії перетину на складові

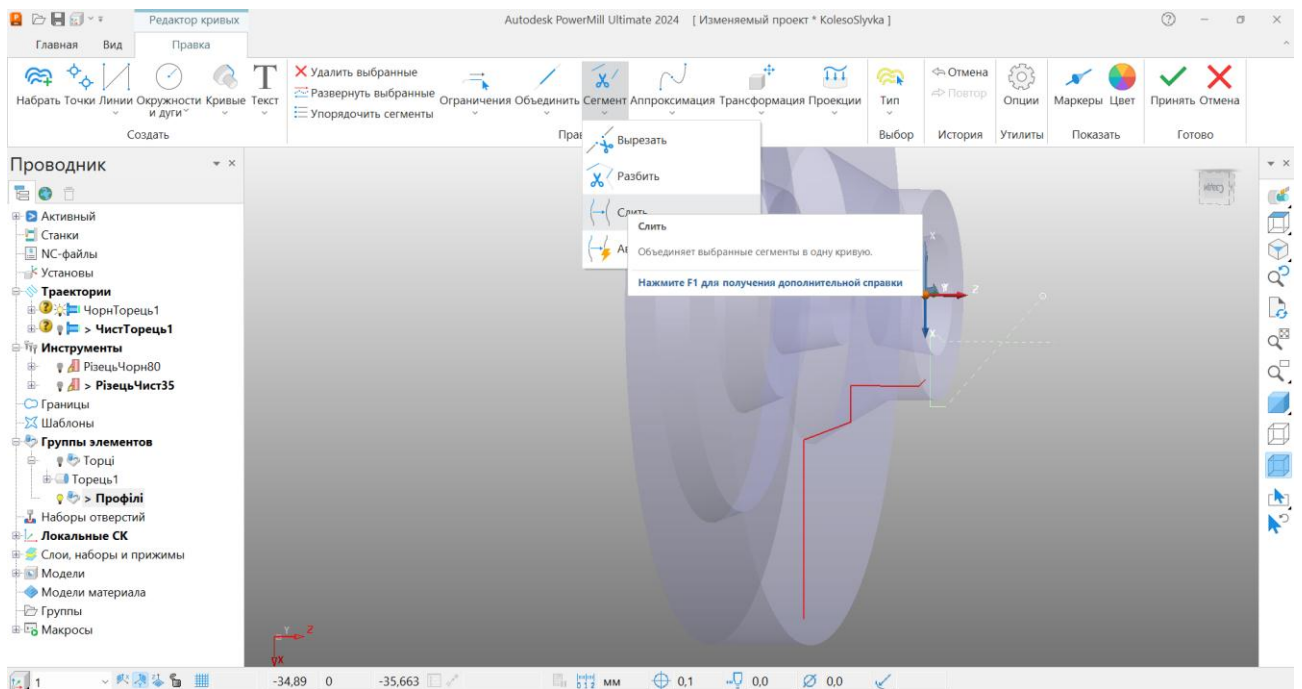


Рисунок 3.13 – Злиття елементів токарного профілю в один контур

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

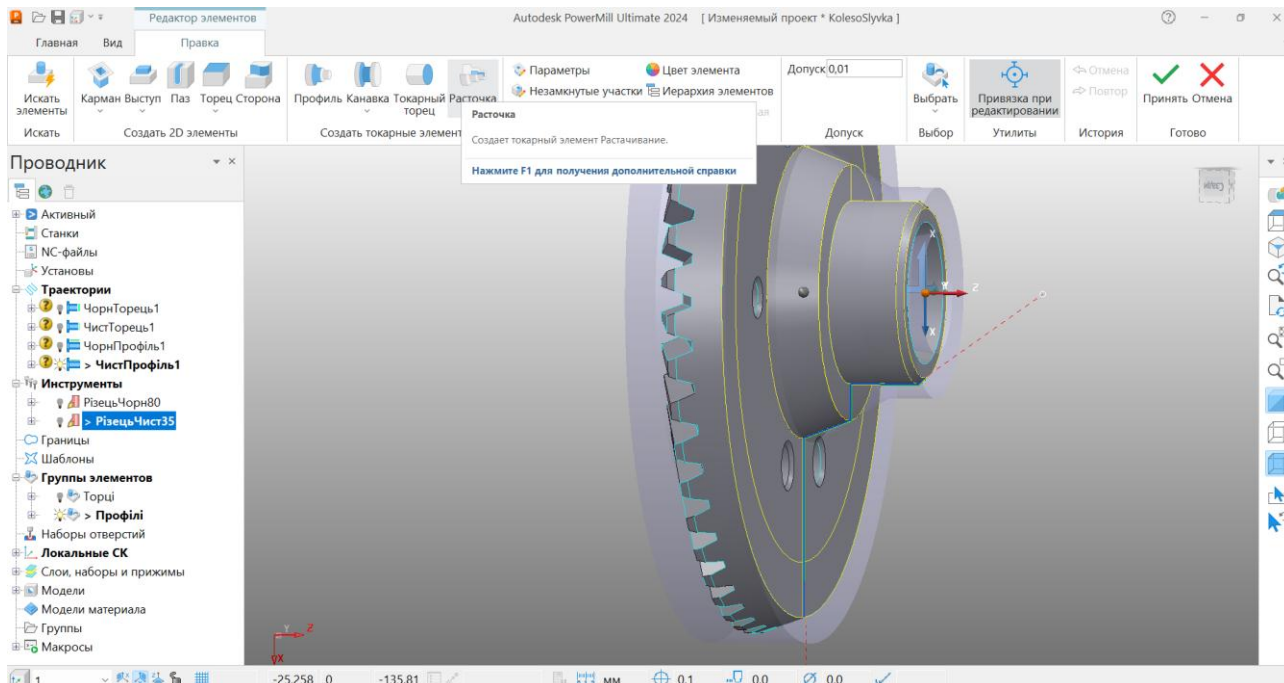


Рисунок 3.18 – Початок створення елемента «Розточування»

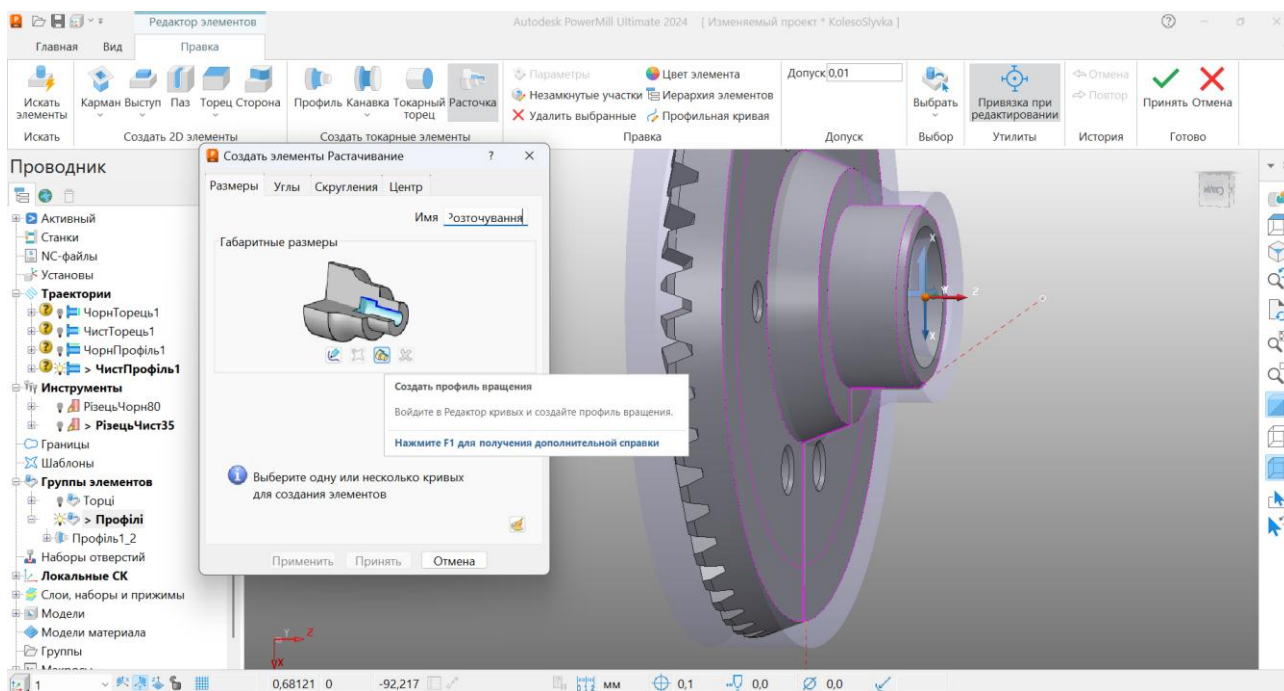


Рисунок 3.19 – Створення профілю обертання

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

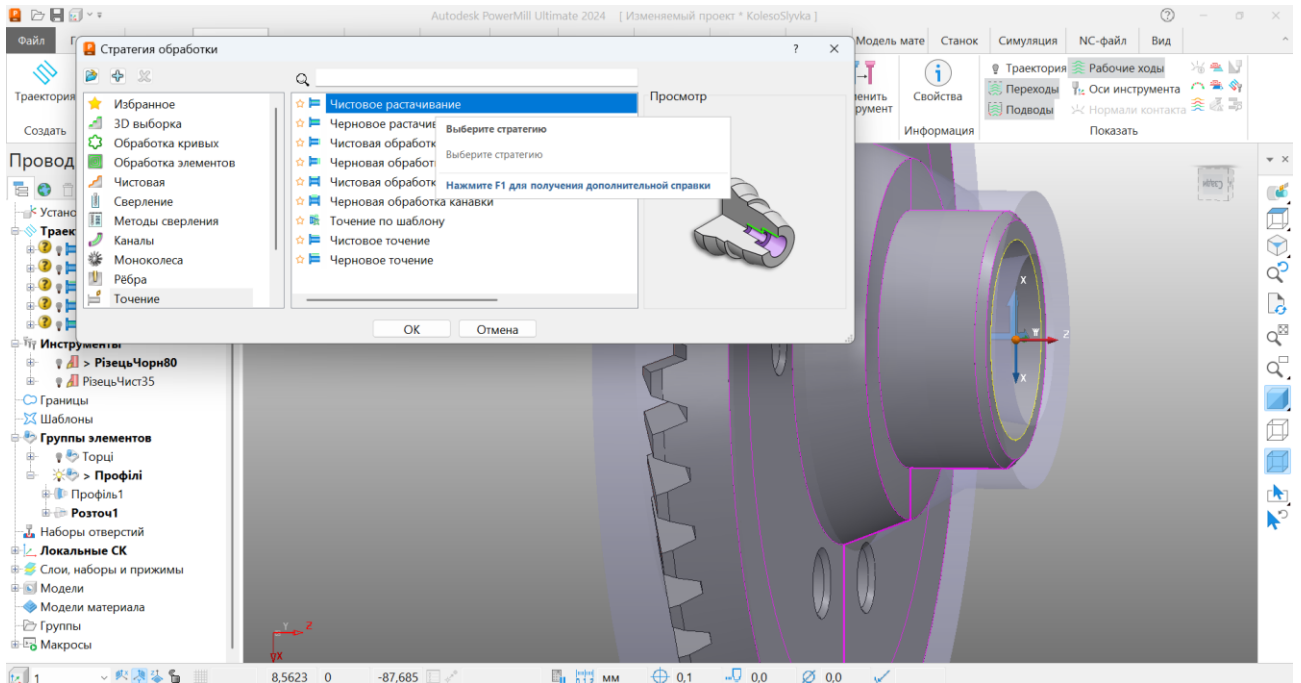


Рисунок 3.22 – Вибір стратегії обробки

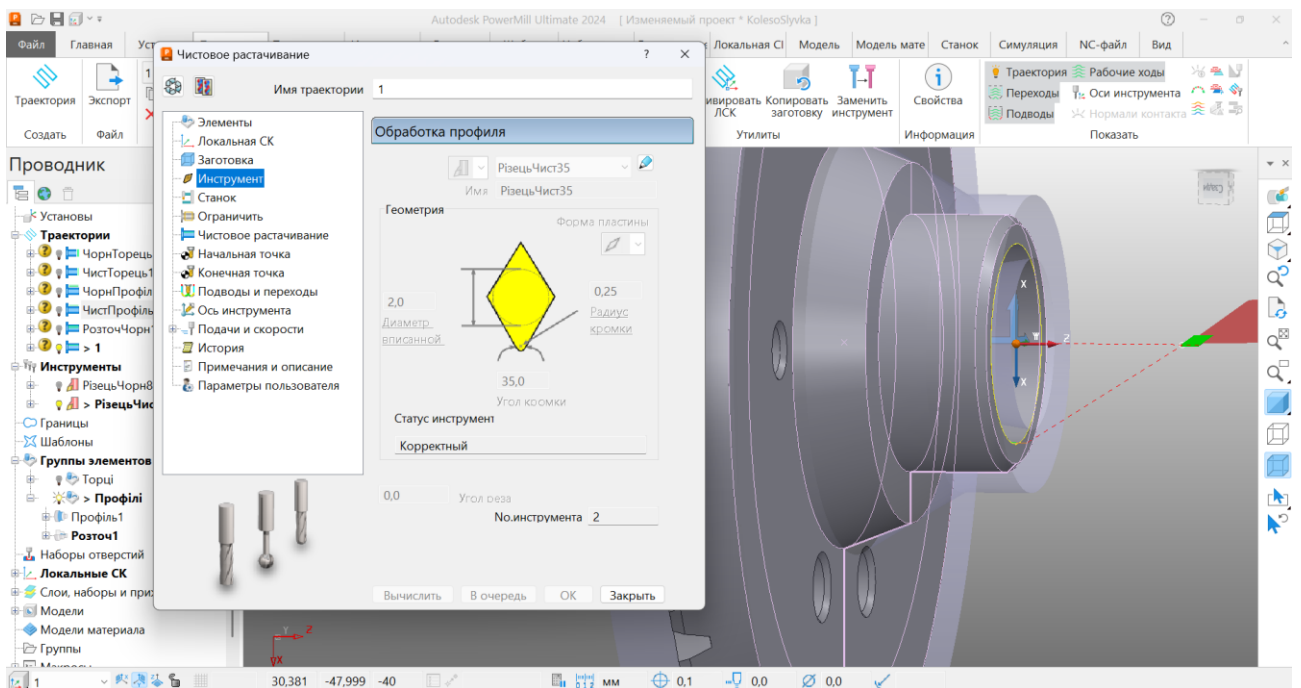


Рисунок 3.23 – Проектування чистового розточування

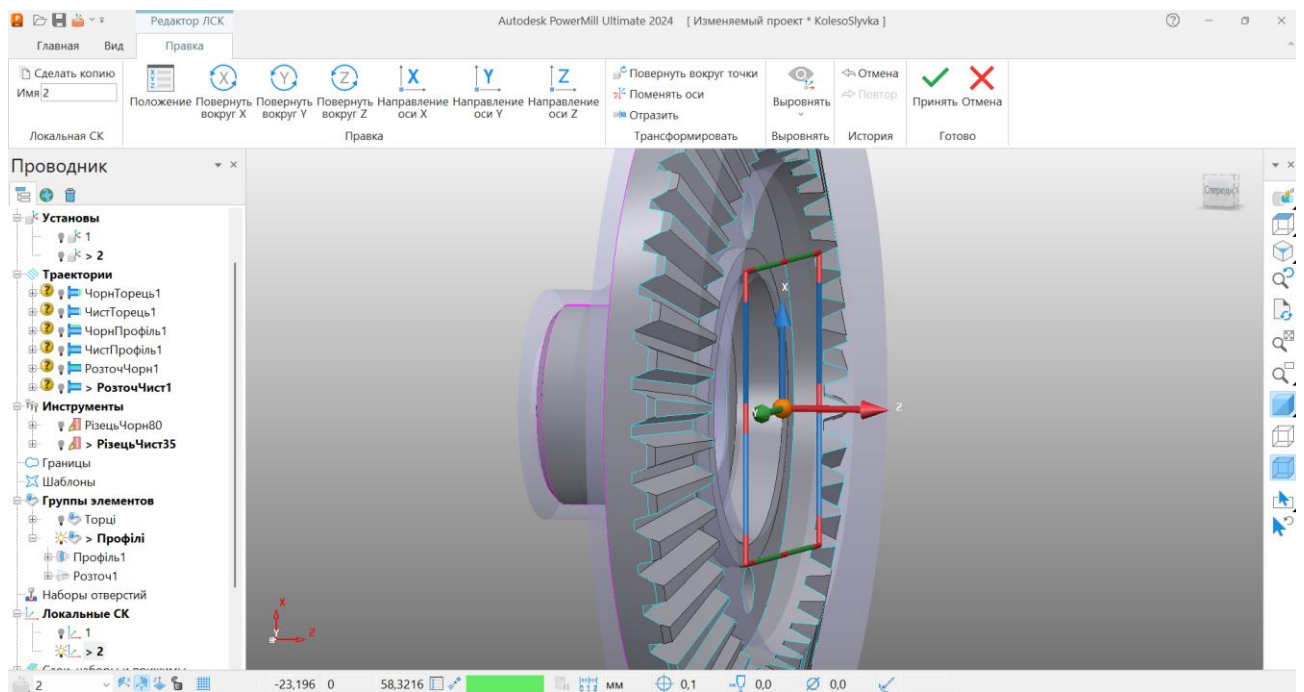


Рисунок 3.24 – Створення локальної системи координат

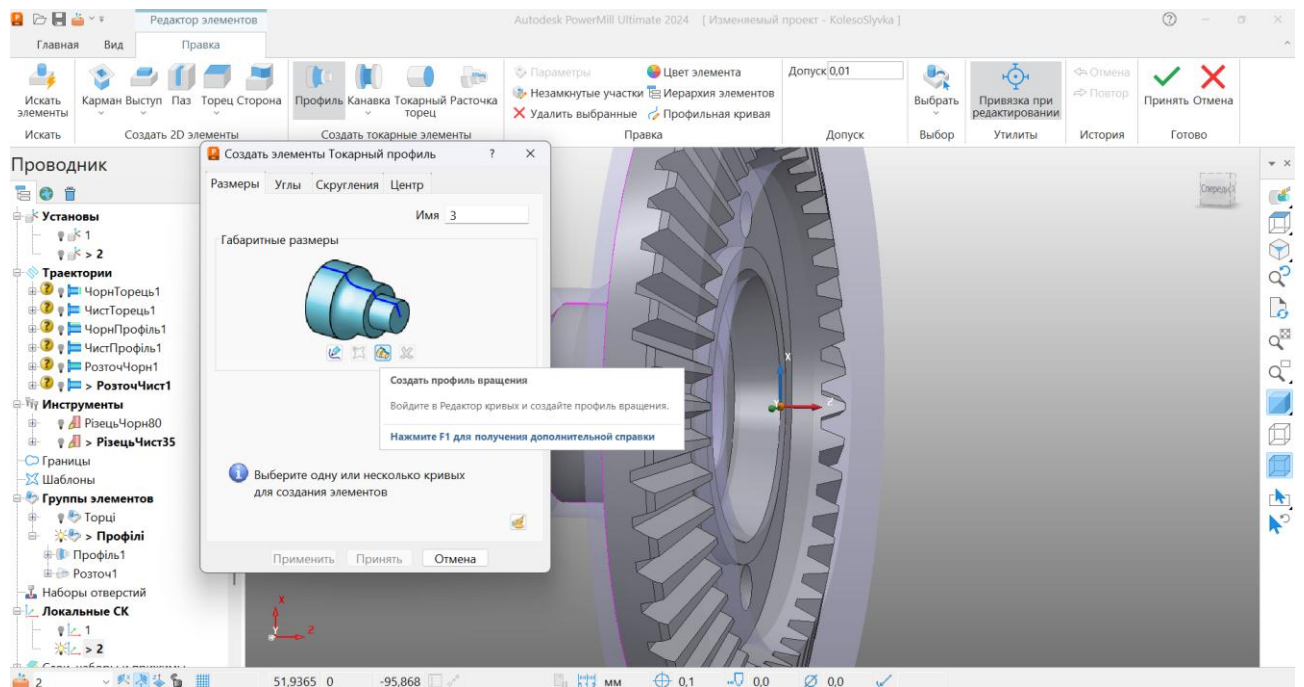


Рисунок 3.25 – Створення элементу «Токарний профіль»

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
БР.ПМ-049.00.000 ПЗ									

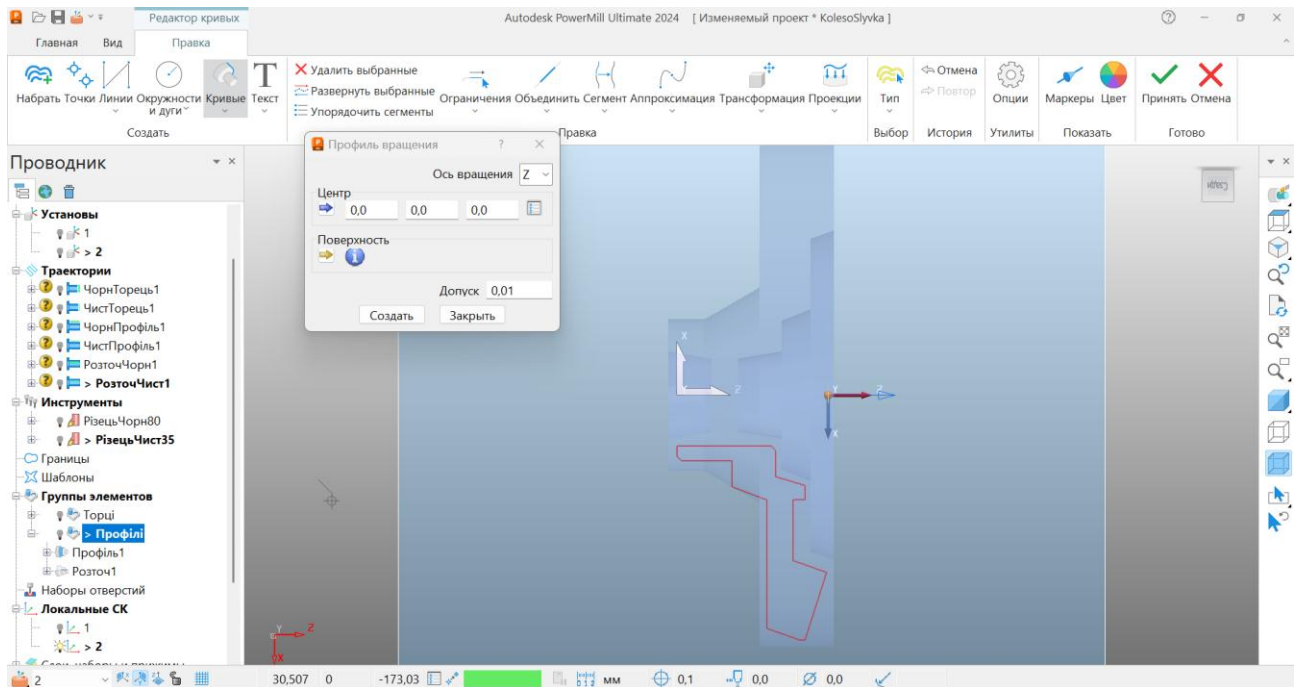


Рисунок 3.26 – Перетин площадью

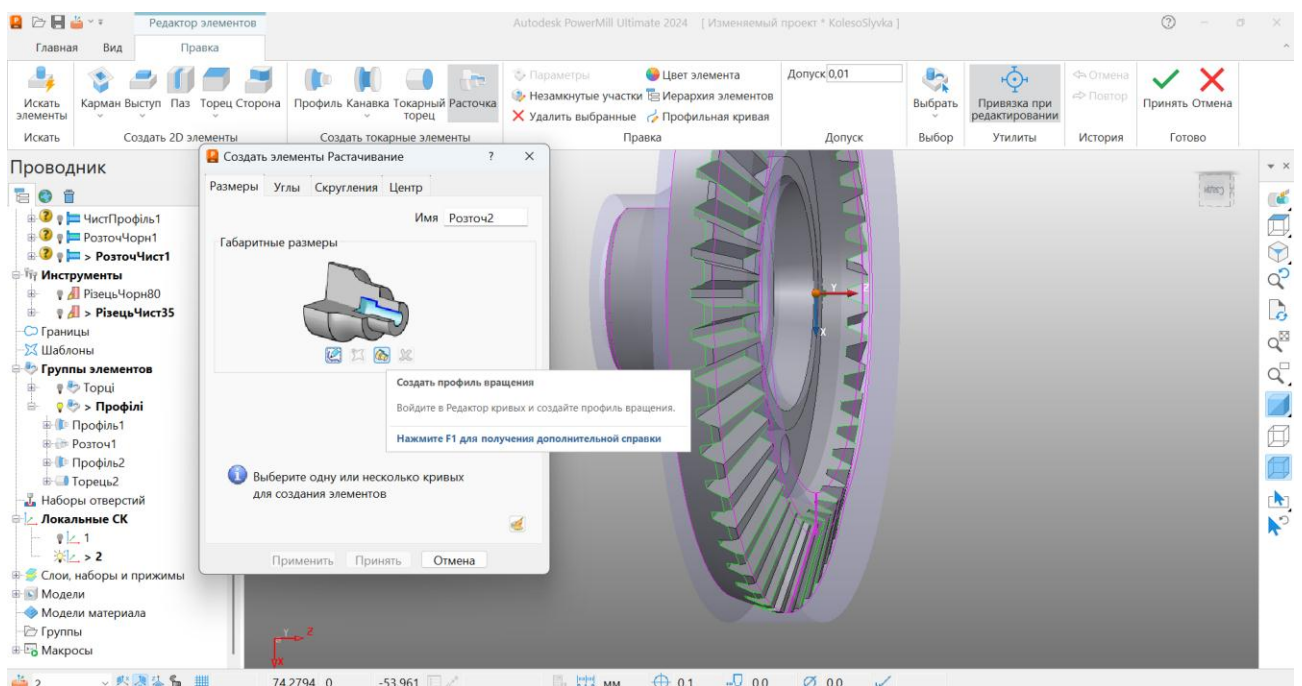


Рисунок 3.27 – Створення елемента «Розточування»

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ



Рисунок 3.28 – Створення профілю обертання

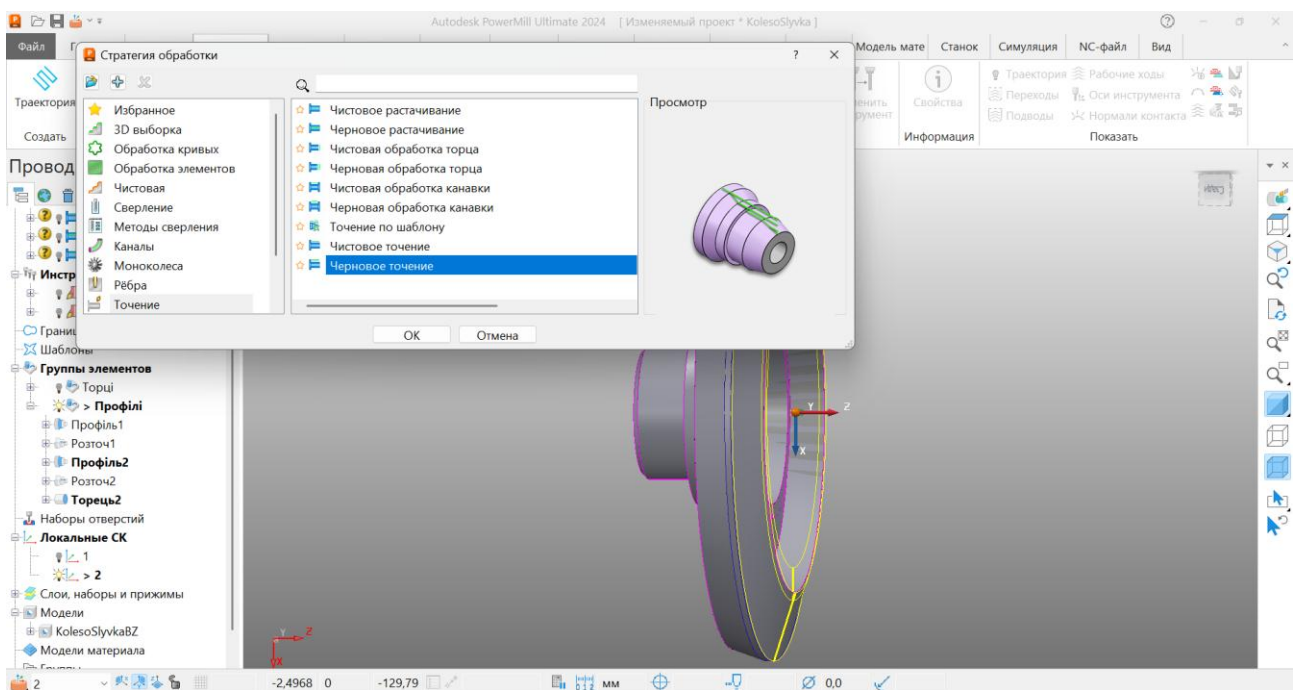


Рисунок 3.29– Вибір стратегії обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

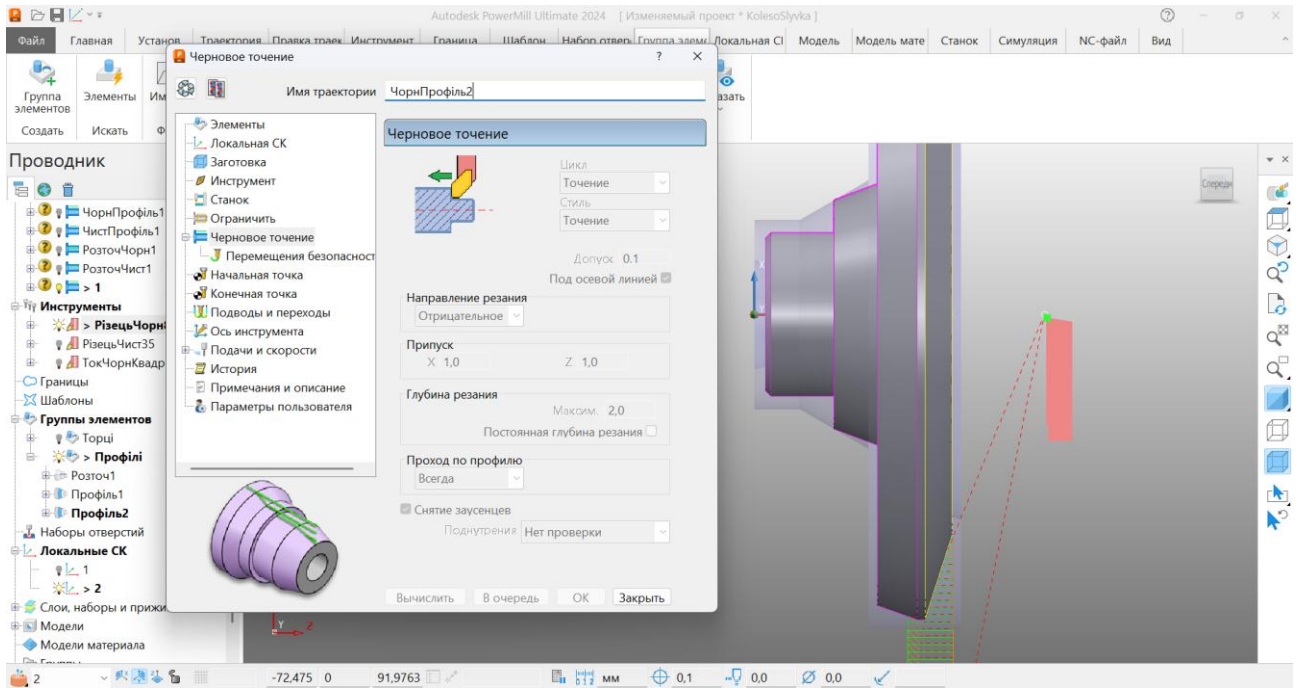


Рисунок 3.30 –Проектування чорнового точіння

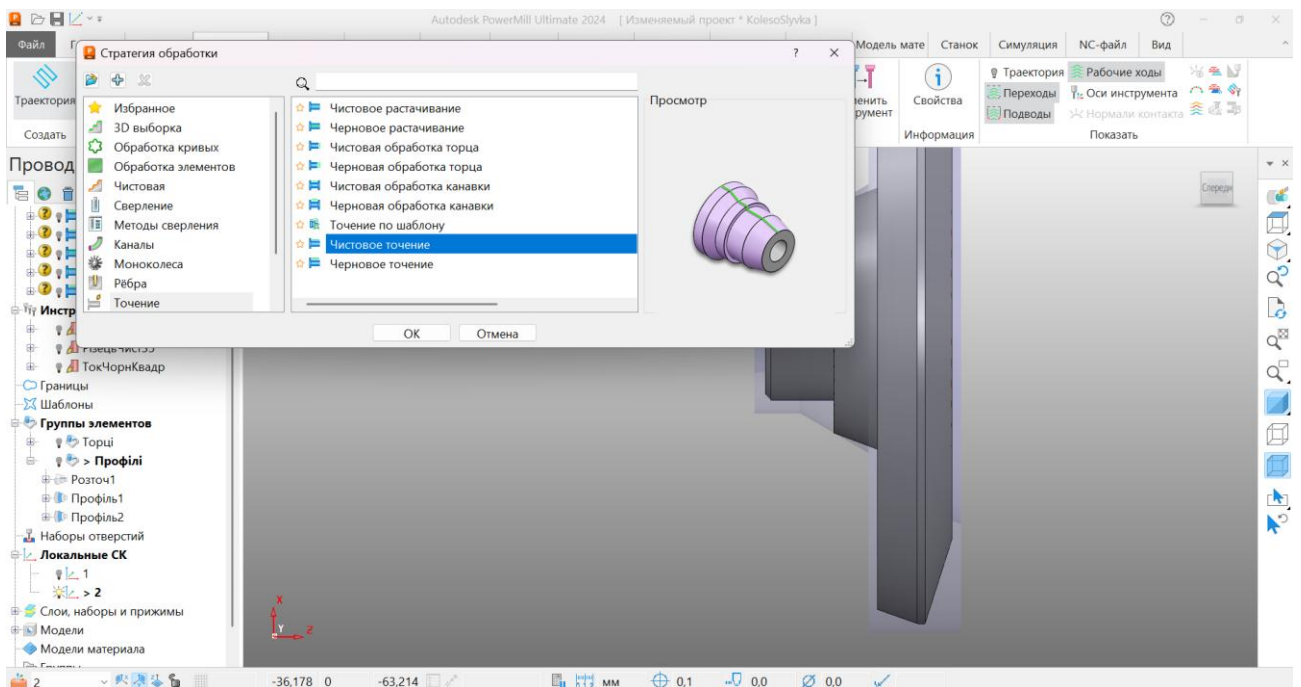


Рисунок 3.31 – Вибір стратегії обробки

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ					

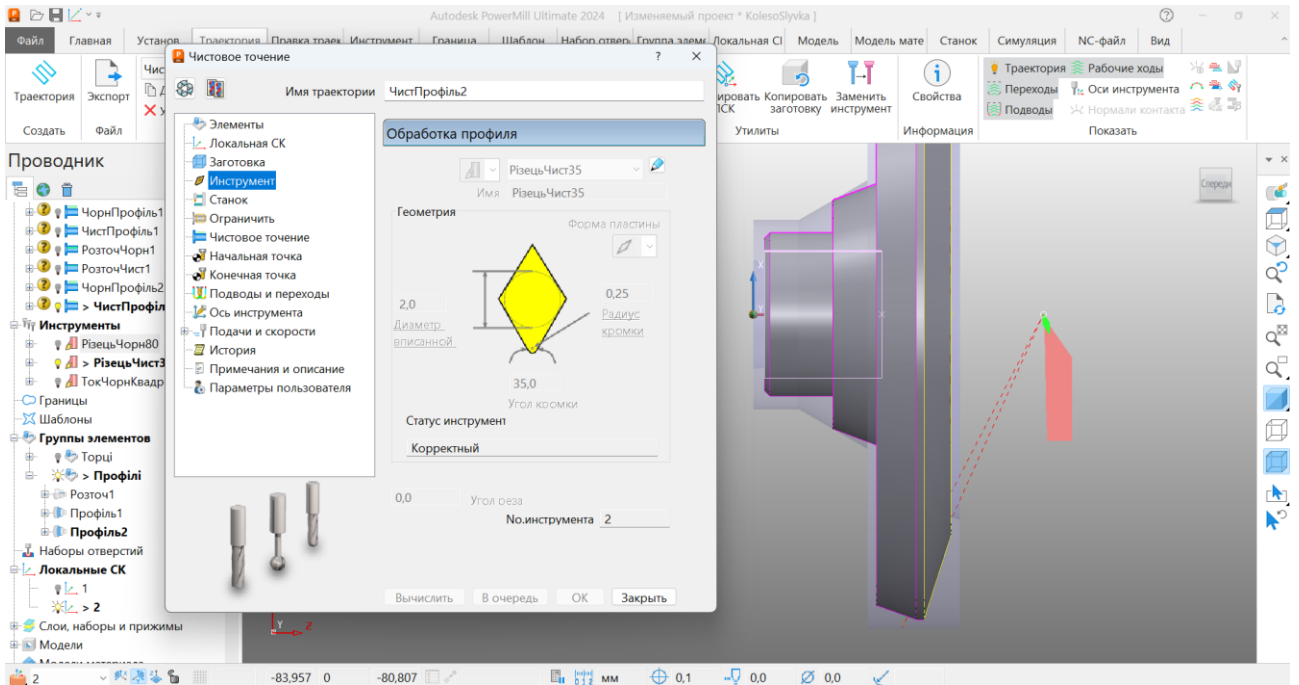


Рисунок 3.32 – Проектування чистового точіння

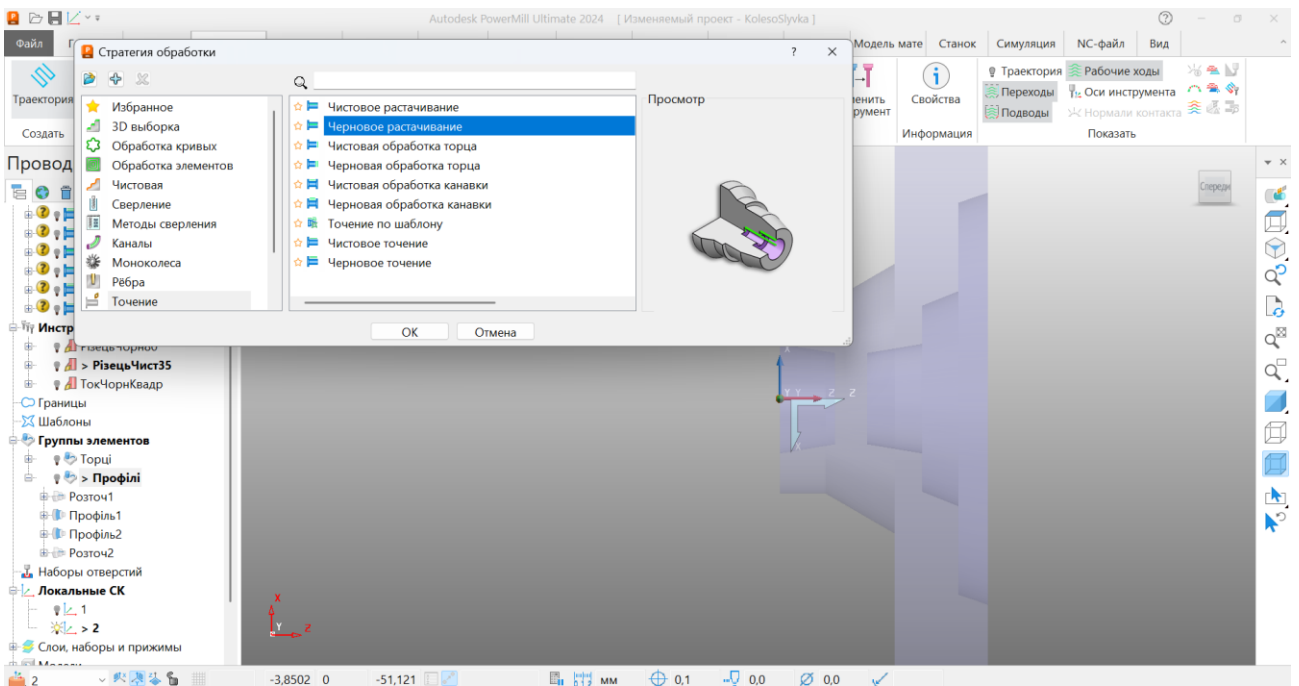


Рисунок 3.33 – Вибір стратегії обробки

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
БР.ПМ-049.00.000 ПЗ										

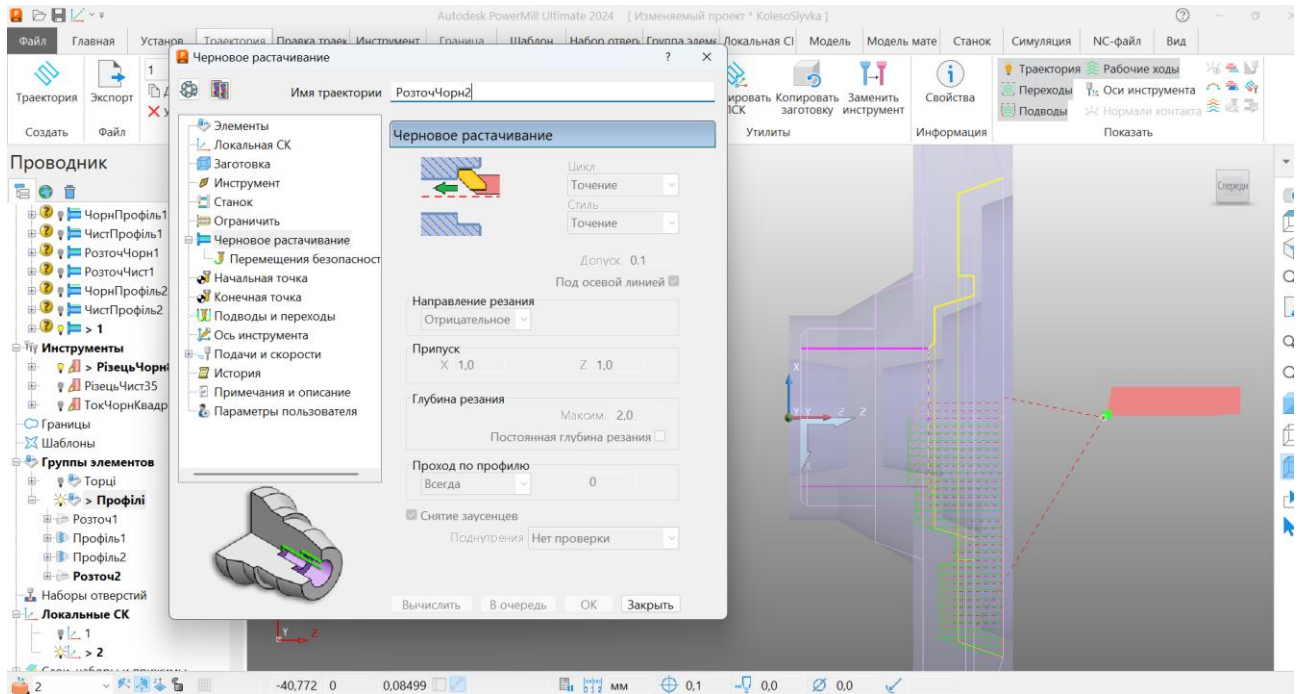


Рисунок 3.34 – Проектування чорнового розточування

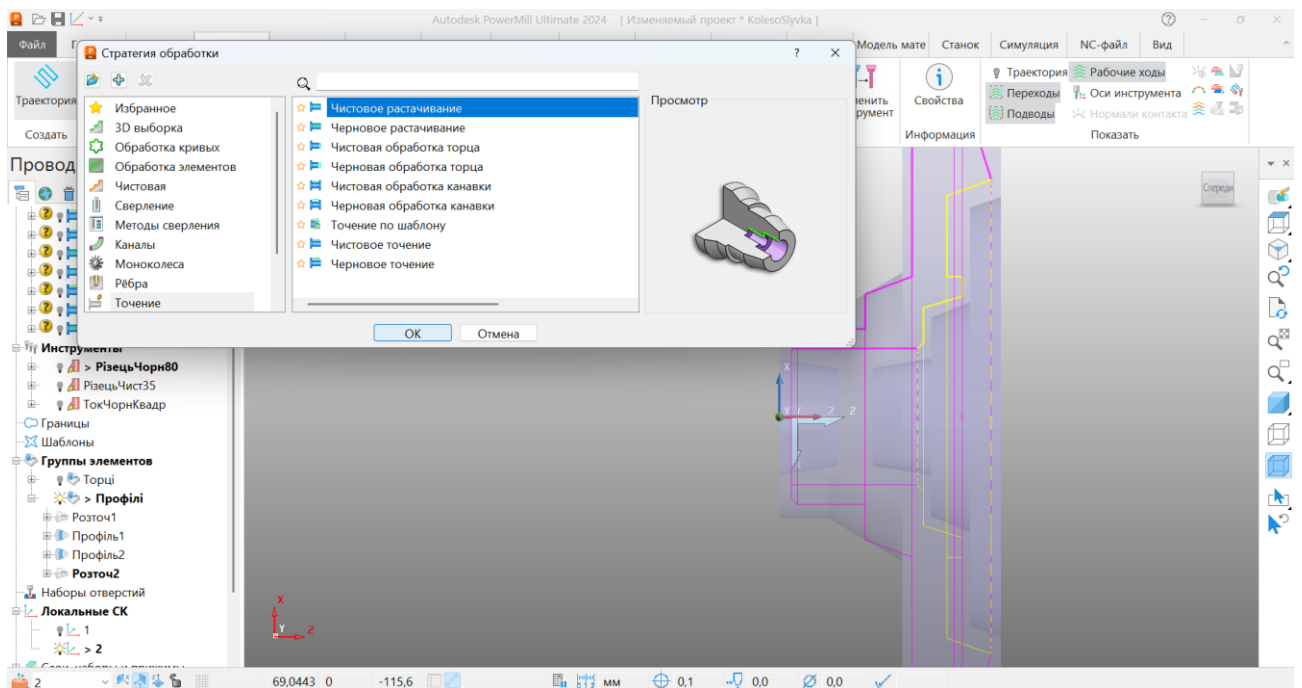


Рисунок 3.35 – Вибір стратегії обробки

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
БР.ПМ-049.00.000 ПЗ										

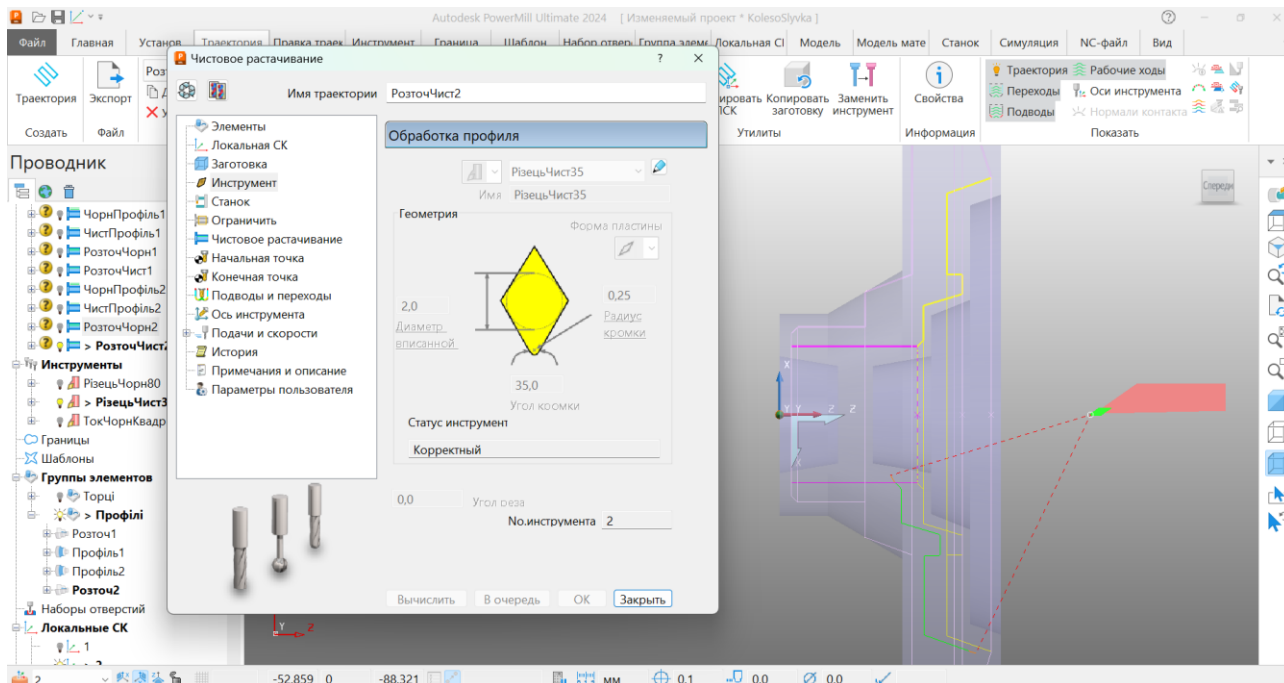


Рисунок 3.36 – Проекування чистового розточування

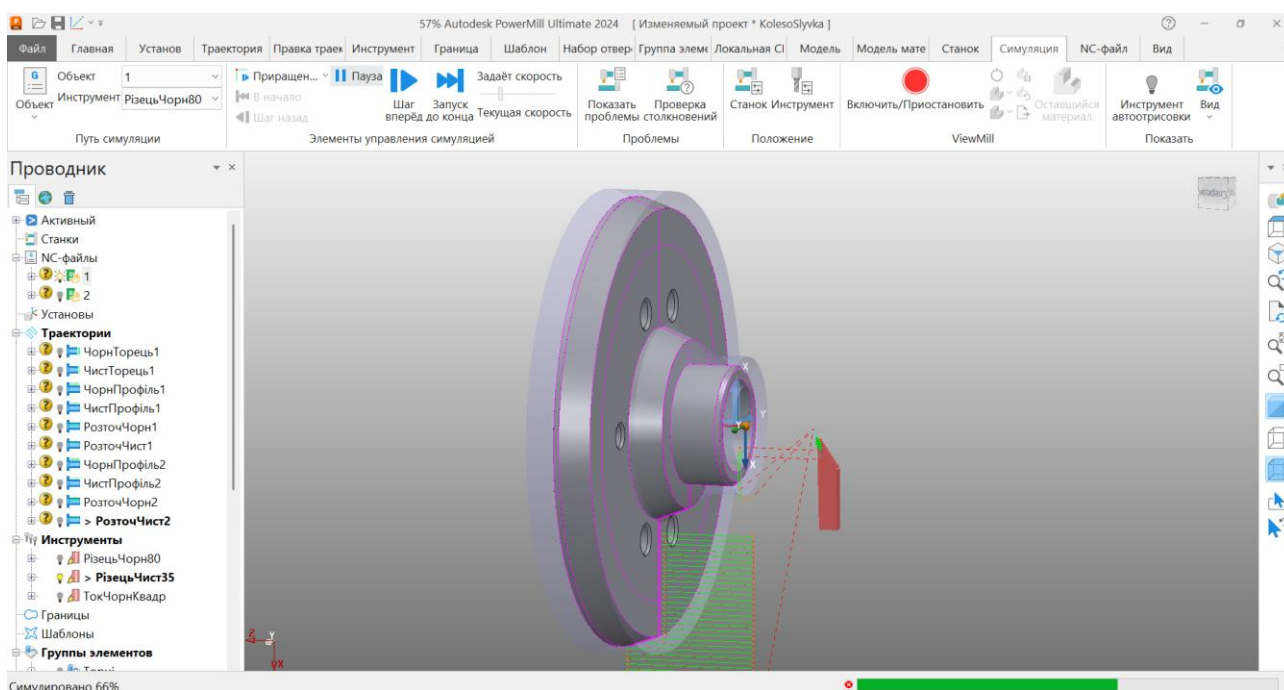


Рисунок 3.37 – Моделювання чорнового точіння

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-049.00.000 ПЗ					

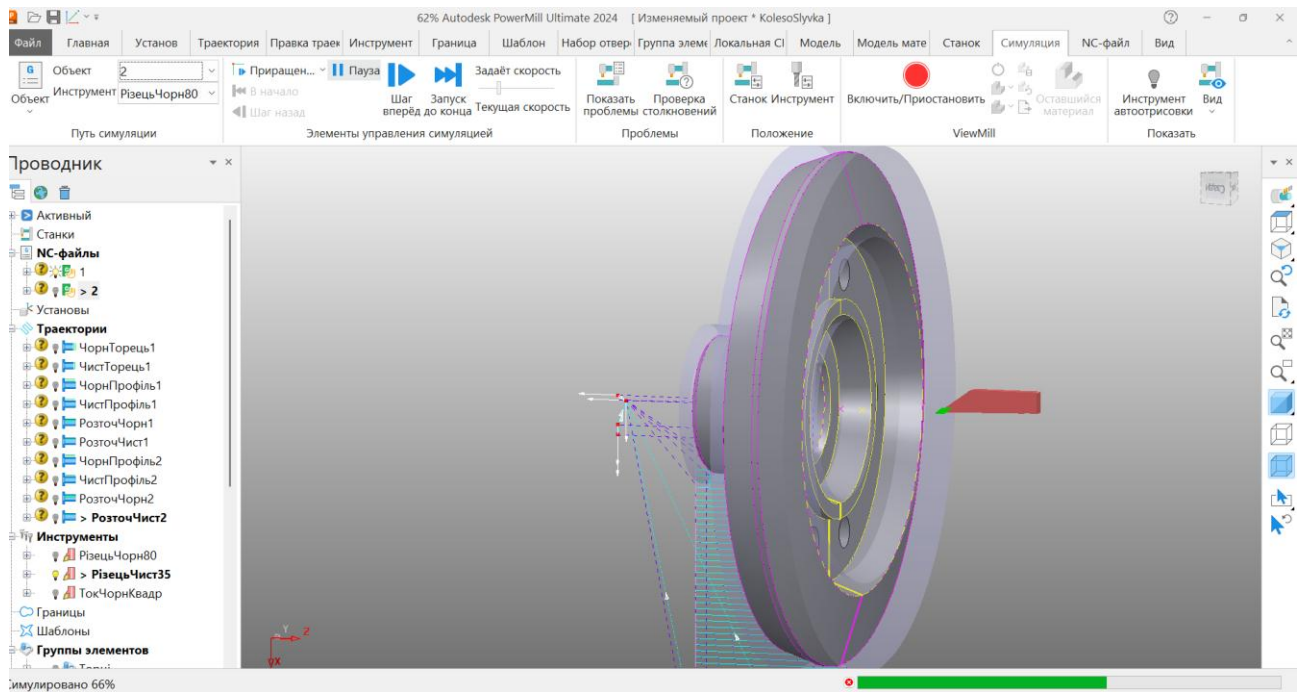


Рисунок 3.38 – Моделювання чорнового розточування

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-049.00.000 ПЗ

Висновки

В результаті виконання бакалаврської роботи проведено детальний аналіз технологічного процесу механічної обробки деталі «Колесо ДВКР 17.01.01.002».

На основі цього аналізу запропоновано ряд змін з метою зниження трудомісткості обробки, впровадження більш ефективного обладнання, економії матеріалу. А саме, спроектовано покращений технологічний процес для серійного виробництва, в якому спроектовано заготовку, розроблено маршрутну та операційну технологію механічної обробки «Колеса», сконструйовано верстатні пристрої і підтверджено їх працездатність відповідними розрахунками. На операції з ЧПК розроблено керуючі програми.

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік літературних джерел

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

					БР.ПМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

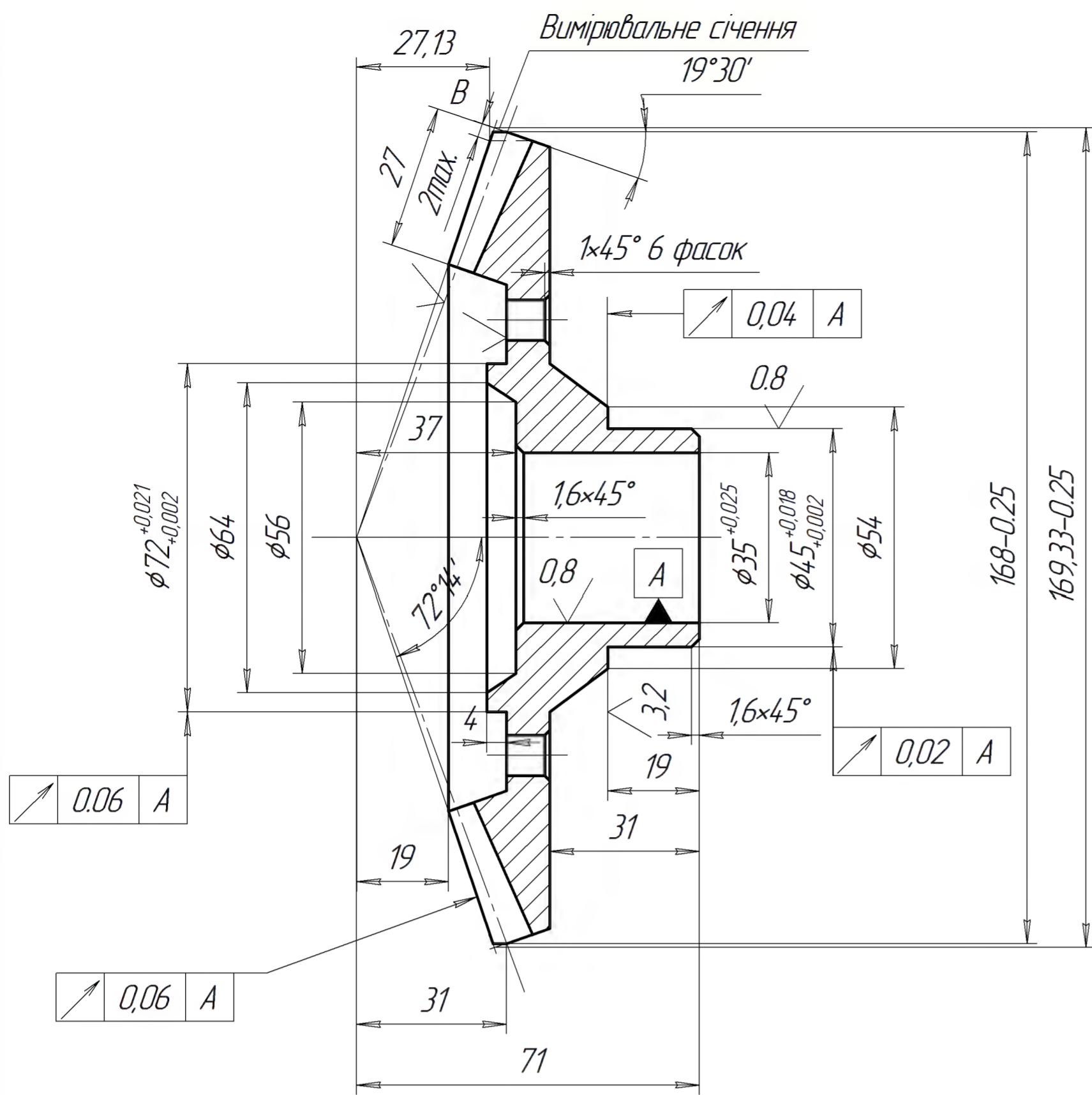
11. Павленко І.І., Мажара В.А. Роботизовані технологічні комплекси: Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 392 с.

					БР.ПІМ-049.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

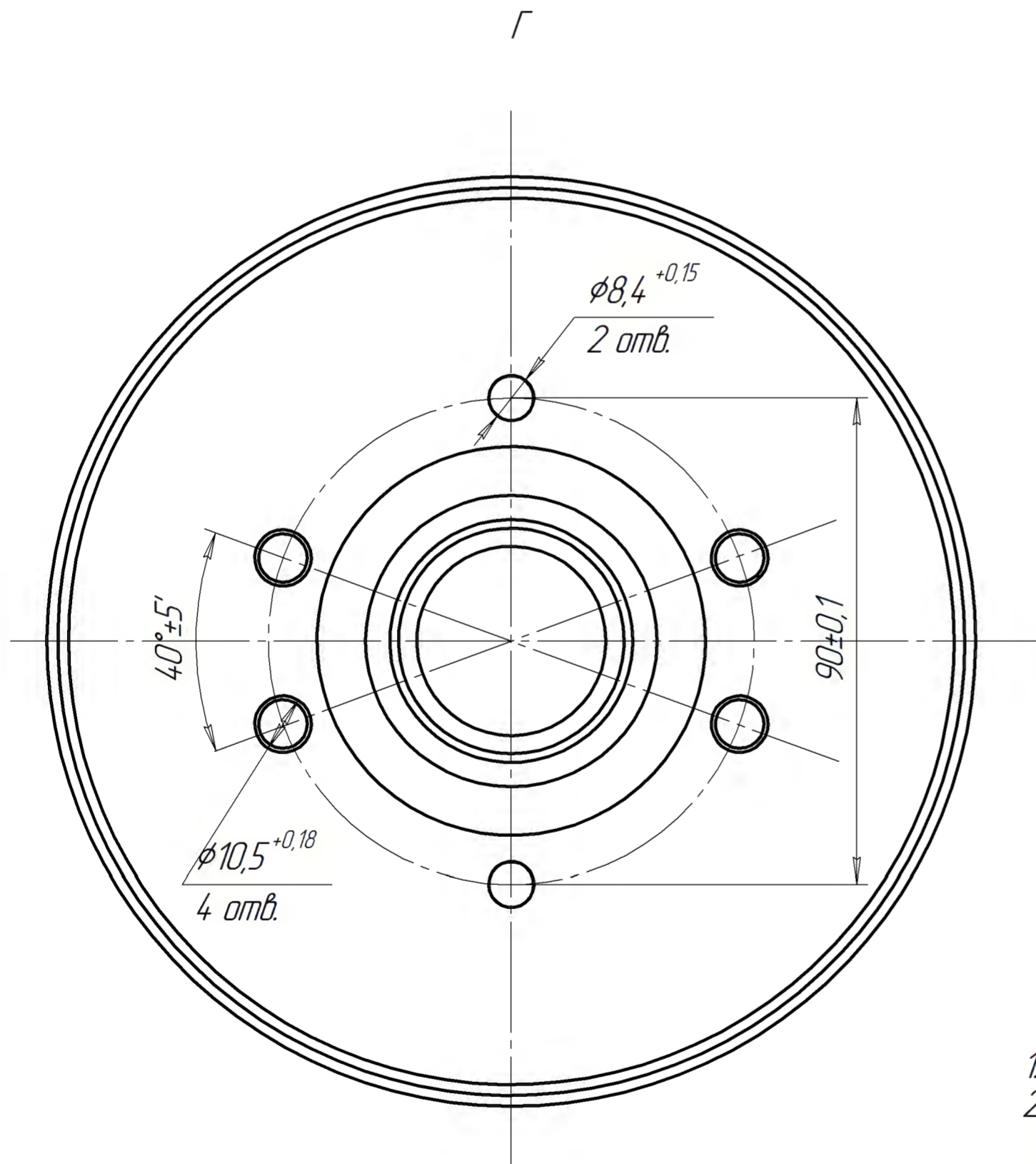
Додатки

12,5 $\sqrt{(\checkmark)}$

ДВКР. 17.01.01.002



Зовнішній окружний модуль	m_e	3,5
Число зубів	Z	48
Тип зуба	-	прямий
Вихідний контур	-	ГОСТ 13754-81
Коефіцієнт зміщення	x_e	-0,43
Коефіцієнт зміни товщини зуба	x_t	-0,032
Кут ділильного конуса	δ'	70°30'
Степень точності	-	ГОСТ 1258-81
Зовнішня постійна хорда	S_c	4,1458
Висота до постійної хорди	h_c	1,2405
Міжвісьовий кут передачі	Σ	90°
Середній окружний модуль	m_m	2,9697
Середня конусна віддаль	R_m	73,6126
Середній ділильний діаметр	d_m	142,5456
Зовнішня конусна віддаль	R_e	89,1126
Кут конуса впадини	δ_f	66°51'
Зовнішня висота зуба	h_e	7,7
Позначення креслення спряженого колеса	-	ДВКР. 17.01.00.014 24.00.00.005



- Нітроцементация h 0,3...0,5 мм, 50...56 HRC, ядро 35...40 HRC
- Перевірку твердості нітроцементации проводити по вершині зуба, перевірку глибини нітроцементации і твердості ядра на заточці В одного з зубів.
- Допускається замість контролю зуба по постійній хорді, контроль граничних відхилень міжвісьового кута пари за повний цикл 0,11 мм, на одному зубі 0,053 мм.

					ДВКР. 17.01.01.002			
Зм. Арк.	№ Докум.	Підп.	Дата		Колесо	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.						Н	2,37	1:1
Перев.						Аркциш 1		Аркцишів 1
Т.контр.						Сталь 40X ГОСТ 4543-71		
Н.контр.					ВАТ "Агромаш"			
Затв.								

ІФДТУНГ

Кафедра технології машинобудування

Студент

Сливка Роман Петрович

Група ПМ-21-1

Дата

18.06.2025

**Визначення режимів різання, інструмента і обладнання
для механічної обробки отворів**

Обробка	Вид			Діаметр		Довжина	
	Свердління			D=	10,5 мм	L=	9 мм
Деталь	Тип, назва: Колесо			Матеріал: Сталь легована			
	Позначення: ДВКР 17.01.01.002			Марка: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			
Параметри	IT= 12	Ra= 12,5 мкм		σ_B = 980 МПа	HB= 217	HRC= 25	
Інструмент	Тип, назва: Свердло спіральне			Матеріал: Швидкорізальна сталь			
	Позначення: 2301-3401 ГОСТ 12121-77			Марка: Р6М5			
Параметри	Діаметр, D = 10,5 мм						
Верстат	Тип, назва: вертикально-свердлильний з ЧПК				Модель: 2Р135Ф2-1		
Параметри:	Число ступенів	Діапазон		Максим. діам. обробки, мм	Розміри стола, мм	Потужність N, кВт	
		min	max				
Подачі	18	10 мм/об	500 мм/об	35	710x400	3,70	
Частоти	12	45 1/хв	2000 1/хв				

Режими різання	Нормативне значення		Поправковий коефіцієнт	Розрахункове значення		Прийняте значення
Глибина t, мм	-		-	-		5,25
Подача s, мм/об	0,250		1,000	0,250		0,250
Коефіцієнти	$K_{розсв} = 1,00$	$K_{LS} = 1,00$	$K_{OS} = 1,00$	$K_{жс} = 1,00$	$K_{ис} = 1,00$	
Стійкість T, хв	25		1,000	25		31
Коефіцієнти	$K_{Ti} = 1,00$	$K_{Tc} = 1,00$	-			
Швидкість V, м/хв	26,37		0,236	6,22		5,94
Параметри	$C_v = 9,80$	$x = 0,00$	$y = 0,50$	$m = 0,200$	$q = 0,40$	
Коефіцієнти	$K_r = 1,00$	$n_v = 0,90$	$K_{MV} = 0,00$	$K_{MV} = 0,79$		
	$K_{PV} = 1,00$	$K_{IV} = 0,30$	$K_{LV} = 1,00$	$K_{3V} = 1,00$		
Частота n, 1/хв	-		-	188,56		180,00
Потужність N, кВт	0,23		-	0,28		0,28
Кр. момент M, Н м	12,55		1,222	15,34		15,34
Параметри	$C_M = 0,03$	$x =$	$y = 0,80$	$q = 2,00$	$K_{MP} =$	$K_{MP} = 1,222$
Осьова сила P _o , кН	2,706		1,222	3,307		3,307
Параметри	$C_P = 68,00$	$x =$	$y = 0,70$	$q = 1,00$	$K_{MP} =$	$K_{MP} = 1,222$
Основний час t _o , хв	Величина врізання і перебігу $l_1 = 5,0$ мм		$t_o =$	0,31		

Додаток Б

```
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    : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:22:27
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-86.5 Y-86.5 Z-54.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 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-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 X255.0 Z-94.75 R0 FQ3
151 L Z-98.75 F0.2
152 L X220.0
153 L Z-96.75
154 L X222.8284 Z-95.3358
155 L Z-67.0 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 ; 2|РізецьЧист35| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 11 MM
105 ; PROGRAM NAME : 11
106 ; PART NAME   : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:22:30
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER    : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|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-86.5 Y-86.5 Z-54.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 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. :2
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : РізецьЧист35
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 2 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L 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 X249.0 Z-99.75 R0 FQ3
151 L X245.0 F0.2
152 L X220.0
153 L X216.1363 Z-99.2324
154 L Z-67.0 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    : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:22:32
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 ; 1|РізецьЧорн80|   | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 2 MIN 58 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-86.5 Y-86.5 Z-54.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнПрофіль1
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 X445.2295 Z-93.8664 R0 FQ3
151 L X441.2295 F0.2
152 L Z-144.0846
153 L X444.058 Z-142.6704
154 L X445.2295 FQ3
155 L Z-93.8664
156 L X441.3001
157 L X437.3001 F0.2
158 L Z-144.0846
159 L X440.1285 Z-142.6704
160 L X441.3001 FQ3
161 L Z-93.8664
162 L X437.3707
163 L X433.3707 F0.2
164 L Z-144.0846
165 L X436.1991 Z-142.6704
166 L X437.3707 FQ3
167 L Z-93.8664
168 L X433.4413
169 L X429.4413 F0.2
170 L Z-144.0846
171 L X432.2697 Z-142.6704
172 L X433.4413 FQ3
173 L Z-93.8664
174 L X429.5118
175 L X425.5118 F0.2
176 L Z-144.0846
177 L X428.3403 Z-142.6704
178 L X429.5118 FQ3
179 L Z-93.8664
180 L X425.5824
181 L X421.5824 F0.2
182 L Z-144.0846
183 L X424.4109 Z-142.6704
184 L X425.5824 FQ3
185 L Z-93.8664
186 L X421.653
187 L X417.653 F0.2
188 L Z-144.0846
189 L X420.4814 Z-142.6704
190 L X421.653 FQ3
191 L Z-93.8664

192 L X417.7236
193 L X413.7236 F0.2
194 L Z-144.0846
195 L X416.552 Z-142.6704
196 L X417.7236 FQ3
197 L Z-93.8664
198 L X413.7942
199 L X409.7942 F0.2
200 L Z-144.0846
201 L X412.6226 Z-142.6704
202 L X413.7942 FQ3
203 L Z-93.8664
204 L X409.8647
205 L X405.8647 F0.2
206 L Z-144.0846
207 L X408.6932 Z-142.6704
208 L X409.8647 FQ3
209 L Z-93.8664
210 L X405.9353
211 L X401.9353 F0.2
212 L Z-144.0846
213 L X404.7637 Z-142.6704
214 L X405.9353 FQ3
215 L Z-93.8664
216 L X402.0059
217 L X398.0059 F0.2
218 L Z-144.0846
219 L X400.8343 Z-142.6704
220 L X402.0059 FQ3
221 L Z-93.8664
222 L X398.0765
223 L X394.0765 F0.2
224 L Z-144.0846
225 L X396.9049 Z-142.6704
226 L X398.0765 FQ3
227 L Z-93.8664
228 L X394.1471
229 L X390.1471 F0.2
230 L Z-144.0846
231 L X392.9755 Z-142.6704
232 L X394.1471 FQ3
233 L Z-93.8664
234 L X390.2176
235 L X386.2176 F0.2
236 L Z-144.0846
237 L X389.0461 Z-142.6704
238 L X390.2176 FQ3

239 L Z-93.8664
240 L X386.2882
241 L X382.2882 F0.2
242 L Z-144.0846
243 L X385.1167 Z-142.6704
244 L X386.2882 FQ3
245 L Z-93.8664
246 L X382.3588
247 L X378.3588 F0.2
248 L Z-144.0846
249 L X381.1872 Z-142.6704
250 L X382.3588 FQ3
251 L Z-93.8664
252 L X378.4294
253 L X374.4294 F0.2
254 L Z-144.0846
255 L X377.2578 Z-142.6704
256 L X378.4294 FQ3
257 L Z-93.8664
258 L X374.5
259 L X370.5 F0.2
260 L Z-144.0846
261 L X373.3284 Z-142.6704
262 L X374.5 FQ3
263 L Z-93.8664
264 L X370.5333
265 L X366.5333 F0.2
266 L Z-136.1782
267 L X369.3618 Z-134.7639
268 L X370.5333 FQ3
269 L Z-93.8664
270 L X366.5667
271 L X362.5667 F0.2
272 L Z-130.5773
273 L X365.3952 Z-129.1631
274 L X366.5667 FQ3
275 L Z-93.8664
276 L X362.6001
277 L X358.6001 F0.2
278 L Z-129.7504
279 L X361.4285 Z-128.3362
280 L X362.6001 FQ3
281 L Z-93.8664
282 L X358.6335
283 L X354.6335 F0.2
284 L Z-129.7503
285 L X357.4619 Z-128.3361

286 L X358.6335 FQ3
287 L Z-93.8664
288 L X354.6669
289 L X350.6669 F0.2
290 L Z-129.7502
291 L X353.4953 Z-128.336
292 L X354.6669 FQ3
293 L Z-93.8664
294 L X350.7003
295 L X346.7003 F0.2
296 L Z-129.7501
297 L X349.5287 Z-128.3359
298 L X350.7003 FQ3
299 L Z-93.8664
300 L X346.7337
301 L X342.7337 F0.2
302 L Z-129.75
303 L X345.5621 Z-128.3358
304 L X346.7337 FQ3
305 L Z-93.8664
306 L X342.767
307 L X338.767 F0.2
308 L Z-129.7499
309 L X341.5955 Z-128.3357
310 L X342.767 FQ3
311 L Z-93.8664
312 L X338.8004
313 L X334.8004 F0.2
314 L Z-129.7499
315 L X337.6289 Z-128.3356
316 L X338.8004 FQ3
317 L Z-93.8664
318 L X334.8338
319 L X330.8338 F0.2
320 L Z-129.7498
321 L X333.6622 Z-128.3355
322 L X334.8338 FQ3
323 L Z-93.8664
324 L X330.8672
325 L X326.8672 F0.2
326 L Z-129.7497
327 L X329.6956 Z-128.3355
328 L X330.8672 FQ3
329 L Z-93.8664
330 L X326.9006
331 L X322.9006 F0.2
332 L Z-129.7496

333 L X325.729 Z-128.3354
334 L X326.9006 FQ3
335 L Z-93.8664
336 L X322.934
337 L X318.934 F0.2
338 L Z-129.7495
339 L X321.7624 Z-128.3353
340 L X322.934 FQ3
341 L Z-93.8664
342 L X318.9674
343 L X314.9674 F0.2
344 L Z-129.7494
345 L X317.7958 Z-128.3352
346 L X318.9674 FQ3
347 L Z-93.8664
348 L X315.0008
349 L X311.0008 F0.2
350 L Z-129.7493
351 L X313.8292 Z-128.3351
352 L X315.0008 FQ3
353 L Z-93.8664
354 L X311.0341
355 L X307.0341 F0.2
356 L Z-129.7492
357 L X309.8626 Z-128.335
358 L X311.0341 FQ3
359 L Z-93.8664
360 L X307.0675
361 L X303.0675 F0.2
362 L Z-129.7491
363 L X305.896 Z-128.3349
364 L X307.0675 FQ3
365 L Z-93.8664
366 L X303.1009
367 L X299.1009 F0.2
368 L Z-129.749
369 L X301.9293 Z-128.3348
370 L X303.1009 FQ3
371 L Z-93.8664
372 L X299.1343
373 L X295.1343 F0.2
374 L Z-129.7489
375 L X297.9627 Z-128.3347
376 L X299.1343 FQ3
377 L Z-93.8664
378 L X295.1677
379 L X291.1677 F0.2

380 L Z-129.7489
381 L X293.9961 Z-128.3346
382 L X295.1677 FQ3
383 L Z-93.8664
384 L X291.2011
385 L X287.2011 F0.2
386 L Z-129.7488
387 L X290.0295 Z-128.3345
388 L X291.2011 FQ3
389 L Z-93.8664
390 L X287.2345
391 L X283.2345 F0.2
392 L Z-129.7487
393 L X286.0629 Z-128.3345
394 L X287.2345 FQ3
395 L Z-93.8664
396 L X283.2678
397 L X279.2678 F0.2
398 L Z-129.7486
399 L X282.0963 Z-128.3344
400 L X283.2678 FQ3
401 L Z-93.8664
402 L X279.3012
403 L X275.3012 F0.2
404 L Z-129.7485
405 L X278.1297 Z-128.3343
406 L X279.3012 FQ3
407 L Z-93.8664
408 L X275.3346
409 L X271.3346 F0.2
410 L Z-126.5491
411 L X274.163 Z-125.1348
412 L X275.3346 FQ3
413 L Z-93.8664
414 L X271.368
415 L X267.368 F0.2
416 L Z-121.2627
417 L X270.1964 Z-119.8485
418 L X271.368 FQ3
419 L Z-93.8664
420 L X267.4014
421 L X263.4014 F0.2
422 L Z-117.7666
423 L X266.2298 Z-116.3524
424 L X267.4014 FQ3
425 L Z-93.8664
426 L X263.4348

```

427 L X259.4348 F0.2
428 L Z-117.7498
429 L X262.2632 Z-116.3356
430 L X263.4348 FQ3
431 L Z-93.8664
432 L X259.4682
433 L X255.4682 F0.2
434 L Z-117.749
435 L X258.2966 Z-116.3348
436 L X259.4682 FQ3
437 L Z-93.8664
438 L X255.5016
439 L X251.5016 F0.2
440 L Z-117.7483
441 L X254.33 Z-116.3341
442 L X255.5016 FQ3
443 L Z-93.8664
444 L X251.5349
445 L X247.5349 F0.2
446 L Z-117.7475
447 L X250.3634 Z-116.3333
448 L X251.5349 FQ3
449 L Z-93.8664
450 L X247.5683
451 L X243.5683 F0.2
452 L Z-99.1164
453 L X246.3968 Z-97.7022
454 L X454.659 FQ3
455 ; -----
456 ; END TOOLPATH : ЧорнПрофіль 1
457 ; -----
458 M09
459 M05
460 L M140 MBMAX FMAX
461 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
462 CYCL DEF 32.1
463 CYCL DEF 32.2
464 M30
465 END PGM 12 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 2|РізецьЧист35| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 13 MM
105 ; PROGRAM NAME : 13

```

106 ; PART NAME : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:22:34
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|РізецьЧист35| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 8 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-86.5 Y-86.5 Z-54.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧистПрофіль1
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :2
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : РізецьЧист35
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 2 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L 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 X239.3257 Z-98.4093 R0 FQ3
151 L X242.1541 Z-99.8235 F0.2

```
152 L X245.3536 Z-101.4232
153 L X245.4619 Z-101.5043
154 L X245.5 Z-101.5999
155 L X245.5058 Z-118.7472
156 L X263.0005 Z-118.7504
157 L X263.2852 Z-118.795
158 L X263.4685 Z-118.9126
159 L X272.3495 Z-130.7484
160 L X360.2143 Z-130.7504
161 L X360.5029 Z-130.7963
162 L X360.6857 Z-130.917
163 L X368.4713 Z-141.9104
164 L X368.4927 Z-141.9515
165 L X368.5 Z-141.9939
166 L Z-144.0846
167 L X369.5352 Z-146.0164
168 L X504.6589 FQ3
169 ; -----
170 ; END TOOLPATH : ЧистПрофіль1
171 ; -----
172 M09
173 M05
174 L M140 MBMAX FMAX
175 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
176 CYCL DEF 32.1
177 CYCL DEF 32.2
178 M30
179 END PGM 13 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 1|РізецьЧорн80|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 14 MM
105 ; PROGRAM NAME : 14
106 ; PART NAME    : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:22:36
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB  : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
```

117 ; 1|РізецьЧорн80| | 0.0 |
118 ;-----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 31 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-86.5 Y-86.5 Z-54.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z3.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ;-----
129 ; START TOOLPATH : РозточЧорн1
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-0.8356 Z5.004 R0 FQ3
151 L X3.1644 F0.2
152 L Z-32.3991
153 L X-0.5
154 L X-3.3284 Z-30.9849
155 L Z5.004 FQ3
156 L X2.8288
157 L X6.8288 F0.2
158 L Z-32.3991
159 L X3.1644
160 L X0.336 Z-30.9849
161 L Z5.004 FQ3
162 L X6.4932

163 L X10.4932 F0.2
164 L Z-32.3991
165 L X6.8288
166 L X4.0004 Z-30.9849
167 L Z5.004 FQ3
168 L X10.1576
169 L X14.1576 F0.2
170 L Z-32.3991
171 L X10.4932
172 L X7.6648 Z-30.9849
173 L Z5.004 FQ3
174 L X13.822
175 L X17.822 F0.2
176 L Z-32.3991
177 L X14.1576
178 L X11.3292 Z-30.9849
179 L Z5.004 FQ3
180 L X17.4864
181 L X21.4864 F0.2
182 L Z-32.3991
183 L X17.822
184 L X14.9936 Z-30.9849
185 L Z5.004 FQ3
186 L X21.1508
187 L X25.1508 F0.2
188 L Z-32.3991
189 L X21.4864
190 L X18.658 Z-30.9849
191 L Z5.004 FQ3
192 L X24.8152
193 L X28.8152 F0.2
194 L Z-32.3991
195 L X25.1508
196 L X22.3224 Z-30.9849
197 L Z5.004 FQ3
198 L X28.4796
199 L X32.4796 F0.2
200 L Z-32.3991
201 L X28.8152
202 L X25.9867 Z-30.9849
203 L X-3.3284 FQ3
204 L Z33.0
205 ; -----
206 ; END TOOLPATH : РозточЧорн1
207 ; -----
208 M09
209 M05

210 L M140 MBMAX FMAX
211 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
212 CYCL DEF 32.1
213 CYCL DEF 32.2
214 M30
215 END PGM 14 MM

100 ; -----
101 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 2|РізецьЧист35| | 0.0 |
104 ; -----

0.00 BEGIN PGM 15 MM

105 ; PROGRAM NAME : 15
106 ; PART NAME : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:22:39
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
113 ;

114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|РізецьЧист35| | 0.0 |
118 ; -----

119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 4 SEC
122 ;

123 BLK FORM 0.1 Z X-86.5 Y-86.5 Z-54.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z3.0
125 ;

126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
Q339=+1; DATUM NUMBER

127 L M140 MBMAX FMAX

128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : РозточЧист1
130 ; -----

131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :2

138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : РізецьЧист35
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 2 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L 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 X34.4796 Z2.004 R0 FQ3
151 L Z0.004 F0.2
152 L Z-32.3991
153 L X33.4443 Z-34.331
154 L X-0.2 FQ3
155 L Z33.0
156 ; -----
157 ; END TOOLPATH : РозточЧист1
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 15 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 : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:24:56
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH

116 ; -----
117 ; 1|РізецьЧорн80| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 56 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-86.5 Y-86.5 Z0.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z57.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧорнПрофіль2
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 X-200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-20.0 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-455.159 Z-45.0659 R0 FQ3
151 L X-441.2027 F0.2
152 L Z-57.725
153 L X-445.159
154 L X-452.23 Z-54.1895
155 L Z-45.0659 FQ3
156 L X-451.7027
157 L X-437.2465 F0.2
158 L Z-57.725
159 L X-441.2027
160 L X-448.2738 Z-54.1895
161 L Z-45.0659 FQ3

162 L X-447.7465
163 L X-433.2903 F0.2
164 L Z-57.725
165 L X-437.2465
166 L X-444.3176 Z-54.1895
167 L Z-45.0659 FQ3
168 L X-443.7903
169 L X-429.334 F0.2
170 L Z-57.725
171 L X-433.2903
172 L X-440.3613 Z-54.1895
173 L Z-45.0659 FQ3
174 L X-439.834
175 L X-425.3778 F0.2
176 L Z-57.725
177 L X-429.334
178 L X-436.4051 Z-54.1895
179 L Z-45.0659 FQ3
180 L X-435.8778
181 L X-421.4216 F0.2
182 L Z-57.725
183 L X-425.3778
184 L X-432.4489 Z-54.1895
185 L Z-45.0659 FQ3
186 L X-431.9216
187 L X-417.4654 F0.2
188 L Z-57.725
189 L X-421.4216
190 L X-428.4927 Z-54.1895
191 L Z-45.0659 FQ3
192 L X-427.9654
193 L X-413.5091 F0.2
194 L Z-57.725
195 L X-417.4654
196 L X-424.5364 Z-54.1895
197 L Z-45.0659 FQ3
198 L X-424.0091
199 L X-409.5529 F0.2
200 L Z-57.725
201 L X-413.5091
202 L X-420.5802 Z-54.1895
203 L Z-45.0659 FQ3
204 L X-420.0529
205 L X-405.5967 F0.2
206 L Z-57.725
207 L X-409.5529
208 L X-416.624 Z-54.1895

209 L Z-45.0659 FQ3
210 L X-416.0967
211 L X-401.6405 F0.2
212 L Z-57.725
213 L X-405.5967
214 L X-412.6678 Z-54.1895
215 L Z-45.0659 FQ3
216 L X-412.1405
217 L X-397.6842 F0.2
218 L Z-57.725
219 L X-401.6405
220 L X-408.7115 Z-54.1895
221 L Z-45.0659 FQ3
222 L X-408.1842
223 L X-393.728 F0.2
224 L Z-57.725
225 L X-397.6842
226 L X-404.7553 Z-54.1895
227 L Z-45.0659 FQ3
228 L X-404.228
229 L X-389.7718 F0.2
230 L Z-57.725
231 L X-393.728
232 L X-400.7991 Z-54.1895
233 L Z-45.0659 FQ3
234 L X-400.2718
235 L X-385.8155 F0.2
236 L Z-57.725
237 L X-389.7718
238 L X-396.8428 Z-54.1895
239 L Z-45.0659 FQ3
240 L X-396.3155
241 L X-381.8593 F0.2
242 L Z-57.725
243 L X-385.8155
244 L X-392.8866 Z-54.1895
245 L Z-45.0659 FQ3
246 L X-392.3593
247 L X-377.9031 F0.2
248 L Z-57.725
249 L X-381.8593
250 L X-388.9304 Z-54.1895
251 L Z-45.0659 FQ3
252 L X-388.4031
253 L X-373.9469 F0.2
254 L Z-57.725
255 L X-377.9031

256 L X-384.9742 Z-54.1895
257 L Z-45.0659 FQ3
258 L X-384.4469
259 L X-369.9906 F0.2
260 L Z-57.725
261 L X-373.9469
262 L X-381.0179 Z-54.1895
263 L Z-45.0659 FQ3
264 L X-380.4906
265 L X-366.0344 F0.2
266 L Z-57.288
267 L X-368.762 Z-57.725
268 L X-369.9906
269 L X-377.0617 Z-54.1895
270 L Z-45.0659 FQ3
271 L X-376.5344
272 L X-362.0782 F0.2
273 L Z-56.6542
274 L X-366.0344 Z-57.288
275 L X-373.1055 Z-53.7525
276 L Z-45.0659 FQ3
277 L X-372.5782
278 L X-358.1219 F0.2
279 L Z-56.0204
280 L X-362.0782 Z-56.6542
281 L X-369.1492 Z-53.1187
282 L Z-45.0659 FQ3
283 L X-368.6219
284 L X-354.1657 F0.2
285 L Z-55.3865
286 L X-358.1219 Z-56.0204
287 L X-365.193 Z-52.4848
288 L Z-45.0659 FQ3
289 L X-364.6657
290 L X-350.2095 F0.2
291 L Z-54.7527
292 L X-354.1657 Z-55.3865
293 L X-361.2368 Z-51.851
294 L Z-45.0659 FQ3
295 L X-360.7095
296 L X-346.2533 F0.2
297 L Z-54.1189
298 L X-350.2095 Z-54.7527
299 L X-357.2806 Z-51.2172
300 L Z-45.0659 FQ3
301 L X-356.7533
302 L X-342.297 F0.2

303 L Z-53.485
304 L X-346.2533 Z-54.1189
305 L X-353.3243 Z-50.5833
306 L Z-45.0659 FQ3
307 L X-352.797
308 L X-338.3408 F0.2
309 L Z-52.8512
310 L X-342.297 Z-53.485
311 L X-349.3681 Z-49.9495
312 L Z-45.0659 FQ3
313 L X-348.8408
314 L X-334.3846 F0.2
315 L Z-52.2174
316 L X-338.3408 Z-52.8512
317 L X-345.4119 Z-49.3157
318 L Z-45.0659 FQ3
319 L X-344.8846
320 L X-330.4284 F0.2
321 L Z-51.5835
322 L X-334.3846 Z-52.2174
323 L X-341.4557 Z-48.6818
324 L Z-45.0659 FQ3
325 L X-340.9284
326 L X-326.4721 F0.2
327 L Z-50.9497
328 L X-330.4284 Z-51.5835
329 L X-337.4994 Z-48.048
330 L Z-45.0659 FQ3
331 L X-336.9721
332 L X-322.5159 F0.2
333 L Z-50.3159
334 L X-326.4721 Z-50.9497
335 L X-333.5432 Z-47.4142
336 L X-200.0 Z-20.0 FQ3
337 ; -----
338 ; END TOOLPATH : ЧорнПрофіль2
339 ; -----
340 M09
341 M05
342 L M140 MBMAX FMAX
343 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
344 CYCL DEF 32.1
345 CYCL DEF 32.2
346 M30
347 END PGM 20 MM

100 ; -----

```

101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 2|РізецьЧист35| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 21 MM
105 ; PROGRAM NAME : 21
106 ; PART NAME    : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:24:58
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|РізецьЧист35| | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 0 MIN 4 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-86.5 Y-86.5 Z0.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z57.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧистПрофіль2
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132   Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133   Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134   Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO.   :2
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID    : РізецьЧист35
140 ; TOOL DIA   : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 2 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-20.0 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-318.0964 Z-50.6579 R0 FQ3
151 L X-321.9056 Z-51.2682 F0.2
152 L X-368.1517 Z-58.6773
153 L X-372.147 Z-58.7739
154 L X-200.0 Z-20.0 FQ3
155 ; -----
156 ; END TOOLPATH : ЧистПрофіль2
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    : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:25:00
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|РізецьЧорн80|   | 0.0 |
118 ; -----
119 ;
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HOURS 1 MIN 10 SEC
122 ;
123 BLK FORM 0.1 Z X-86.5 Y-86.5 Z0.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z57.0
```

125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
 Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : РозточЧорн2
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 Z80.0 FMAX
146 M08
147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X10.5 Z54.1612 R0 FQ3
151 L X-3.4966 F0.2
152 L Z30.2815
153 L X0.5
154 L X7.5711 Z33.817
155 L Z54.1612 FQ3
156 L X7.0034
157 L X-7.4931 F0.2
158 L Z30.2815
159 L X-3.4966
160 L X3.5745 Z33.817
161 L Z54.1612 FQ3
162 L X3.0069
163 L X-11.4897 F0.2
164 L Z30.2815
165 L X-7.4931
166 L X-0.422 Z33.817
167 L Z54.1612 FQ3
168 L X-0.9897
169 L X-15.4862 F0.2
170 L Z30.2815

171 L X-11.4897
172 L X-4.4186 Z33.817
173 L Z54.1612 FQ3
174 L X-4.9862
175 L X-19.4828 F0.2
176 L Z30.2815
177 L X-15.4862
178 L X-8.4151 Z33.817
179 L Z54.1612 FQ3
180 L X-8.9828
181 L X-23.4793 F0.2
182 L Z30.2815
183 L X-19.4828
184 L X-12.4117 Z33.817
185 L Z54.1612 FQ3
186 L X-12.9793
187 L X-27.4759 F0.2
188 L Z30.2815
189 L X-23.4793
190 L X-16.4083 Z33.817
191 L Z54.1612 FQ3
192 L X-16.9759
193 L X-31.4724 F0.2
194 L Z30.2815
195 L X-27.4759
196 L X-20.4048 Z33.817
197 L Z54.1612 FQ3
198 L X-20.9724
199 L X-35.469 F0.2
200 L Z31.409
201 L X-33.2275 Z30.2815
202 L X-31.4724
203 L X-24.4014 Z33.817
204 L Z54.1612 FQ3
205 L X-24.969
206 L X-39.4655 F0.2
207 L Z32.2501
208 L X-38.1803 Z32.25
209 L X-37.2204 Z32.1541
210 L X-36.4078 Z31.8812
211 L X-35.469 Z31.409
212 L X-28.3979 Z34.9445
213 L Z54.1612 FQ3
214 L X-28.9655
215 L X-43.4621 F0.2
216 L Z32.2506
217 L X-39.4655 Z32.2501

218 L X-32.3945 Z35.7857
219 L Z54.1612 FQ3
220 L X-32.9621
221 L X-47.4586 F0.2
222 L Z32.251
223 L X-43.4621 Z32.2506
224 L X-36.391 Z35.7861
225 L Z54.1612 FQ3
226 L X-36.9586
227 L X-51.4552 F0.2
228 L Z32.2515
229 L X-47.4586 Z32.251
230 L X-40.3876 Z35.7866
231 L Z54.1612 FQ3
232 L X-40.9552
233 L X-55.4517 F0.2
234 L Z34.4517
235 L X-54.1354 Z32.2518
236 L X-51.4552 Z32.2515
237 L X-44.3841 Z35.787
238 L Z54.1612 FQ3
239 L X-44.9517
240 L X-59.4483 F0.2
241 L Z41.1308
242 L X-55.4517 Z34.4517
243 L X-48.3807 Z37.9872
244 L X-47.4396 FQ3
245 L Z54.1612
246 L X-48.9483
247 L X-63.4449 F0.2
248 L Z42.25
249 L X-61.9795
250 L X-60.4864 Z42.0026
251 L X-59.5844 Z41.3583
252 L X-59.4483 Z41.1308
253 L X-52.3772 Z44.6664
254 L Z54.1612 FQ3
255 L X-52.9449
256 L X-67.4414 F0.2
257 L Z42.25
258 L X-63.4449
259 L X-56.3738 Z45.7855
260 L Z54.1612 FQ3
261 L X-56.9414
262 L X-71.438 F0.2
263 L Z42.25
264 L X-67.4414

265 L X-60.3703 Z45.7855
266 L Z54.1612 FQ3
267 L X-60.938
268 L X-75.4345 F0.2
269 L Z38.2528
270 L X-74.504 Z38.2529
271 L X-74.5 Z41.0009
272 L X-74.1801 Z41.6119
273 L X-73.2221 Z42.0905
274 L X-72.0 Z42.25
275 L X-71.438
276 L X-64.3669 Z45.7855
277 L Z54.1612 FQ3
278 L X-64.9345
279 L X-79.4311 F0.2
280 L Z38.2527
281 L X-75.4345 Z38.2528
282 L X-68.3634 Z41.7884
283 L Z54.1612 FQ3
284 L X-68.9311
285 L X-83.4276 F0.2
286 L Z38.2526
287 L X-79.4311 Z38.2527
288 L X-72.36 Z41.7883
289 L Z54.1612 FQ3
290 L X-72.9276
291 L X-87.4242 F0.2
292 L Z38.2525
293 L X-83.4276 Z38.2526
294 L X-76.3566 Z41.7882
295 L Z54.1612 FQ3
296 L X-76.9242
297 L X-91.4207 F0.2
298 L Z38.2524
299 L X-87.4242 Z38.2525
300 L X-80.3531 Z41.7881
301 L Z54.1612 FQ3
302 L X-80.9207
303 L X-95.4173 F0.2
304 L Z38.2523
305 L X-91.4207 Z38.2524
306 L X-84.3497 Z41.788
307 L Z54.1612 FQ3
308 L X-84.9173
309 L X-99.4138 F0.2
310 L Z38.2522
311 L X-95.4173 Z38.2523

312 L X-88.3462 Z41.7878
313 L Z54.1612 FQ3
314 L X-88.9138
315 L X-103.4104 F0.2
316 L Z38.2521
317 L X-99.4138 Z38.2522
318 L X-92.3428 Z41.7877
319 L Z54.1612 FQ3
320 L X-92.9104
321 L X-107.4069 F0.2
322 L Z38.252
323 L X-103.4104 Z38.2521
324 L X-96.3393 Z41.7876
325 L Z54.1612 FQ3
326 L X-96.9069
327 L X-111.4035 F0.2
328 L Z38.2519
329 L X-107.4069 Z38.252
330 L X-100.3359 Z41.7875
331 L Z54.1612 FQ3
332 L X-100.9035
333 L X-115.4001 F0.2
334 L Z43.2717
335 L X-111.8427 Z38.2519
336 L X-111.4035
337 L X-104.3324 Z41.7874
338 L Z54.1612 FQ3
339 L X-104.9001
340 L X-119.3966 F0.2
341 L Z48.9112
342 L X-115.4001 Z43.2717
343 L X-108.329 Z46.8072
344 L X0.0 Z80.0 FQ3
345 ; -----
346 ; END TOOLPATH : РозточЧорн2
347 ; -----
348 M09
349 M05
350 L M140 MBMAX FMAX
351 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
352 CYCL DEF 32.1
353 CYCL DEF 32.2
354 M30
355 END PGM 22 MM

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

```
102 ; -----
103 ; 2|РізецьЧист35| | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 23 MM
105 ; PROGRAM NAME : 23
106 ; PART NAME : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:25:02
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
113 ;
114 ; -----
115 ; NO.| ID | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|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-86.5 Y-86.5 Z0.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z57.0
125 ;
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : РозточЧист2
130 ; -----
131 ; PARAMETRIC FEEDRATE DEFINITION
132 Q1=500; PLUNGE FEED RATE
133 Q2=1000; CUTTING FEED RATE
134 Q3=3000; SKIM FEED RATE
135 ; FMAX USED FOR RAPID
136 ;
137 ; TOOL NO. :2
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID : РізецьЧист35
140 ; TOOL DIA : 0.0 LENGTH 0.0
141 ;
142 TOOL CALL 2 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X0.0 Y0.0 FMAX
145 L Z80.0 FMAX
146 M08
```

147 CYCL DEF 32.0 TOLERANCE
148 CYCL DEF 32.1 T0.1
149 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA2
150 L X-122.6177 Z50.4624 R0 FQ3
151 L X-121.2818 Z48.5772 F0.2
152 L X-113.2559 Z37.2518
153 L X-72.5055 Z37.2529
154 L X-72.5 Z41.0002
155 L X-72.3534 Z41.1768
156 L X-72.0 Z41.25
157 L X-61.9795
158 L X-61.6809 Z41.2005
159 L X-61.5005 Z41.0717
160 L X-55.6247 Z31.2519
161 L X-38.1807 Z31.25
162 L X-37.9888 Z31.2308
163 L X-37.8262 Z31.1762
164 L X-34.646 Z29.5765
165 L X-31.1879 Z28.5713
166 L X0.0 Z80.0 FQ3
167 ; -----
168 ; END TOOLPATH : РозточЧист2
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 23 MM

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

6

1

ІФНТУНГ**ДВКР 17.01.01.002****Колесо****П***“Затверджую”**Зав. каф. КМВ проф. Панчук В.Г.*

**КОМПЛЕКТ
технологічної документації**

*Технологічний процес
механічної обробки деталі*

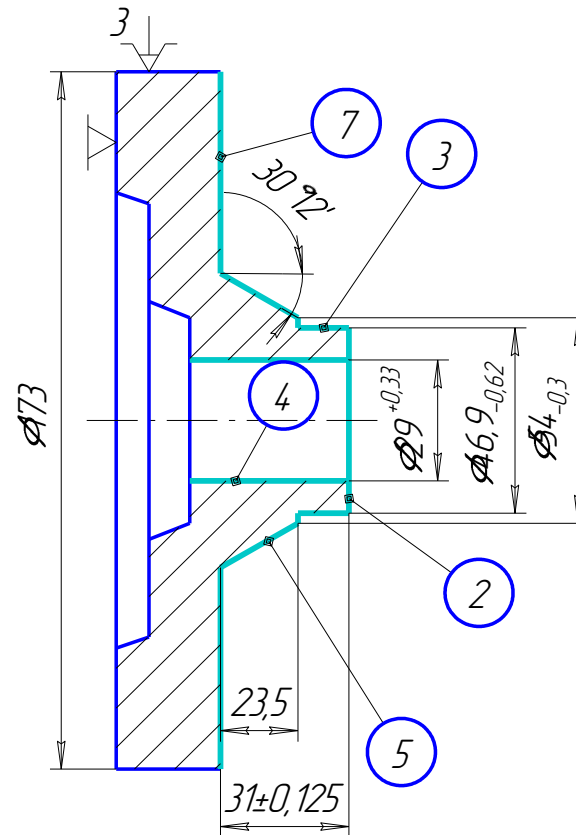
Розробив: *ст. гр. ПМ-21-1**Сливка Р.І.***Перевірів:** *проф. Онисько О.Р.*

Акт № ___ від “___” _____ 2025 р

ТЛ

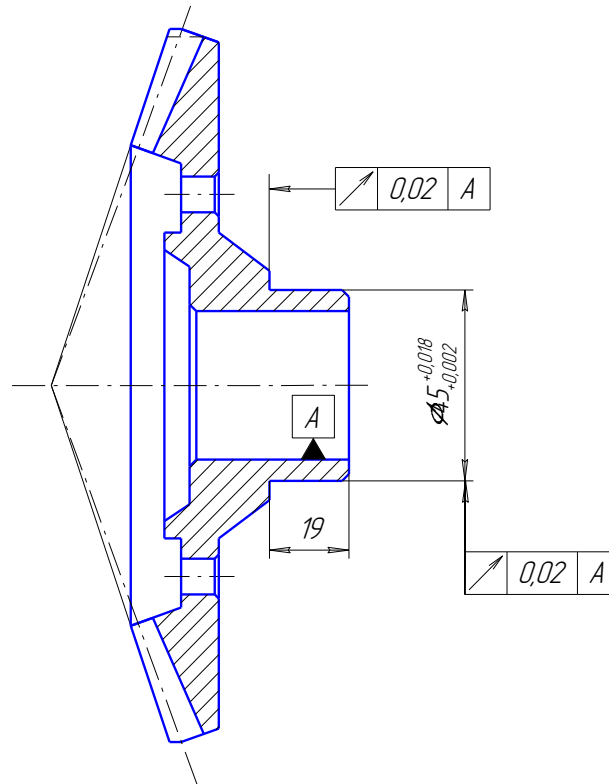
Дубл.															
Взамін.															
Підпис															
											3м	Ар	Недок.	Підпис	Дата
														3	3
Розробив	Сливка			І Ф Н Т У Н Г	ДВКР 17.01.01.002						601446.00640				
Перевірів	Онисько														
Т.Контр.	Онисько														
Реценз.				Колесо							П	005			
Н. контр.	Онисько														
Р				ПН	Дабо В	L	t	i	s	n	v	T _д	T _о		
O01	4 Точити два торці 7 і 2 послідовно, витримуючи розміри 31±0,125; 23,5±0,105											0,08	0,57		
P02				1	173	53	0,50	1	(100)	355	192,9				
P03				1	51	13	0,50	1	(300)	1000	160,2				
04															
O05	5 Точити конус 5 остаточно, витримуючи розміри Ø54(-0,3) і кут 30°12'											0,04	0,08		
P06				1	68	17	0,50	1	(21)	710	151,7				
07															
O08	6 Свердлити отвір 4 Ø25(+0,62) напрохід											0,18	0,52		
T09	Рі: Свердло спіральне укорочене 2301-1737 Т5К10 ГОСТ 22736-77														
P10				2	25	47	12,5	1	(90)	710	55,8				
11															
O12	7 Розточити отвір 4 до Ø29(+0,33) напрохід											0,24	0,13		
T13	Рі: Різець 2140-0009 Т5К10 ГОСТ18882-73														
P14				3	29	38	2,00	1	(300)	710	64,7				
15															
O16	8 контролювати розміри 7h = 23,5±0,105; 2l = 31±0,125; 5 Ø54(-0,3); 4 Ø29(+0,33) (50%) (1,4)														
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
OK															

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата
													3	1
Розробив	Сливка			І Ф Н Т У Н Г	ДВКР 17.01.01.002									
Перевірів	Онисько													
Т. Контр.	Онисько													
Реценз.				Колесо								Н	005	
Н. контр.	Онисько													



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

Розробив	Сливка			І Ф Н Т У Н Г	ДВКР 17.01.01.002				
Перевірів	Онисько								
Т. контр.	Онисько								
Реценз.				Колесо			П		
Н. контр.	Онисько								



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			БР.ПМ-049.02.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	БР.ПМ-049.02.00.001	Корпус	1	
		2	БР.ПМ-049.02.00.002	Кришка	1	
		3	БР.ПМ-049.02.00.003	Шток	1	
		4	БР.ПМ-049.02.00.004	Палець	1	
		5	БР.ПМ-049.02.00.005	Опора	1	
		6	БР.ПМ-049.02.00.006	Кришка	1	
		7	БР.ПМ-049.02.00.007	Поршень	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		9		Гайка 7003-0305	1	
				ГОСТ 8918-69		
		10		Гайка 7003-0135	1	
				ГОСТ 12460-64		
		11		Гвинт М5х6gx12.48.05	3	
				ГОСТ 1491-84		
				Гвинти ГОСТ 11738-84		
		12		М6х6gx20	6	
		13		М6х6gx30	5	
				БР.ПМ-049.02.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк	№докум	Підпис	Дата		
Розробив		Сливка			Літ.	Арк.
Перевір.		Онисько			Н	1
Реценз.						2
Н.контр.		Онисько			ІФНТУНГ	
Затв.		Панчук			ПМ-21-1	
Пристрій						
свердлильний						

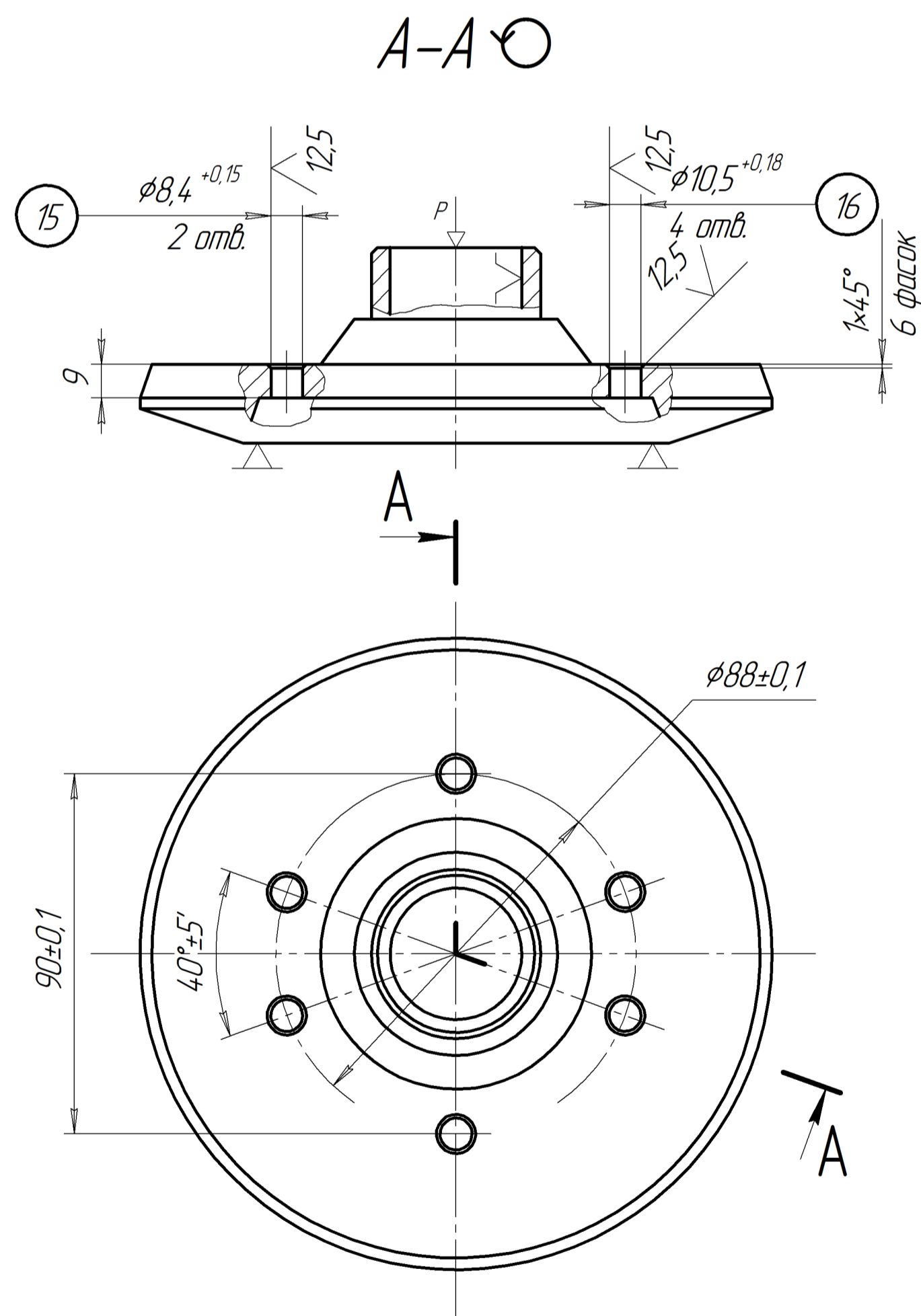
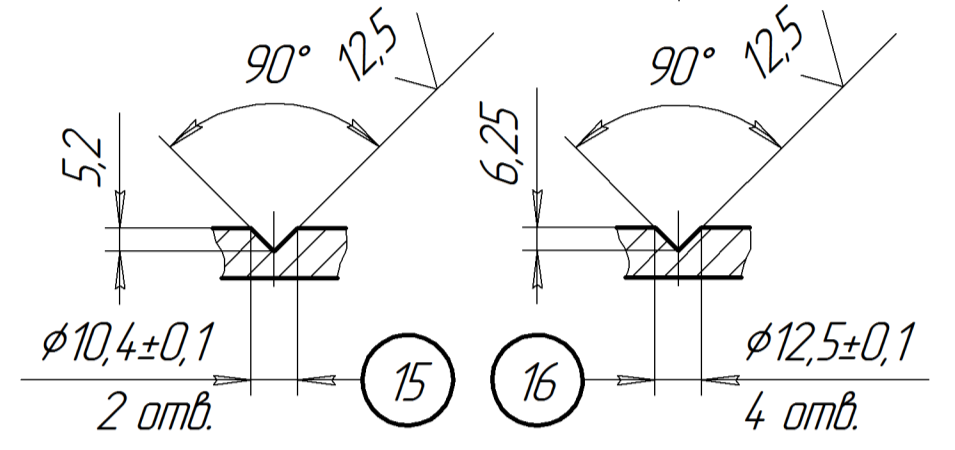
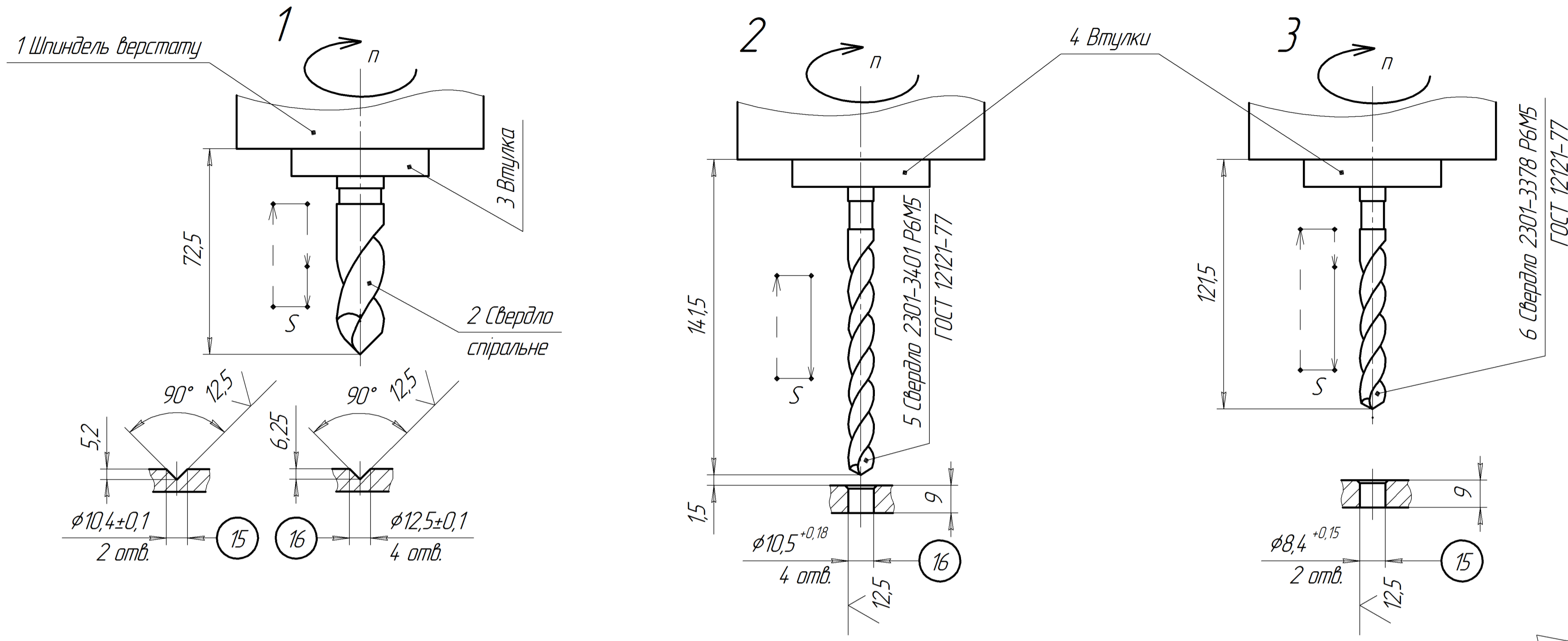
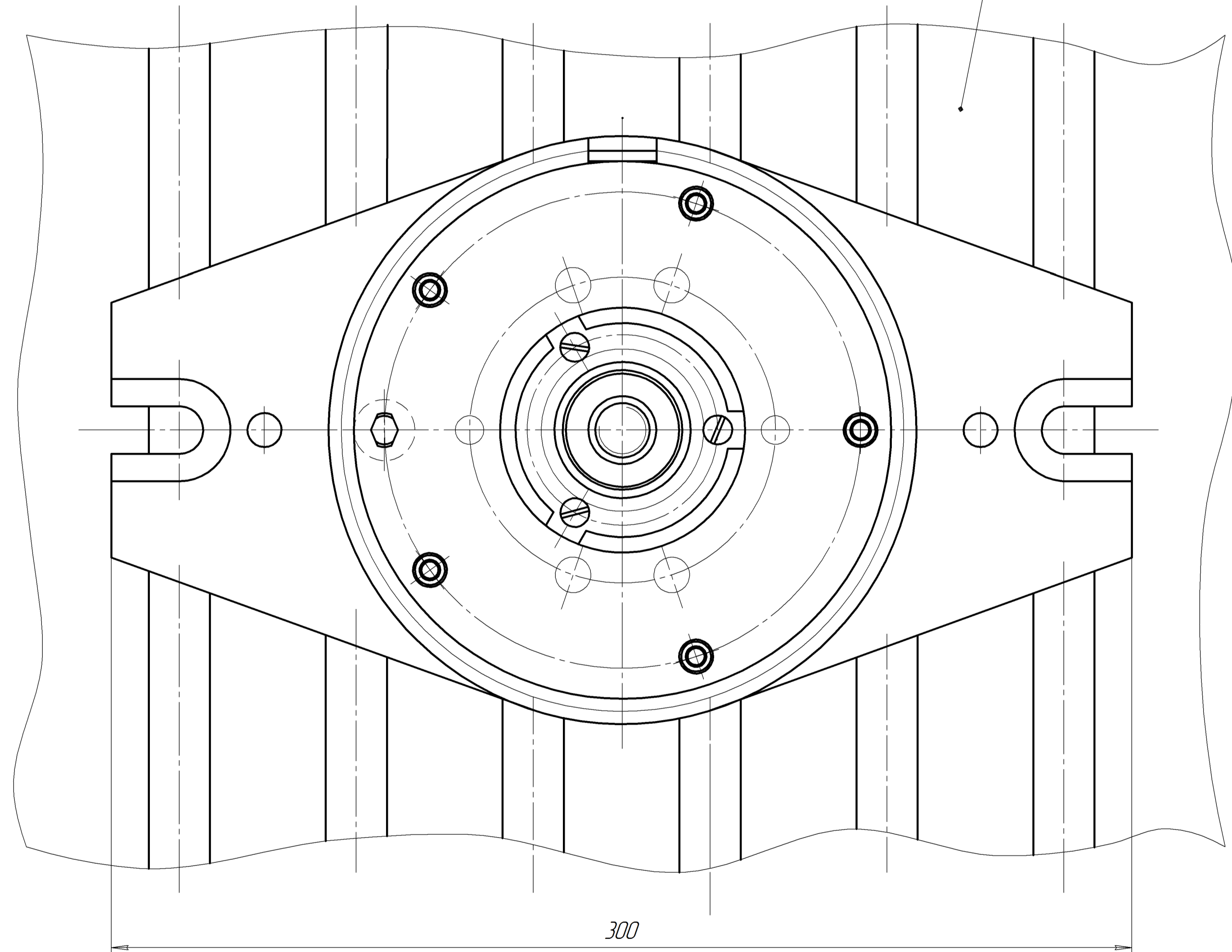
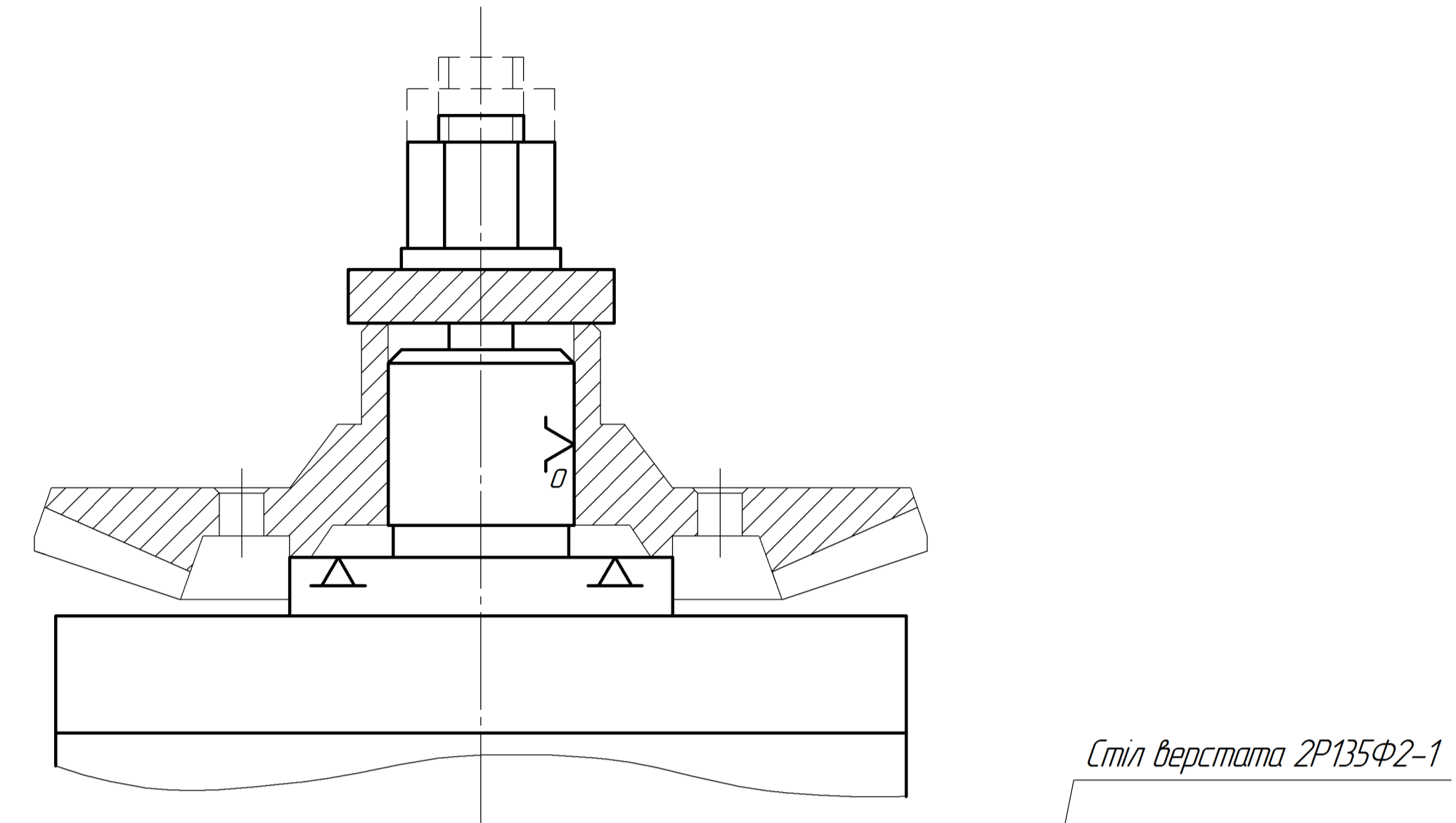


Схема установки колеса на операции 050 свердлильна з ЧПК (верстат 2P135Ф2-1)



№	Назва операції	Режими різання				
		<i>t</i>	<i>S_x</i>	<i>n</i>	<i>V</i>	<i>t₀</i>
№	Зміст технологічних переходів	мм	мм/хв	хв ⁻¹	м/хв	хв
050	Вертикально-свердлильна з ЧПК					
	Вертикально-свердлильний 2P135Ф2-1					
1	Центрувати почергово 4 отв. 16 та 2 отв. 15	6,25	100	710	27,9	0,48
2	Свердлити 4 отв. 16	5,25	100	710	23,4	0,56
3	Свердлити 2 отв. 15	4,2	125	1000	26,4	0,21

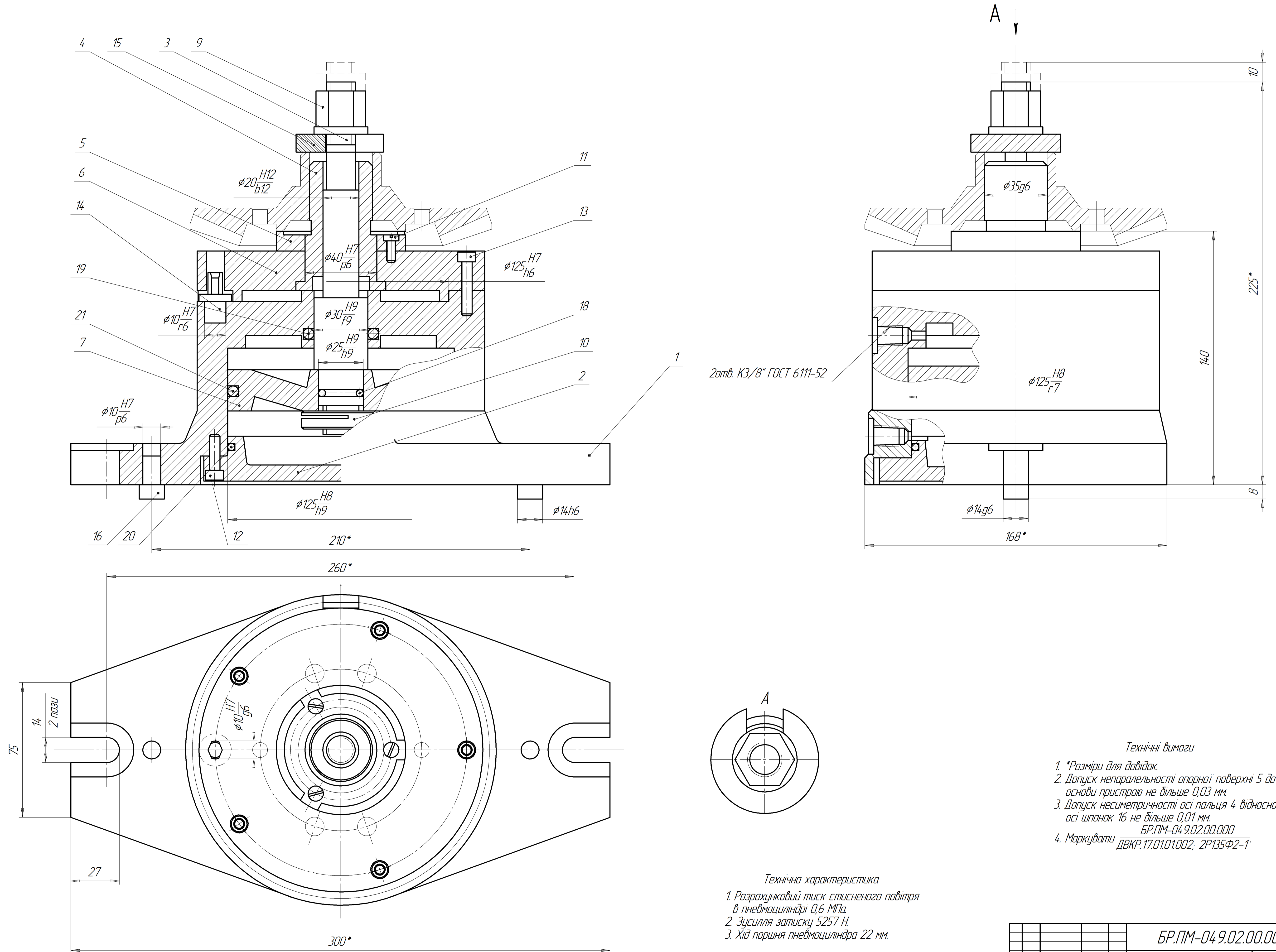
Умовні позначення

- рух подачі;
- рух швидкого переміщення.

БР.ПМ-04.9.01.00.000 СХ				Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Н	
Разр.	Сл.	Оч.			Архив	2
Пер.	Оч.				Архив	2
Т.контр.	Оч.					
Реценз.						
Н.контр.	Оч.					
Затв.	Ланчик					

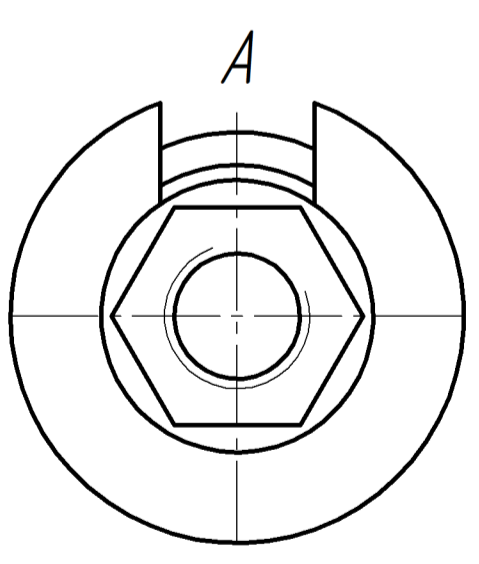
Карта технологічного налагодження свердлильної операції 050

ІФНТЧНГ
ПМ-21-1



Технічні вимоги

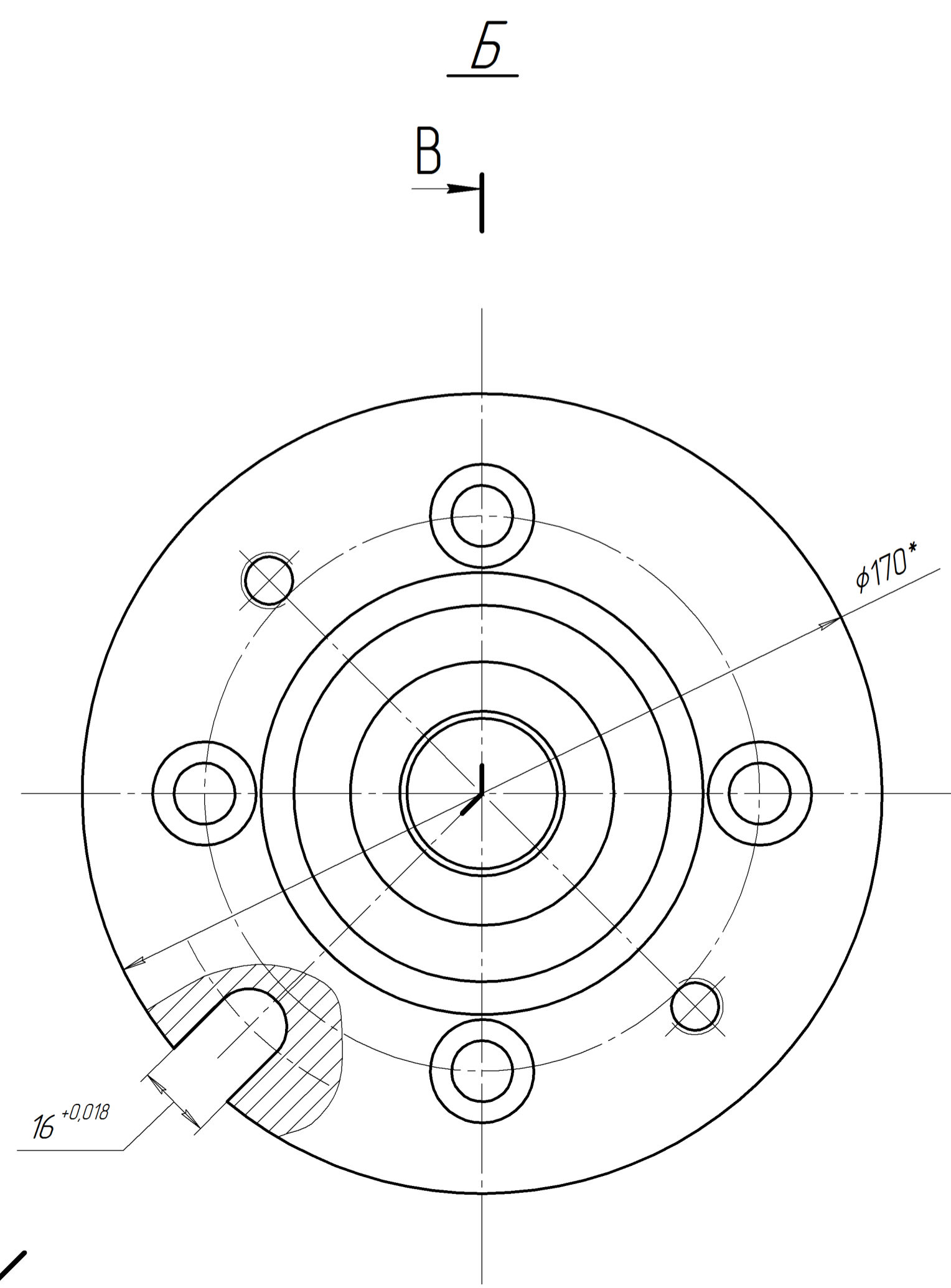
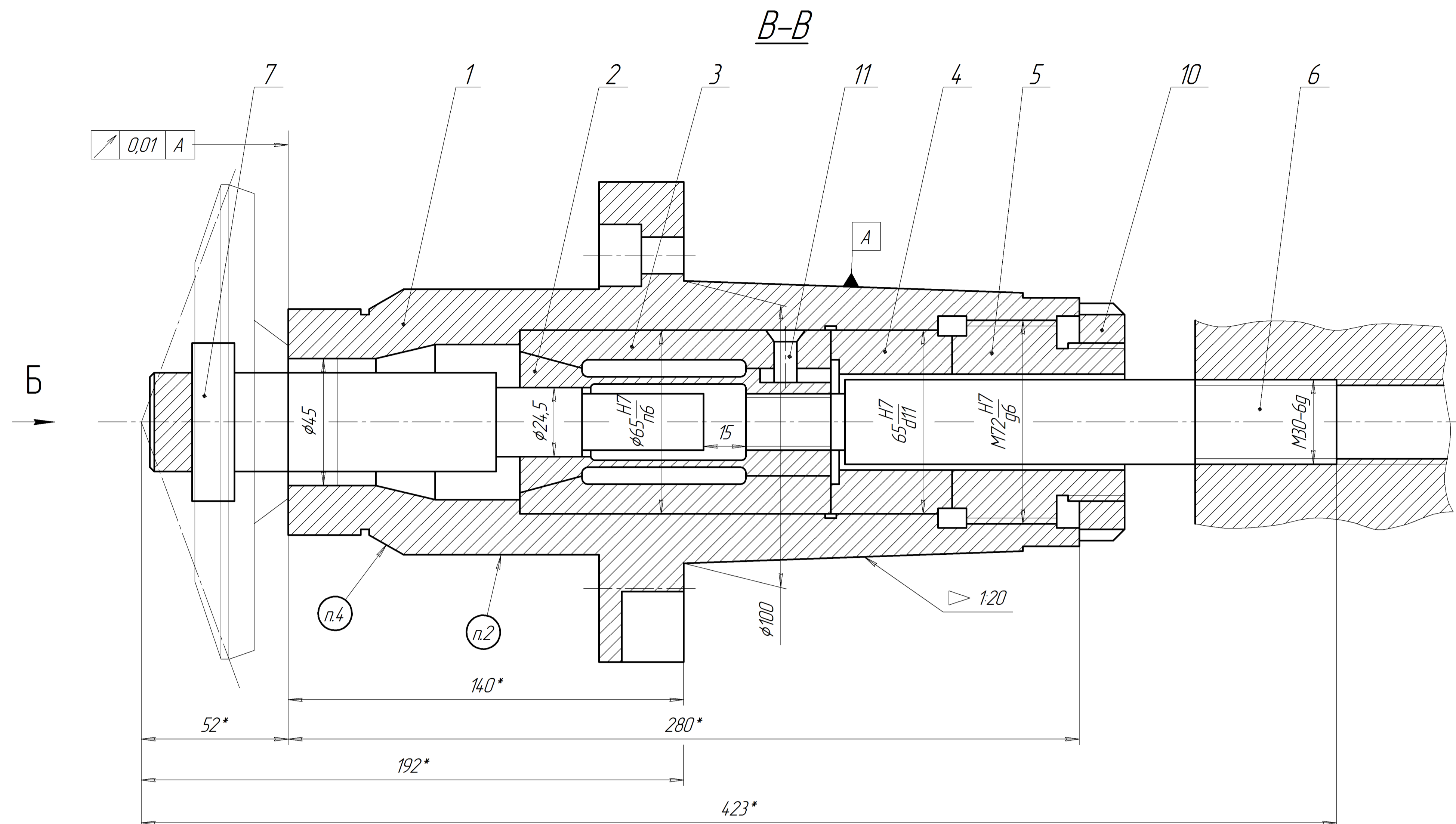
- *Разміри для довідок.
- Допуск непаралельності опорної поверхні 5 до основи пристрою не більше 0,03 мм.
- Допуск несиметричності осі пальця 4 відносно осі шпонак 16 не більше 0,01 мм.
- Маркувати ДВКР.17.01.01.002, 2Р135Ф2-1



Технічна характеристика

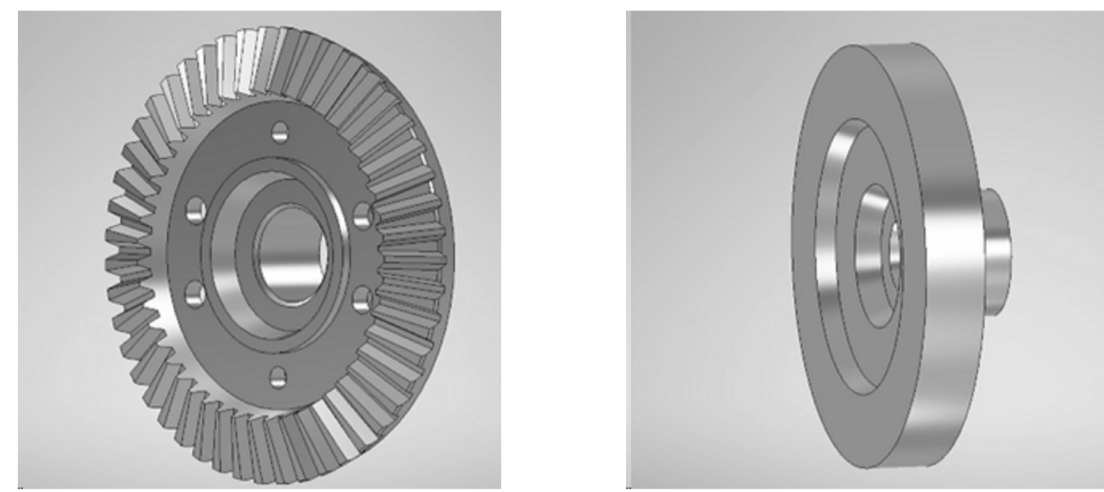
- Разрахунковий тиск стисненого повітря в пневмоциліндрі 0,6 МПа.
- Зусилля затиску 5257 Н.
- Хід поршня пневмоциліндра 22 мм.

БР.ПМ-04.9.02.00.000 СК				Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Н	1:1
Розроб.	Слибка					
Перев.	Онисько					
Т.контр.	Онисько					
Реценз.						
Н.контр.	Онисько					
Затв.	Ланчик					
Пристрій свердлильний				Архив 1	Архив 1	
				ІФНТЧНГ ПМ-21-1		

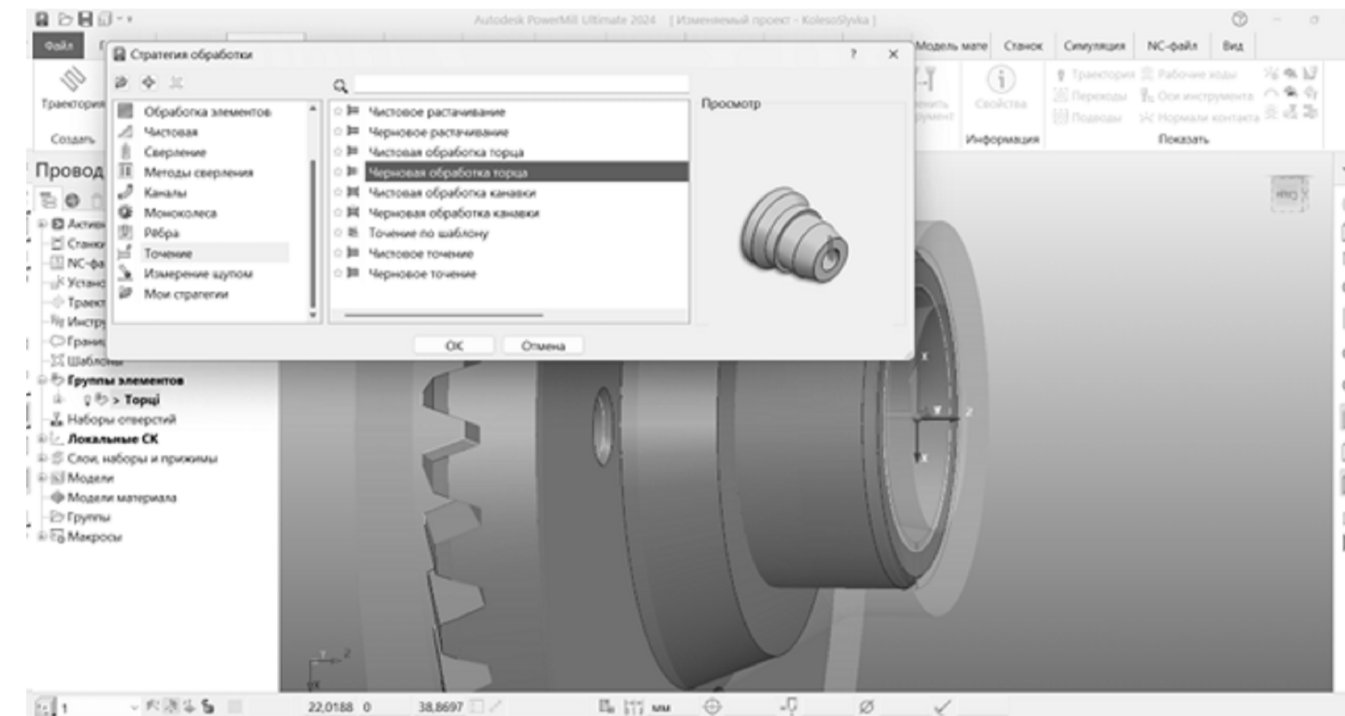


1. *Разміри для довідок;
2. Маркувати: БРПМ-049.03.00.000
3. Оправку встановити на зубофрезерний верстат СТ 267064;
4. Маркувати фактичний розмір;
5. Решта технічних вимог по ОСТ 70.0001.035-84;
6. Торць шліфувати за одну установку з кіничним хвостовиком.

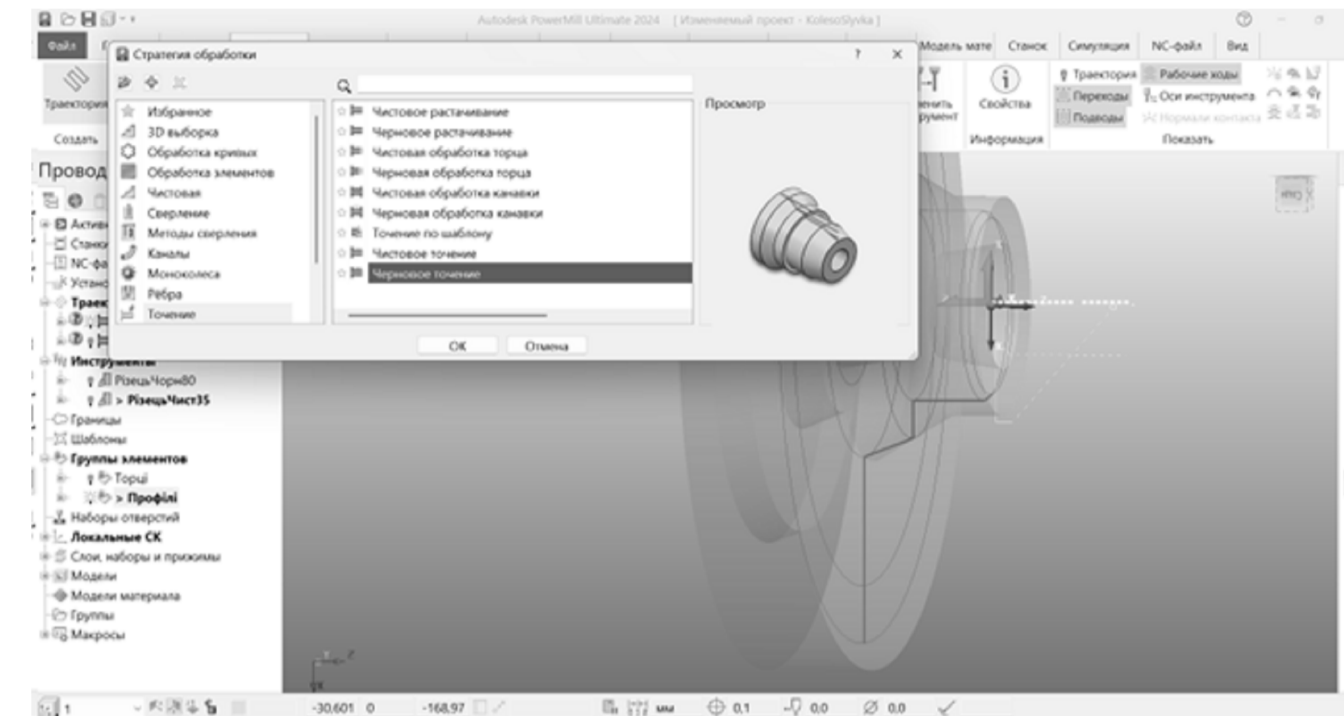
БРПМ-049.0100.000 СК					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ Док.	Підп.	Дата	Н		1:1
Разраб.	Слибка				Аркш	1	Аркш
Перев.	Онисько				ІФНТЧНГ		
Т.контр.	Онисько				ПМ-21-1		
Реценз.							
Н.контр.	Онисько						
Затв.	Ланчик						



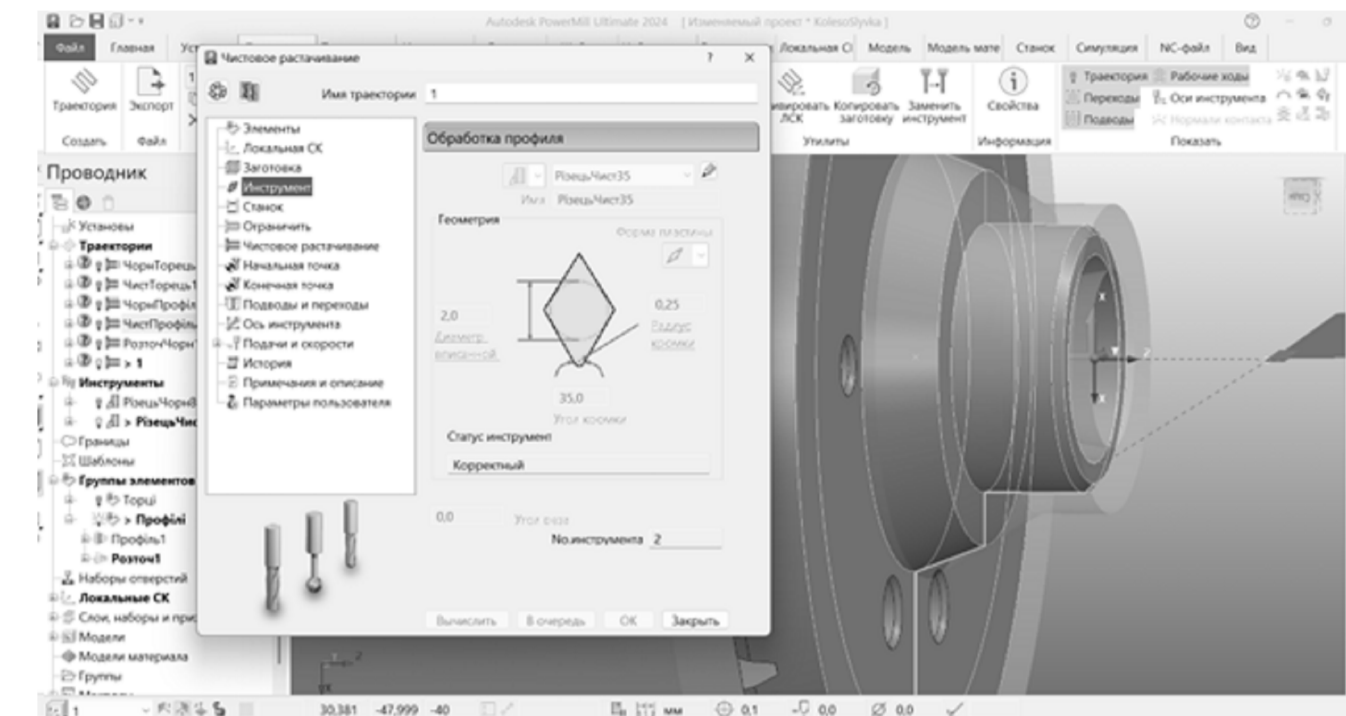
3D-моделі деталі та заготовки



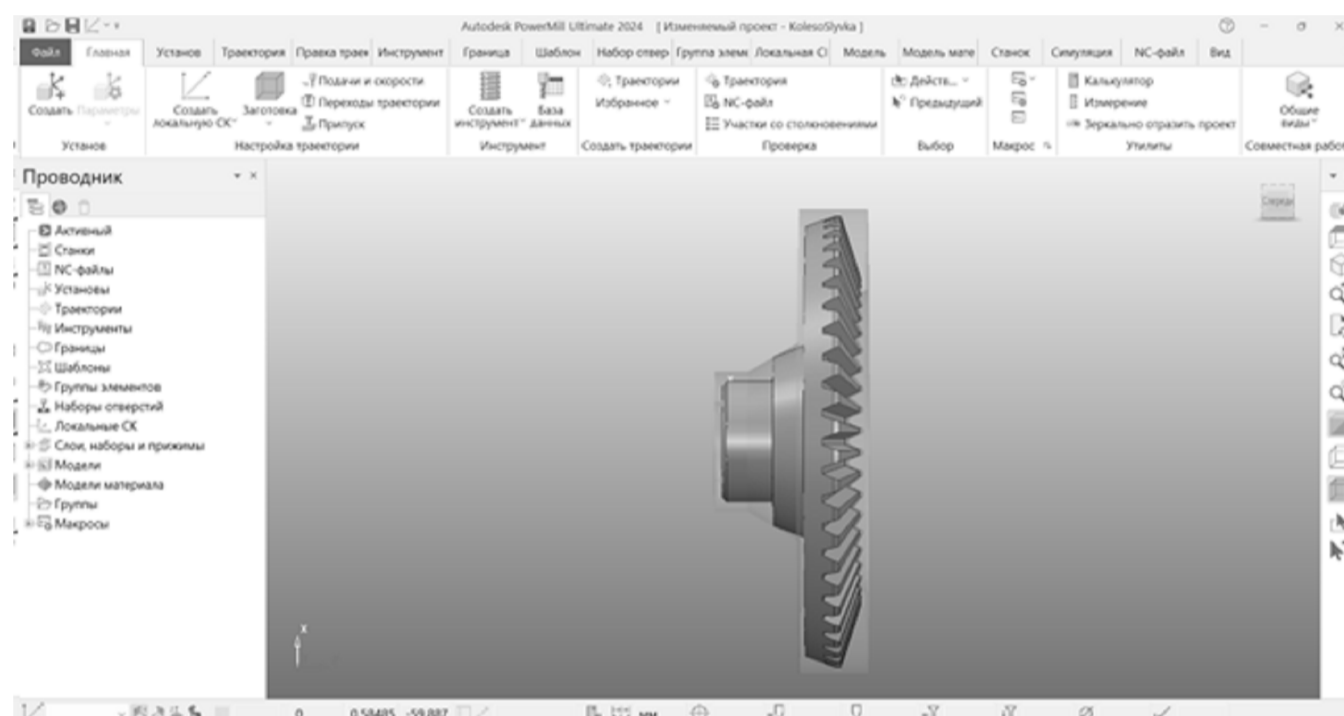
Вибір стратегії обробки



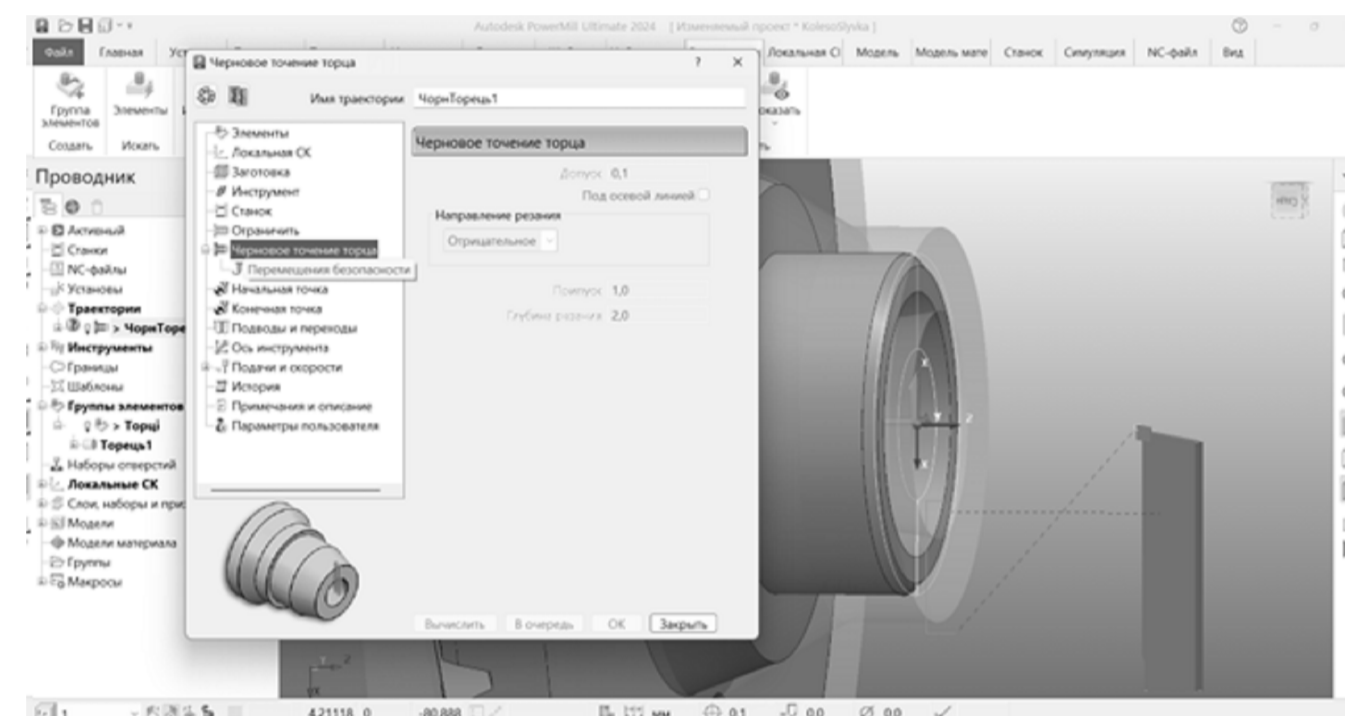
Вибір стратегії обробки



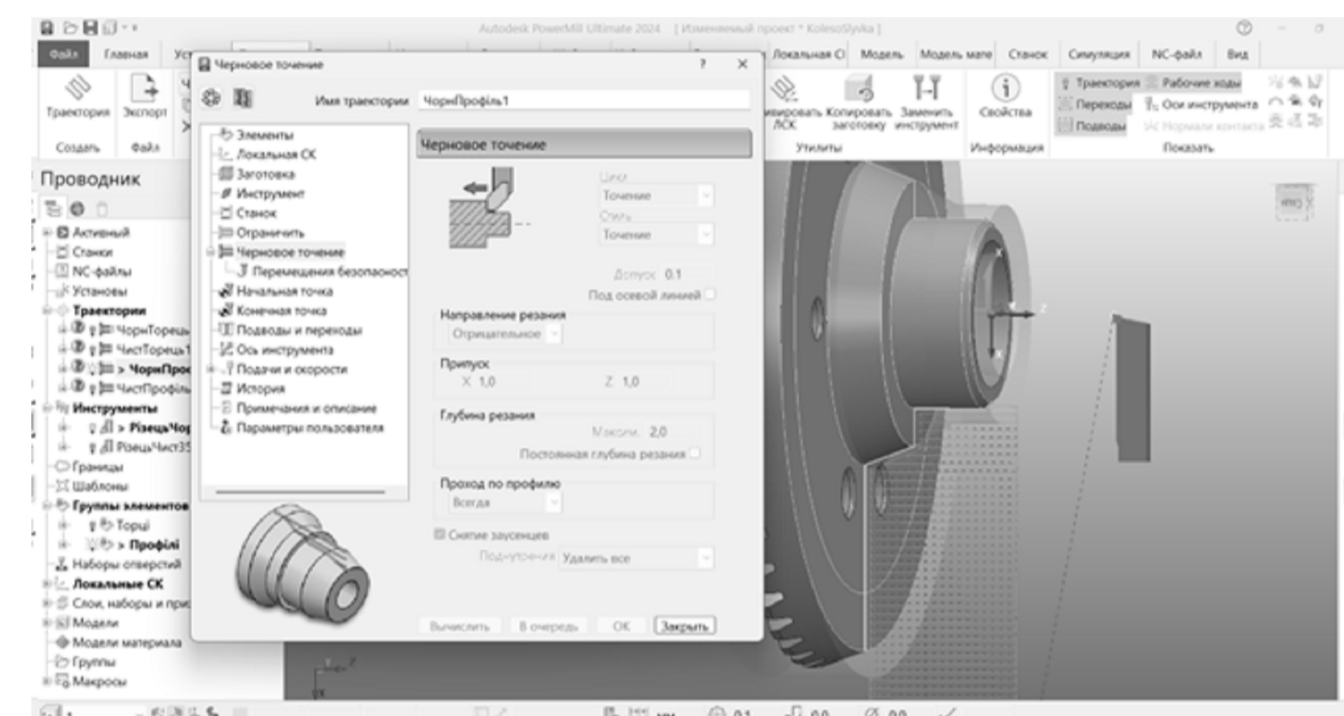
Проектування чистового розточування



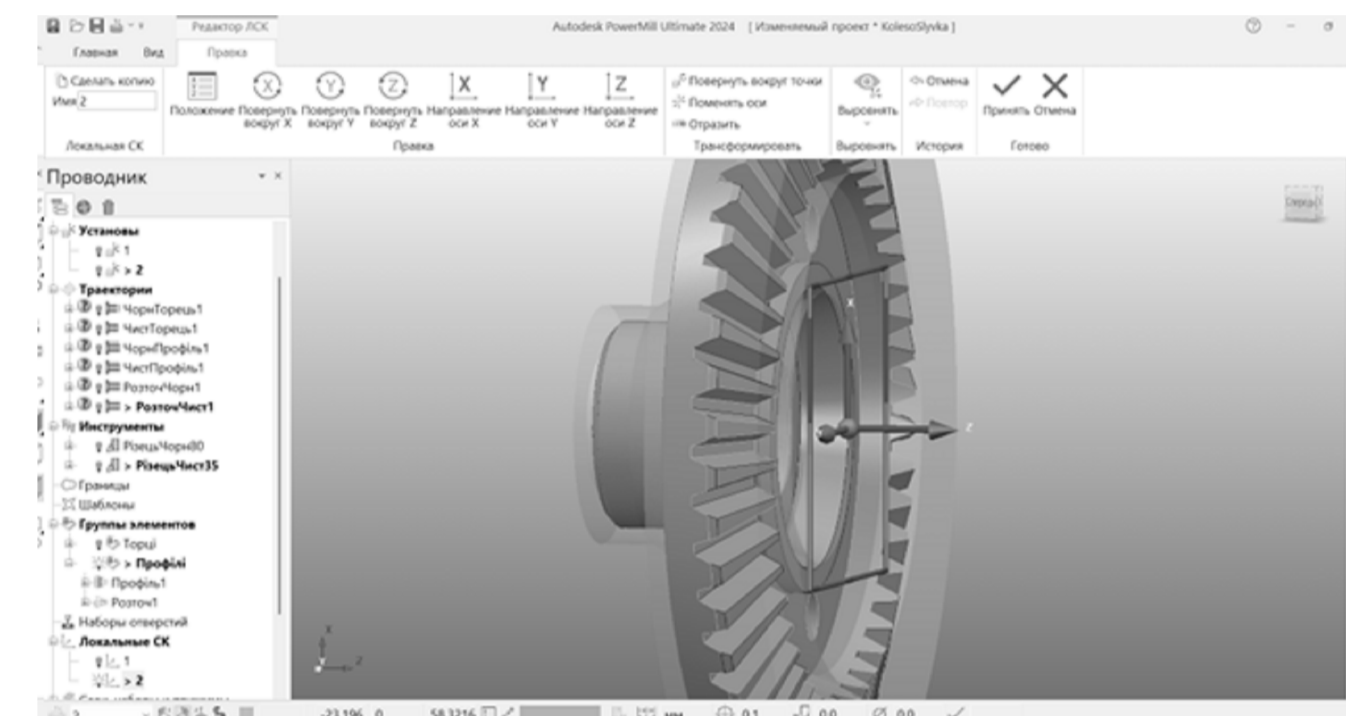
Імпортовані моделі деталі та заготовки



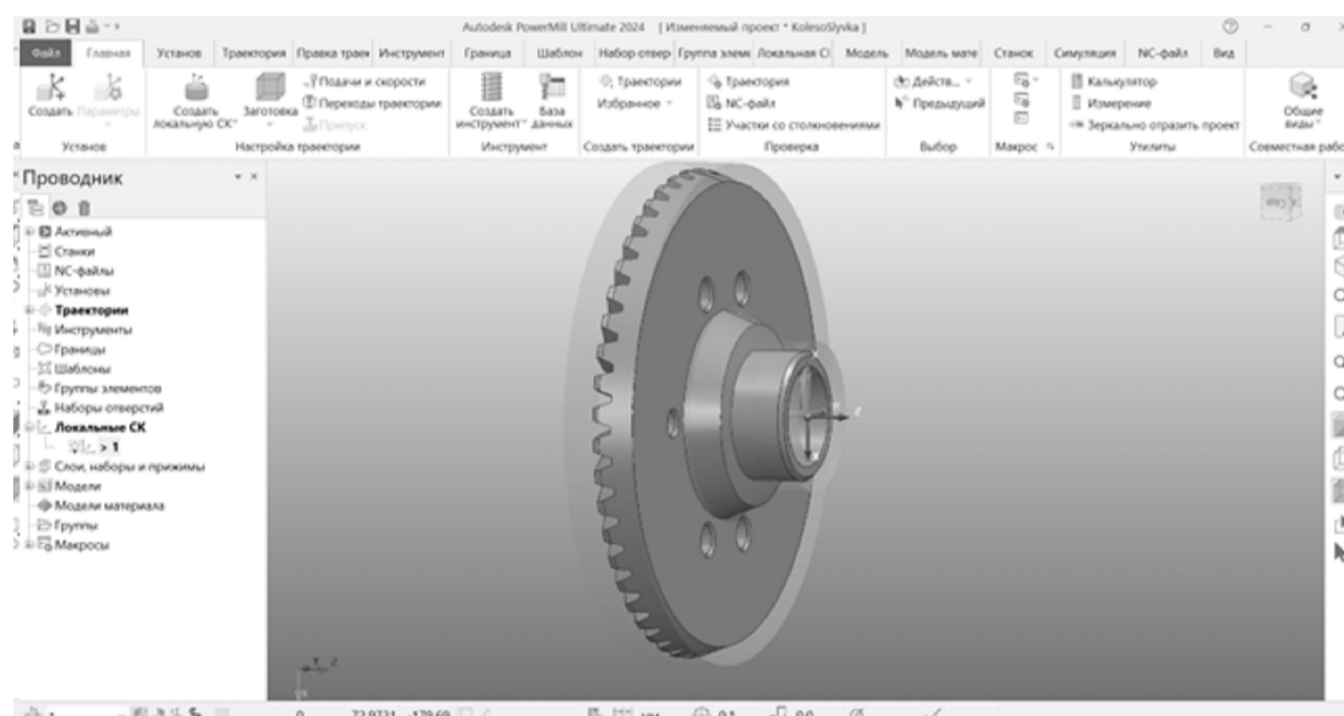
Проектування чорнового точіння торця



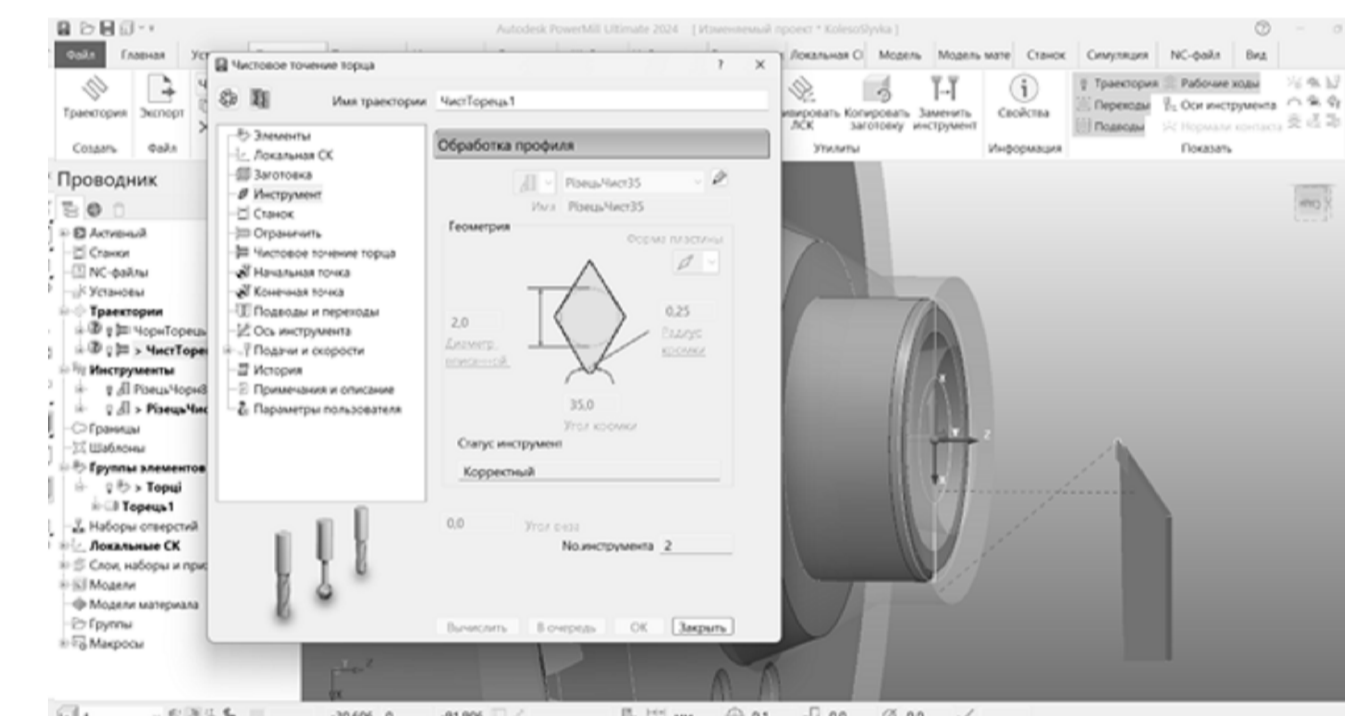
Проектування чорнового точіння



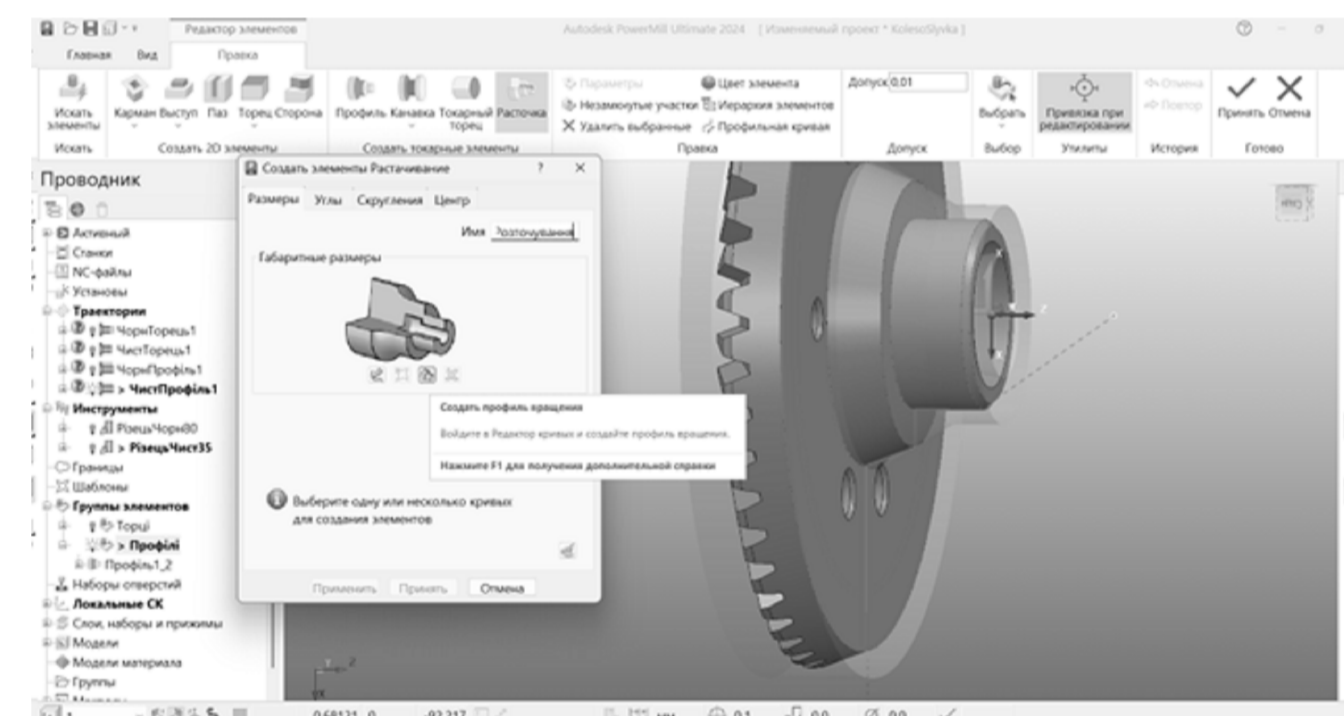
Створення локальної системи координат



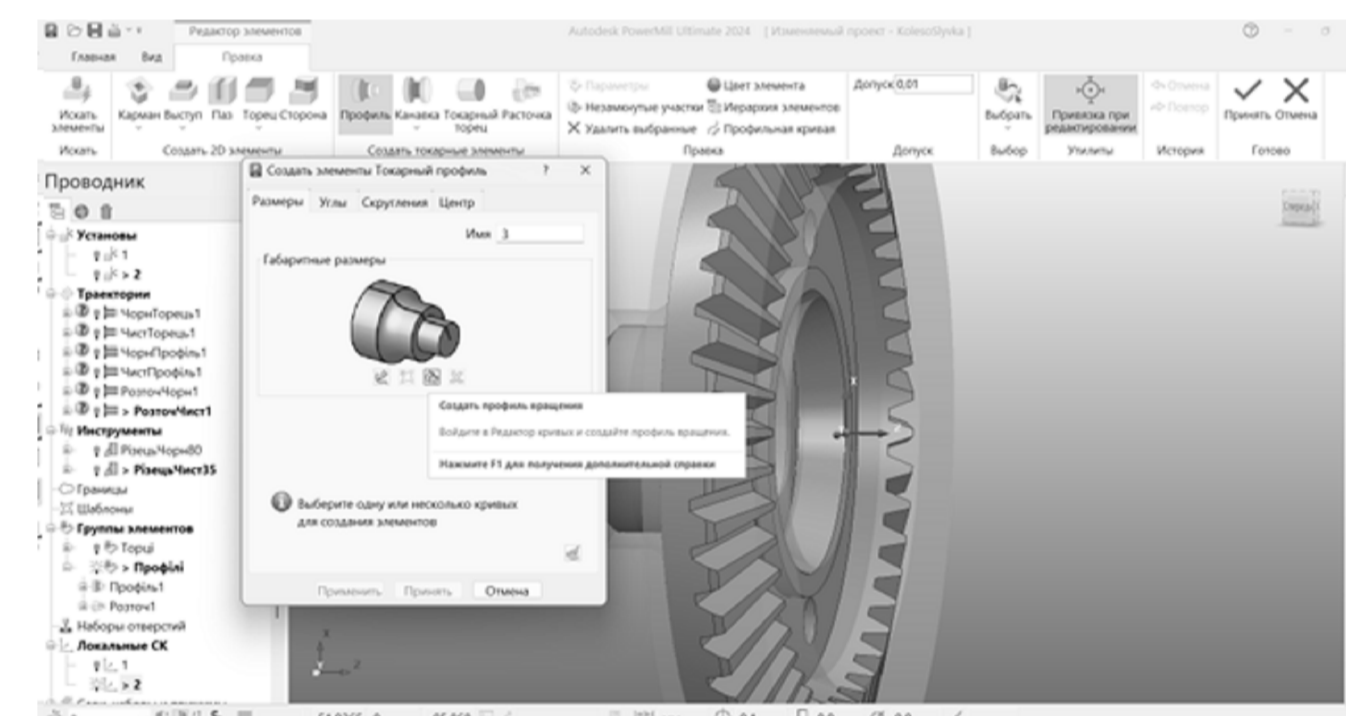
Створення локальної системи координат



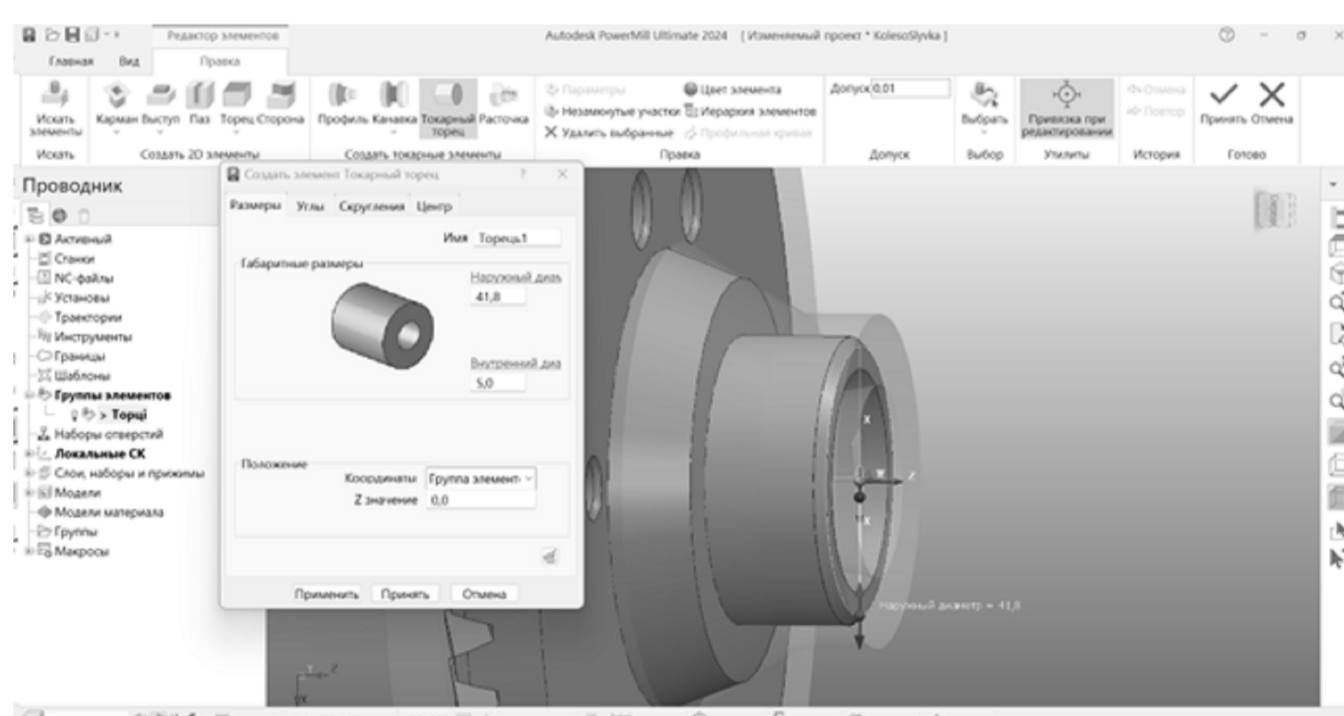
Проектування чистового точіння торця



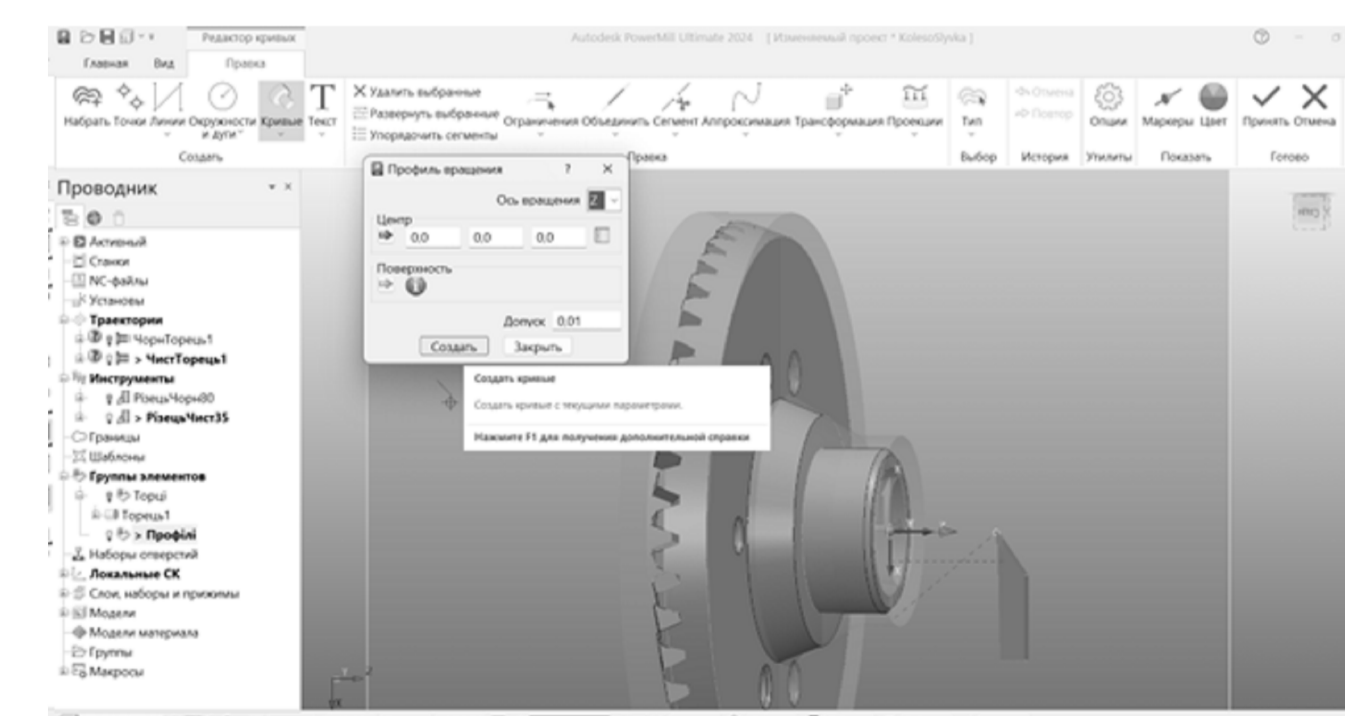
Створення профілю обертання



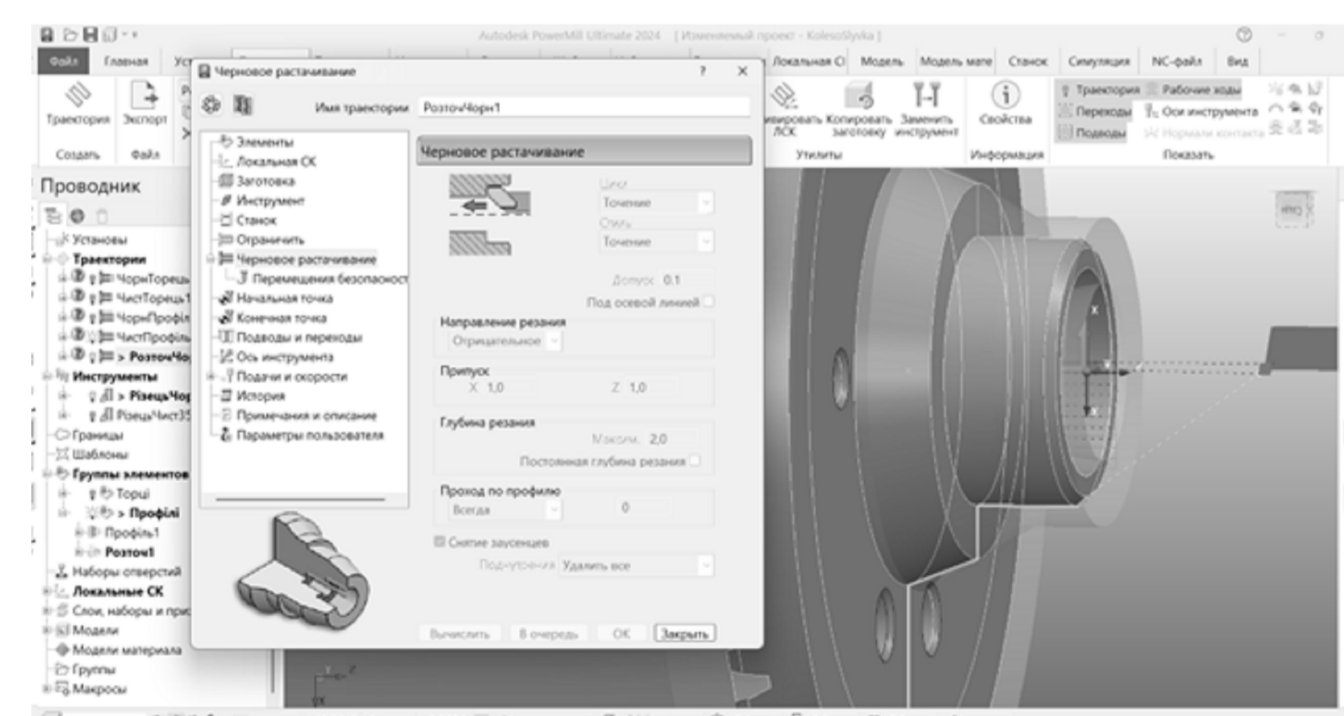
Створення елемента "Токарний профіль"



Проектування елемента "Токарний торець"



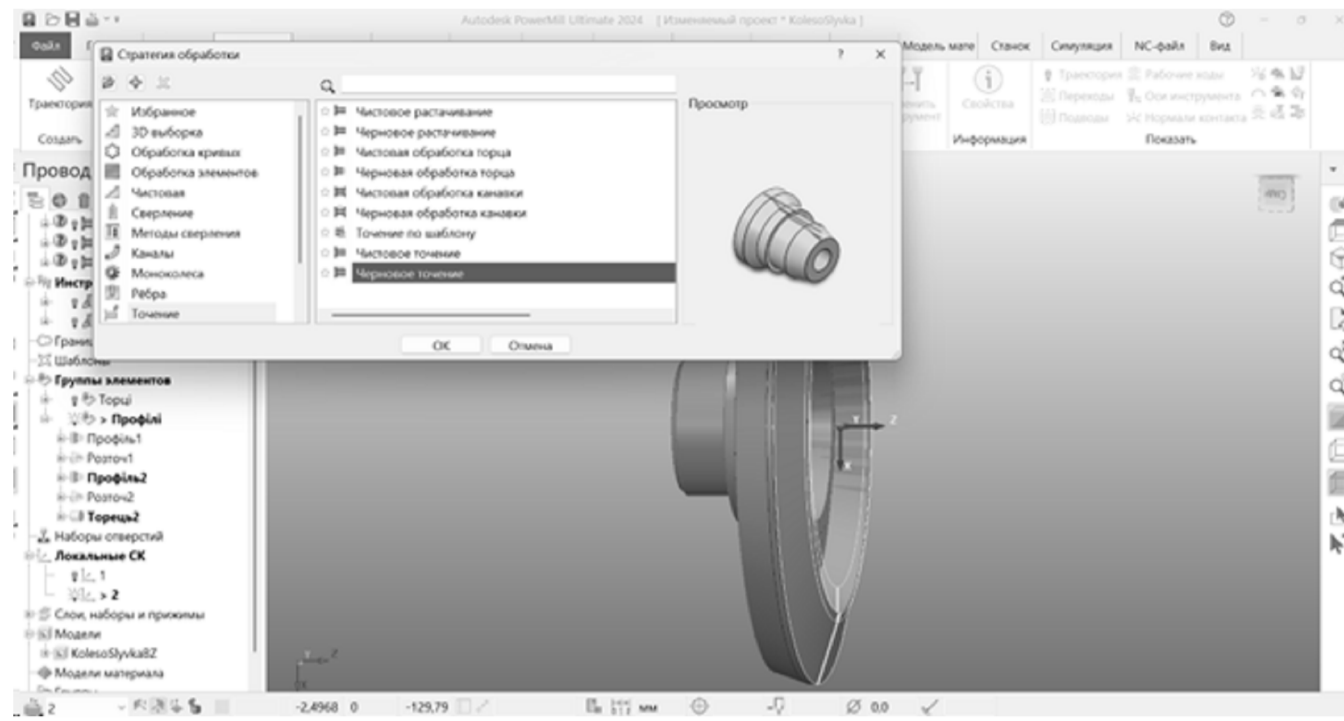
Етап створення токарного профілю



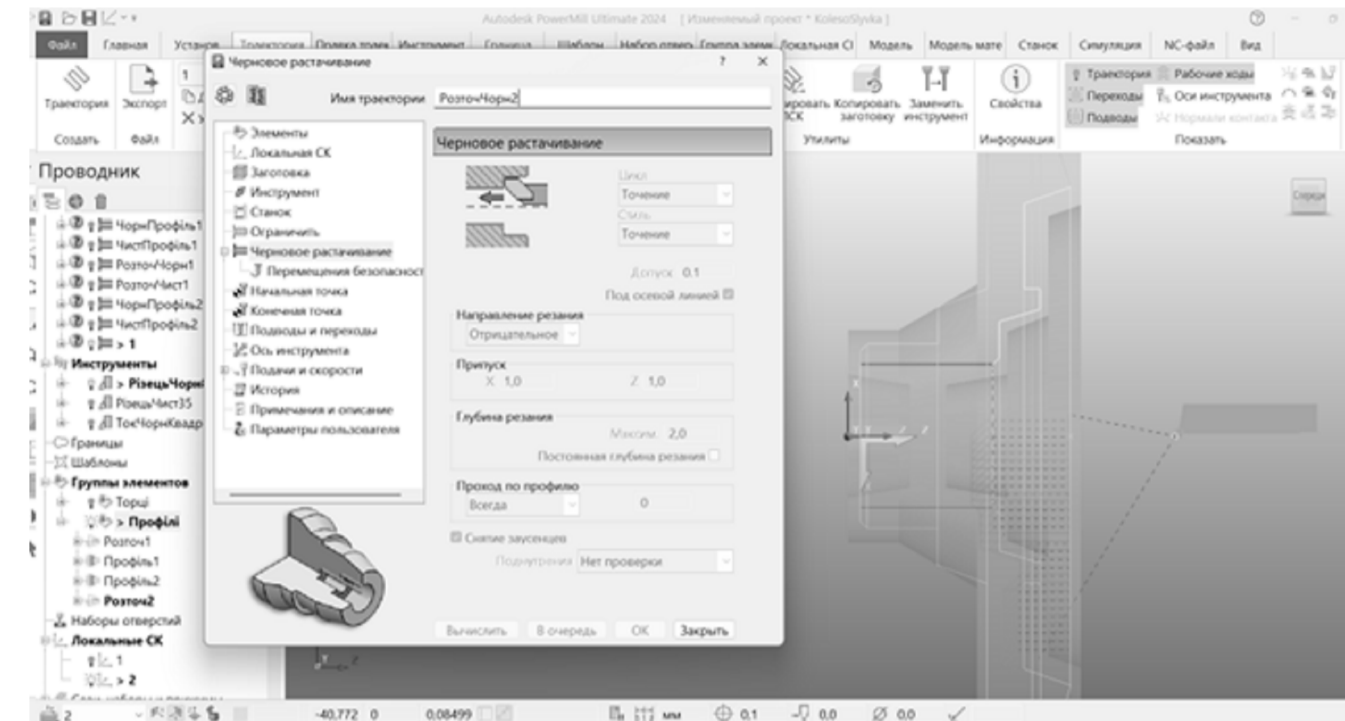
Проектування чорнового розточування

				БР.ПМ-049.04.00.СХ				
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК	Лист	Маса	Масштаб
						Н		-
						Архив	Архив	1
						ПМ-21-1 ІФНТУНГ		

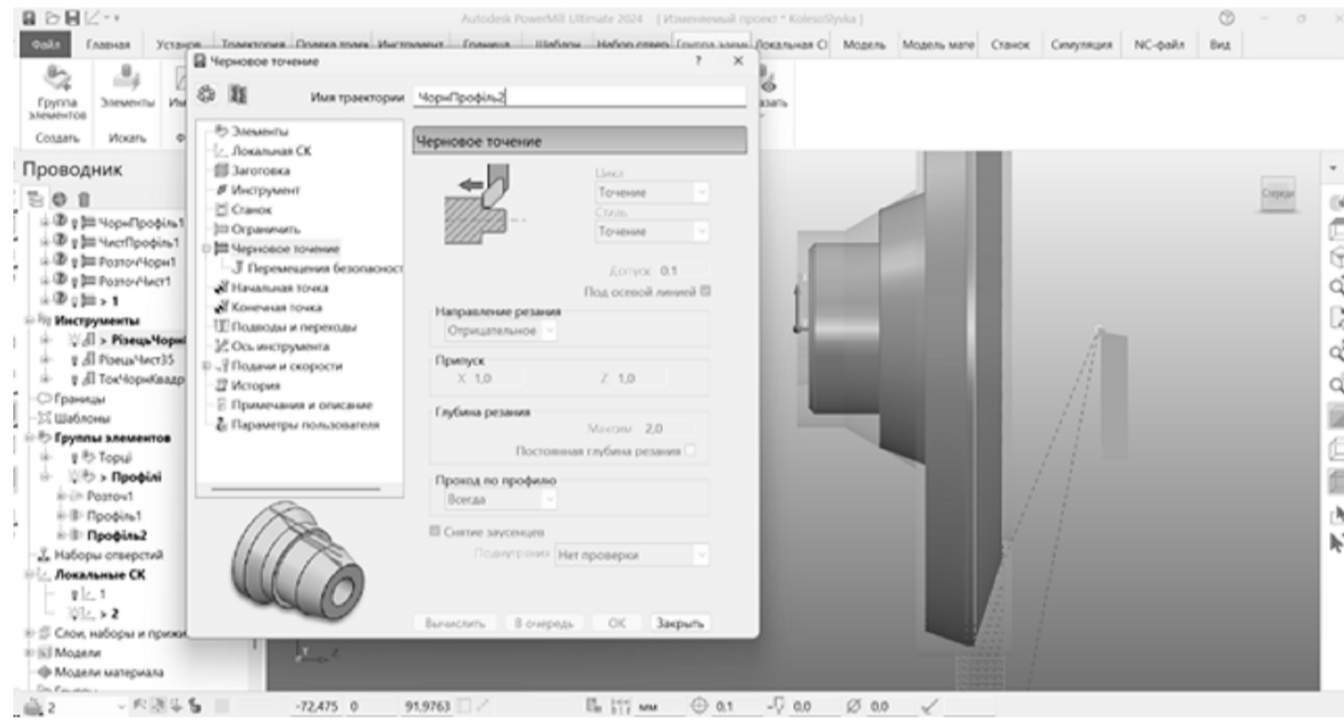
Керуючі програми



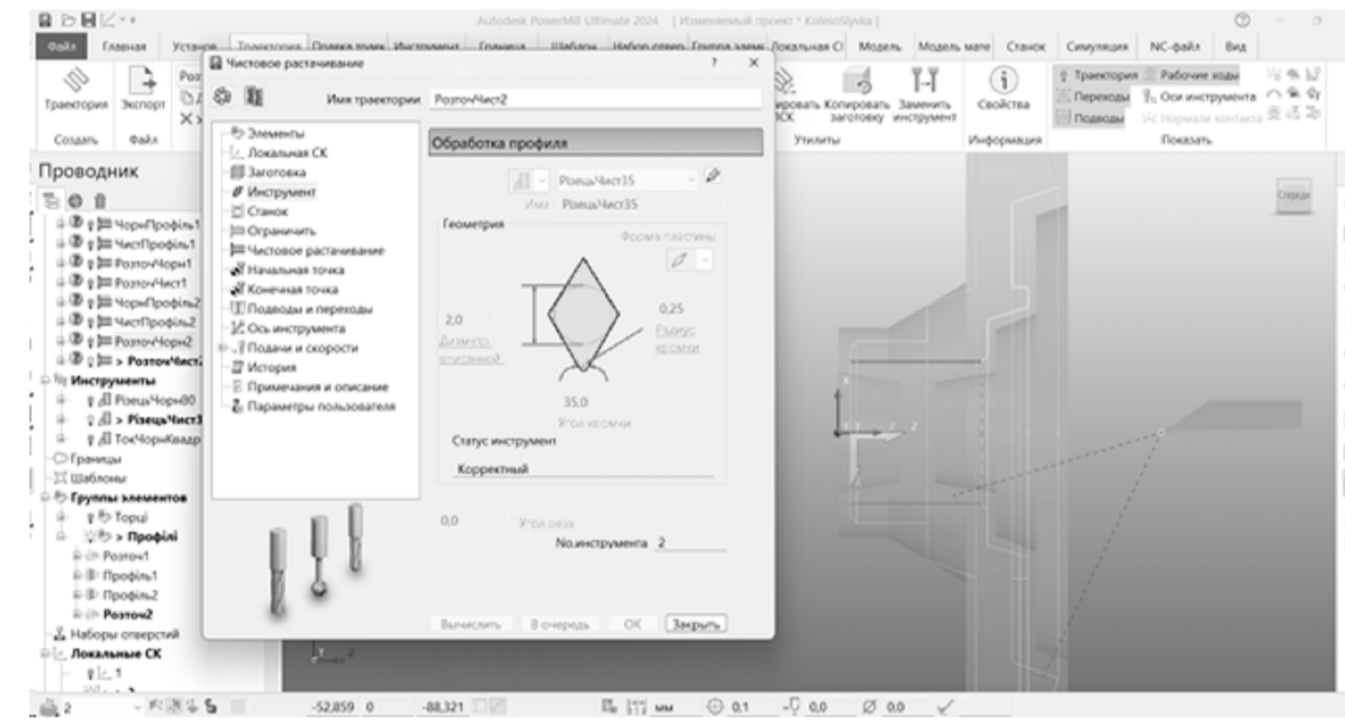
Вибір стратегії обробки



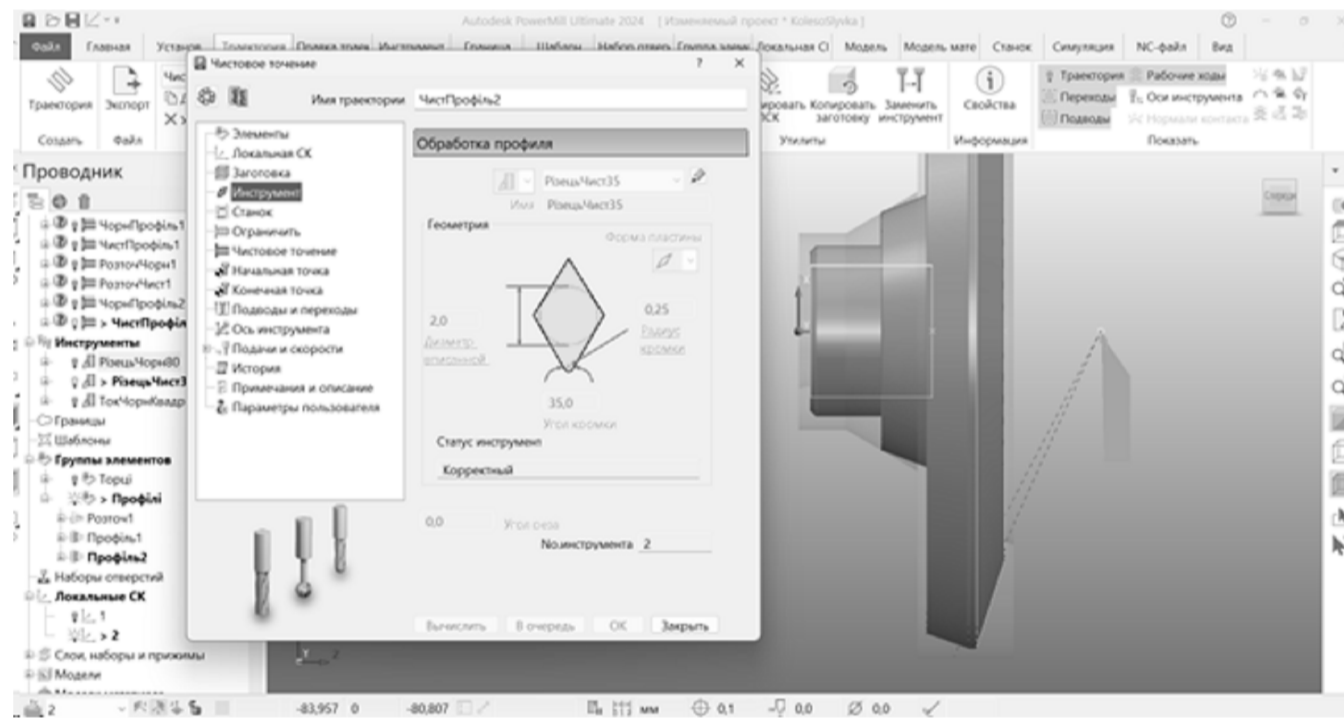
Проектування чорного розточування



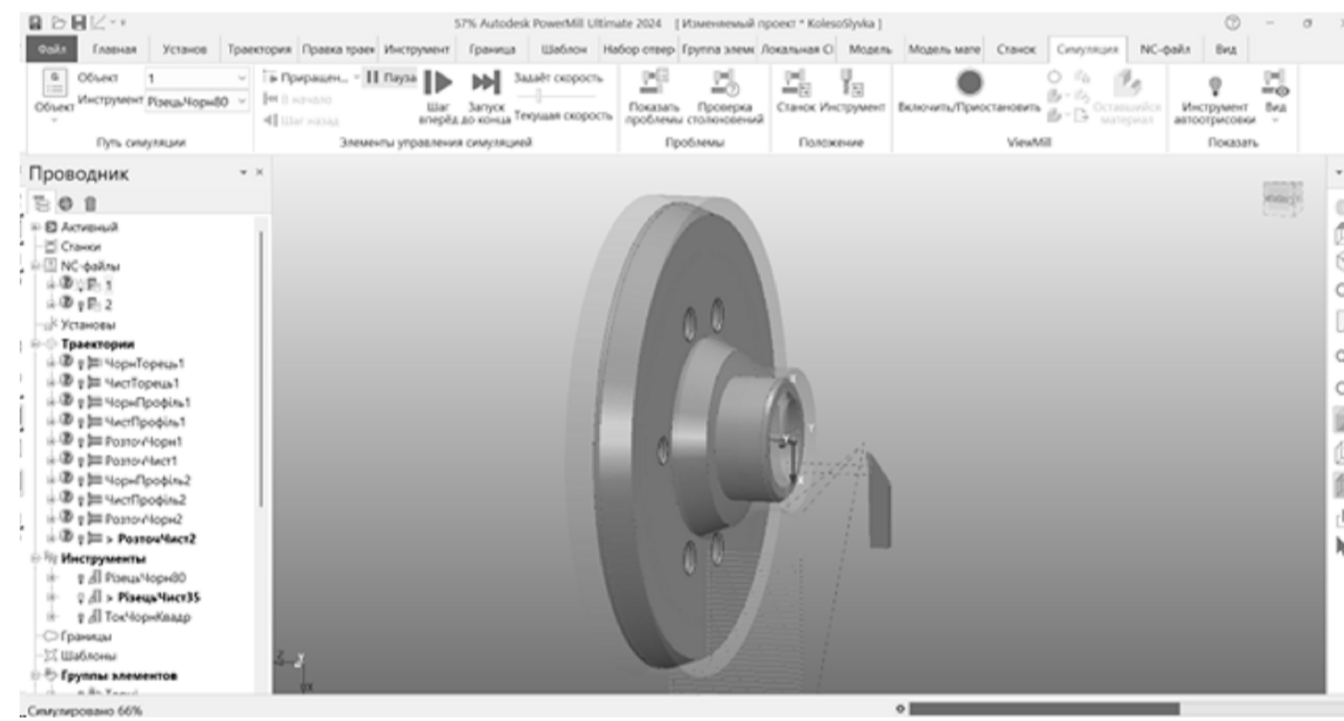
Проектування чорного точіння



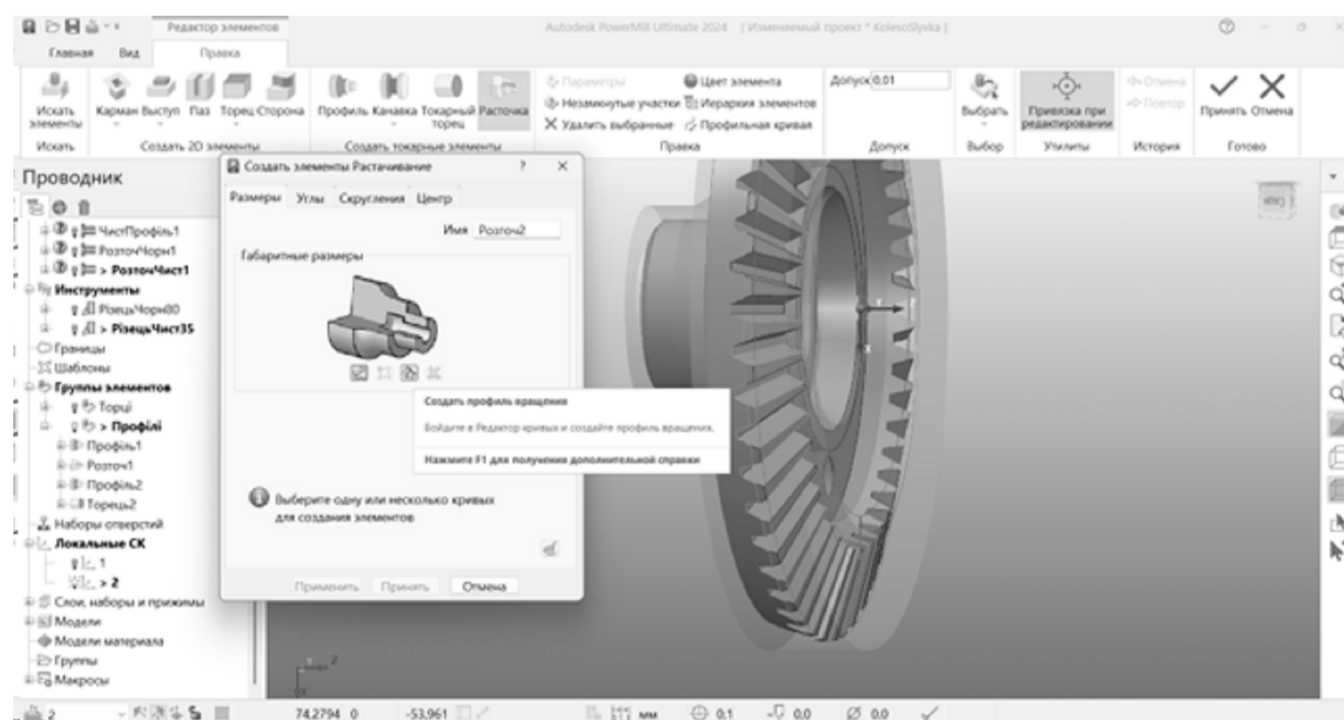
Проектування чистого розточування



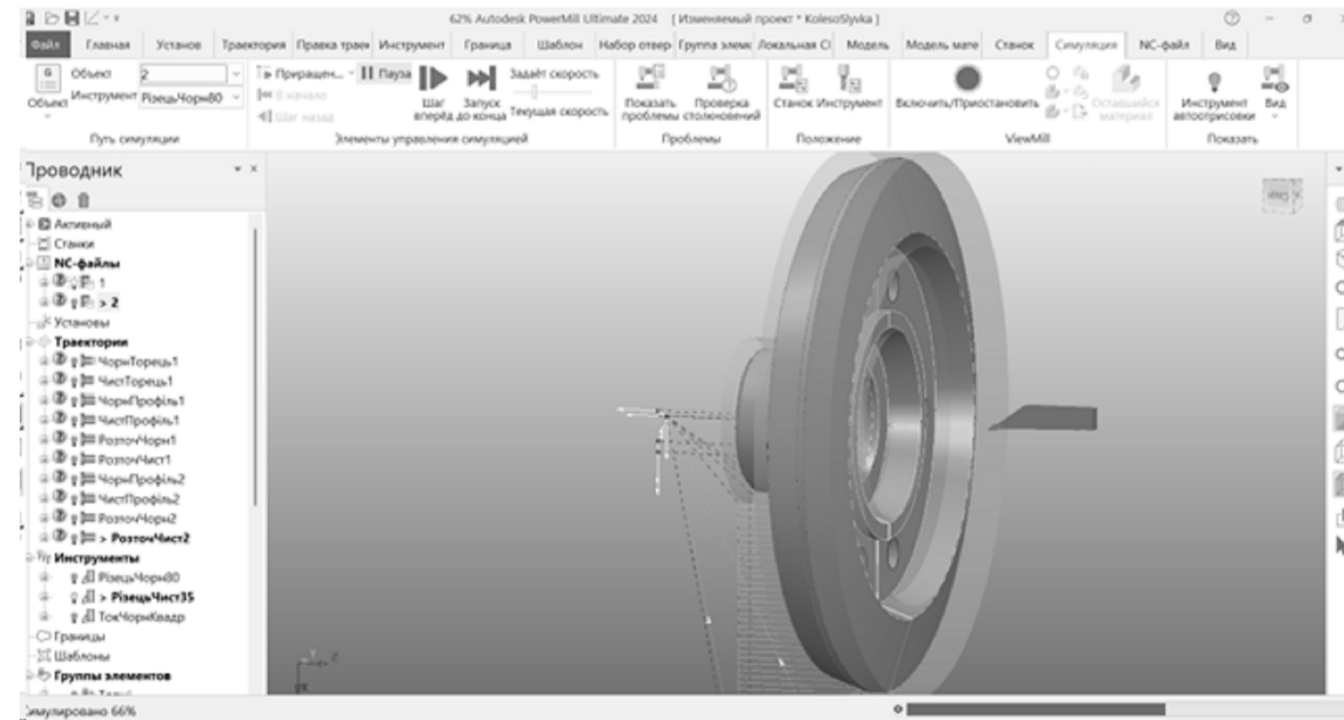
Проектування чистого точіння



Моделювання чорного точіння



Проектування елемента "Розточування"



Моделювання чорного розточування

```

100 ; -----
101 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
102 ; -----
103 ; 2|Різець Чист35|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 21 MM
105 ; PROGRAM NAME : 21
106 ; PART NAME    : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:24:58
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 2
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 2|Різець Чист35|   | 0.0 |
118 ; -----
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HRS 0 MIN 4 SEC
123 BLK FORM 0.1 Z X-86.5 Y-86.5 Z0.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z57.0
126 CYCL DEF 247 DATUM SETTING~
    Q339=+1; DATUM NUMBER
127 L M140 MBMAX FMAX
128 ; -----
129 ; START TOOLPATH : ЧистПрофіль2
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
137 ; TOOL NO. :2
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID   : Різець Чист35
140 ; TOOL DIA  : 0.0 LENGTH 0.0
142 TOOL CALL 2 Z S1000 DL+0.0 DR+0.0
143 M03
144 L X-200.0 Y0.0 FMAX
145 L Z-20.0 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-318.0964 Z-50.6579 R0 FQ3
151 L X-321.9056 Z-51.2682 F0.2
152 L X-368.1517 Z-58.6773
153 L X-372.147 Z-58.7739
154 L X-200.0 Z-20.0 FQ3
156 ; END TOOLPATH : ЧистПрофіль2
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|Різець Чорн80|   | 0.0 |
104 ; -----
0.00 BEGIN PGM 10 MM
105 ; PROGRAM NAME : 10
106 ; PART NAME    : Колесо
107 ; PROGRAM DATE : 2025-05-20 - 15:22:27
108 ; PROGRAMMED BY : ADMIN
109 ; POWERMILL CB : 2024019.0
110 ; POST VER     : 2024.0.0.5142
111 ; OPTION FILE  : HEIDENHAINMOD
112 ; OUTPUT WORKPLANE : 1
114 ; -----
115 ; NO.| ID      | DIA.| TIP RAD| LENGTH
116 ; -----
117 ; 1|Різець Чорн80|   | 0.0 |
118 ; -----
120 ; NUMBER OF TOOLPATHS: 1.0
121 ; ESTIMATED PROGRAM DURATION: 0 HRS 0 MIN 2 SEC
123 BLK FORM 0.1 Z X-86.5 Y-86.5 Z-54.0
124 BLK FORM 0.2 X86.5 Y86.5 Z3.0
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
137 ; TOOL NO. :1
138 ; TOOL TYPE :
139 ; TOOL ID   : Різець Чорн80
140 ; TOOL DIA  : 0.0 LENGTH 0.0
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 X255.0 Z-94.75 R0 FQ3
151 L Z-98.75 F0.2
152 L X220.0
153 L Z-96.75
154 L X222.8284 Z-95.3358
155 L Z-67.0 FQ3
157 ; END TOOLPATH : ЧорнТорець1
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
    
```

				БР.ПМ-04.9.05.00.000 СК				
Зм.	Арх.	№ Док.	Підп.	Дата	Схеми до керуючої програми з ЧПК	Лит	Маса	Масштаб
Розроб	Служба					Н		1:1
Левоб	Служба				Архив	Архив	1	
Т.контр	Служба							
Н.контр	Служба							
Затв	Ланчик							
						ПМ-21-1 ІФНТУНГ		