

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»

Циклова комісія машинобудівних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
фахового молодшого бакалавра

на тему:

Розробка і техніко-економічне обґрунтування
технологічного процесу механічної обробки деталі
«Колесо епіциклічне» 26.КВР.400.09.00.000

Виконав: студент IV курсу, групи МГ-400
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”
Посвалюк Валерій Русланович

Керівник: _____ Оксана КОБЕЛЬНИК

Рецензент: _____

Тернопіль – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ**

**ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»**

Відділення _____ транспорту та інженерної механіки
Циклова комісія _____ машинобудівних технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ фаховий молодший бакалавр
Спеціальність _____ 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії

Ігор ГЕНИК

(прізвище, ім'я, по батькові)

“ _____ ” _____ 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Посвалюку Валерію Руслановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Колесо епіциклічне» 26.КВР.400.09.00.000

Керівник роботи _____ Кобельник Оксана Степанівна ,
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від “ _____ ” _____ 2026 року № _____ .

Термін подання студентом роботи _____ 15.06.2026р.

Вихідні дані до роботи креслення деталі, річний випуск деталей 1000 штук

Зміст розрахунково-пояснювальної записки _____

1 Загальна частина

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

2 Технологічна частина

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1 Вибір технологічних операцій

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

2.2.1 Вибір технологічних переходів

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольованого інструменту)

2.2.3 Розрахунок режимів різання

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

3 Вибір та обґрунтування пристосування на операцію

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування

3.3 Розрахунок зусиль затиску

4 Економічна частина

4.1 Обсяг інвестицій для реалізації проекту технологічного процесу

4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу

5 Охорона праці та безпеки життєдіяльності

5.1 Характеристика виробничої ділянки з точки охорони праці

5.2 Заходи з покращення умов праці на виробничій ділянці

Перелік графічного матеріалу:

1. Креслення заготовки - 1 лист А2;
2. Креслення деталі - 1 лист А2;
3. Карта наладки - 1 лист А1;
4. Креслення пристосування - 1 лист А1;
5. РТК - 1 лист А1;

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Оксана КУЩАК, викладач	_____ (підпис) _____ (дата)	_____ (підпис) _____ (дата)
Охорона праці	Ігор ОКІПНИЙ	_____ (підпис) _____ (дата)	_____ (підпис) _____ (дата)

Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна частина	20.05.2026	
2	Технологічна частина	27.05.2026	
3	Економічна частина	05.06.2026	
4	Охорона праці	10.06.2026	
5	Графічна частина	15.06.2026	

Студент

(підпис)

Валерій ПОСВАЛЮК

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Оксана КОБЕЛЬНИК

АНОТАЦІЯ

Посвалюк В.Р. Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Колесо епіциклічне» 26.КВР.400.09.00.000: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026, ___ с.

У роботі розглянуто особливості конструкції виробу, обґрунтовано вибір заготовки та визначено оптимальні методи її механічної обробки. Розроблений технологічний процес виготовлення деталі передбачає використання верстатів з програмним керуванням, що забезпечують високу точність виконання операцій. Проведено аналіз ефективності запропонованого процесу та визначено шляхи зниження виробничих витрат.

Ключові слова: кваліфікаційна робота, верстати з програмним керуванням, технологічний процес виготовлення деталі, заготовка, машинобудування.

ANNOTATION

Posvalyuk V. Development and feasibility study of the technological process of mechanical processing of the part "Epicyclic wheel" 26.KVR.400.09.00.000: qualification work for obtaining the educational and professional degree of a professional junior bachelor in the specialty 133 Industrial mechanical engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026, ___ p.

The work considers the design features of the product, justifies the choice of the workpiece and determines the optimal methods of its mechanical processing. The developed technological process for manufacturing the part involves the use of machine tools with software control, which ensure high accuracy of operations. The efficiency of the proposed process is analyzed and ways to reduce production costs are identified.

Keywords: qualification work, CNC machines, technological process of manufacturing parts, workpiece, mechanical engineering.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі	9
1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь	10
1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей	13
1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу	18
2.1.1 Вибір технологічних операцій	18
2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання	19
2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів	20
2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП	22
2.2.1 Вибір технологічних переходів	23
2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірного інструменту	26
2.2.3 Розрахунок режимів різання	29
2.2.4 Розрахунок технічних норм часу	33
3 ВИБІР ТА ОБґРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ	39
3.1 Призначення, будова та принцип роботи пристосування	39
3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування	40
3.3 Розрахунок зусиль затиску	41
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	45
4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу	45
4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі	49

					26.КВР.400.09.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Посвалюк</i>			Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Колесо епіциклічне» 26.КВР.400.09.00.000 Пояснювальна записка		5	66
<i>Перевір.</i>		<i>Кобельник</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						ВСП ТФК ТНТУ МГ-400 м. Тернопіль		

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу	53
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	58
5.1 Характеристика виробничої ділянки з точки зору охорони праці	58
5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій ділянці	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	66
Специфікація на пристосування	
Додатки	

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

В умовах стрімкого розвитку сучасного машинобудування механічна обробка деталей залишається одним із ключових етапів виробничого процесу, оскільки саме вона забезпечує досягнення необхідної точності геометричних параметрів, якості поверхонь та надійності готових виробів. Зростання вимог до ефективності виробництва, конкурентоспроможності продукції та впровадження сучасних технологій обумовлює необхідність удосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин. Раціонально спроектований технологічний процес дозволяє підвищити продуктивність праці, скоротити виробничі витрати, забезпечити стабільну якість продукції та покращити техніко-економічні показники підприємства.

Важливе місце у машинобудуванні займають корпусні деталі, які виконують функції базових елементів для монтажу, фіксації та взаємного розташування окремих вузлів і механізмів. Такі деталі характеризуються складною конфігурацією, значною кількістю оброблених поверхонь, підвищеними вимогами до точності взаємного розташування елементів, жорсткості конструкції та експлуатаційної надійності.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення раціонального технологічного процесу механічної обробки деталі «Колесо епіциклічне», який забезпечить необхідну точність, якість оброблених поверхонь та економічну ефективність виготовлення в умовах дрібносерійного виробництва.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено виконання таких завдань:

- аналіз конструктивних та технологічних особливостей деталі;
- визначення службового призначення та оцінка технологічності конструкції;
- вибір оптимального способу отримання заготовки;
- розроблення маршруту механічної обробки;
- вибір технологічного обладнання, верстатних пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту;

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

- визначення режимів різання та норм часу;
- виконання необхідних технологічних і техніко-економічних розрахунків;
- розроблення заходів з охорони праці та безпеки виробництва.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання розробленого технологічного процесу в умовах машинобудівних підприємств для підвищення ефективності виготовлення корпусних деталей, скорочення собівартості продукції, підвищення продуктивності праці та забезпечення стабільної якості готових виробів. Запропоновані рішення можуть бути використані при подальшому вдосконаленні технологій механічної обробки та впровадженні сучасних методів організації виробництва.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.

Колесо епіциклічне є зубчастим елементом планетарного механізму, який забезпечує передачу обертального руху між ведучою та веденою ланками з певним передатним числом. Ця деталь входить до складу епіциклічної (планетарної) передачі, що відзначається компактністю, високою навантажувальною здатністю та плавністю роботи.

Конструктивно колесо епіциклічне являє собою зубчасте колесо зовнішнього зачеплення, виконане у вигляді диска або вінця з центральним отвором, через який здійснюється його встановлення на вал або в корпус вузла. На зовнішній поверхні деталі розміщений вінець із прямими або косими зубцями, які утворюють робочу поверхню, що забезпечує передавання крутного моменту через зачеплення із сателітами або сонячним колесом.

У центральній частині деталі виконано отвір під посадку на вал, який може мати шпонкове з'єднання, шліцьову частину або гладку циліндричну поверхню залежно від типу кріплення. Для полегшення конструкції та зменшення маси можливе виконання ослаблювальних отворів або технологічних вікон у тилі диска. З метою балансування деталі та зниження вібрацій можуть передбачатися спеціальні вибірки матеріалу на тильній поверхні.

Основними робочими поверхнями колеса епіциклічного є:

зубчастий вінець – забезпечує передачу обертального руху;

циліндрична поверхня отвору – призначена для центрування та встановлення деталі на валу;

торцеві поверхні – використовуються як установчі бази при складанні або обробці.

У процесі роботи колесо епіциклічне сприймає змінні навантаження, що включають крутний момент, згинальні та контактні напруження у зоні зачеплення зубців. Тому при його виготовленні висуваються підвищені вимоги до точності

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

профілю зубців, шорсткості поверхонь, твердості робочих зон та співвідношенні базових елементів.

Службове призначення колеса епіциклічного полягає в забезпеченні передавання крутного моменту з необхідним передатним відношенням у складі планетарної передачі, при цьому деталь може виконувати функцію сонячного колеса, вінця або сателіта залежно від конкретної кінематичної схеми.

Від точності виготовлення даної деталі залежать коефіцієнт корисної дії, плавність ходу, рівень шуму, надійність і довговічність роботи усього механізму. Тому при проектуванні технологічного процесу її обробки особливу увагу приділяють забезпеченню співвідношенні базових поверхонь, точності профілю зубців та чистоті обробки торців і отворів.

Деталь приймає динамічні навантаження і крутні моменти. Характер з'єднання-рухомий. Згідно класифікатора ЄСКД, деталь відноситься до класу тіла обертання типу дисків з $L/D=20/150=0,13, <0,5$

Присвоюємо всім поверхням деталі порядковий номер і визначаємо, які поверхні мають основне значення, виходячи з службового призначення, а які другорядні. До основних поверхонь відноситься поверхня зубчатого вінця і поверхня центрального базового отвору. Решта поверхонь мають другорядні значення. Вказуємо методи їх забезпечення і контролю в такій послідовності.

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь.

Провівши технологічний контроль креслення з точки зору точності і шорсткості поверхонь, точності форми та розташування поверхонь, присвоюємо поверхням деталі номер (рисунок 1.1) та виконуємо аналіз технічних вимог на її виготовлення. Результати аналізу зводимо в таблицю 1.1.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Аналіз технічних вимог

Позначення поверхонь	Зміст технічних вимог	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
1;2	20	Чистова підрізка торців	ШЦ-I-125 ДСТУ 166:2009 Зразки шорсткості поверхонь ДСТУ 7690:2015
3	Ø148,93	Напівчистове точіння	ШЦ-II-250 ДСТУ 166:2009 Зразки шорсткості поверхонь ДСТУ 7690:2015
4	Ø60H8	Розвертання чистове	Калібр-пробка
5...8	Ø15H11	Розвертання чистове	Калібр-пробка
9, 10	2,5x45°	Точіння	Шаблон фасочний
11...18	1x45°	Зенкування	Шаблон фасочний
19, 20	2,5x45 °	Зенкування	Шаблон фасочний
21...34	m=8,3	Фрезерування	Шаблон фасонний

$\sqrt{6,3(\sqrt{1})}$

Z = 21 ... 34

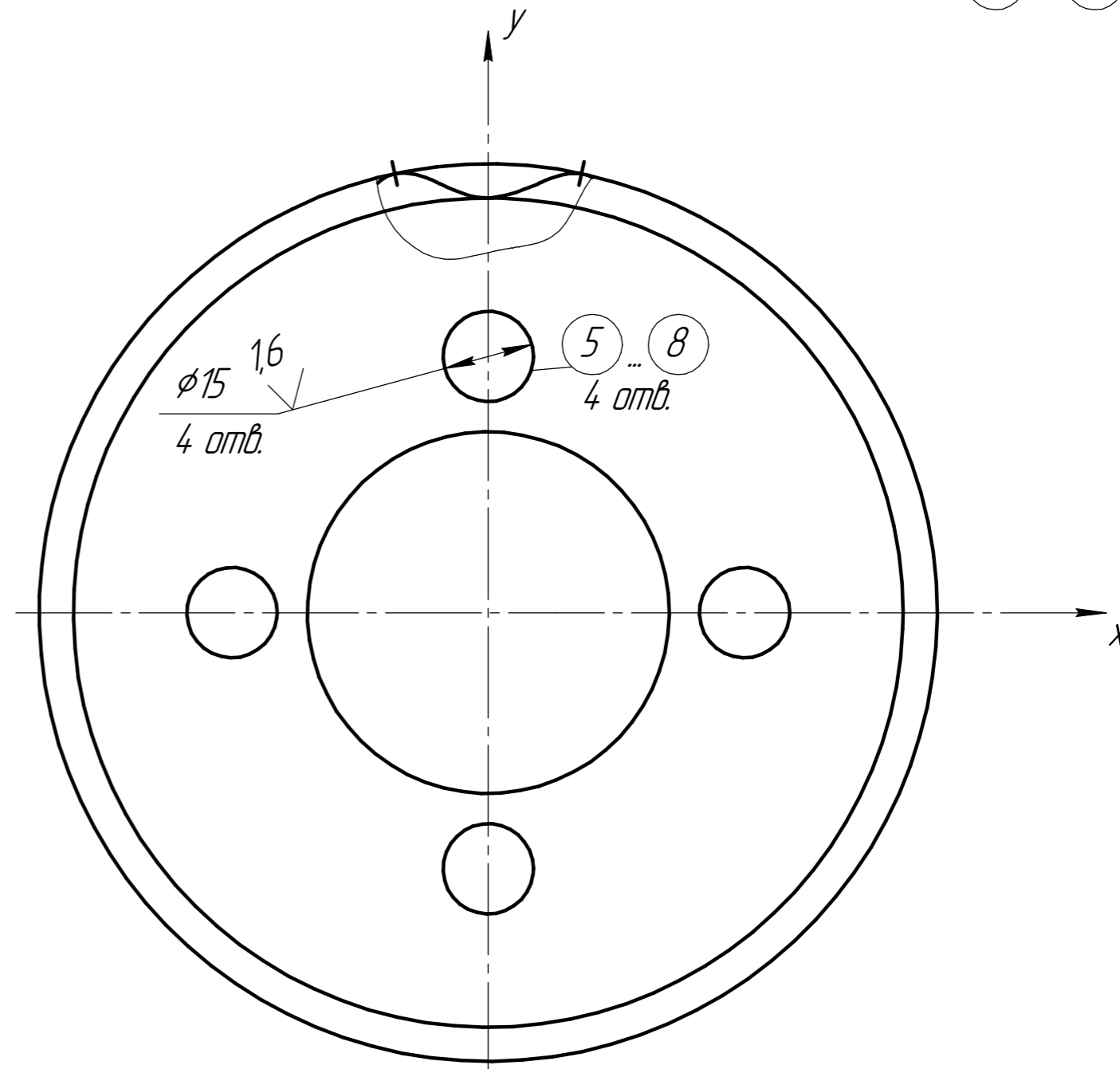
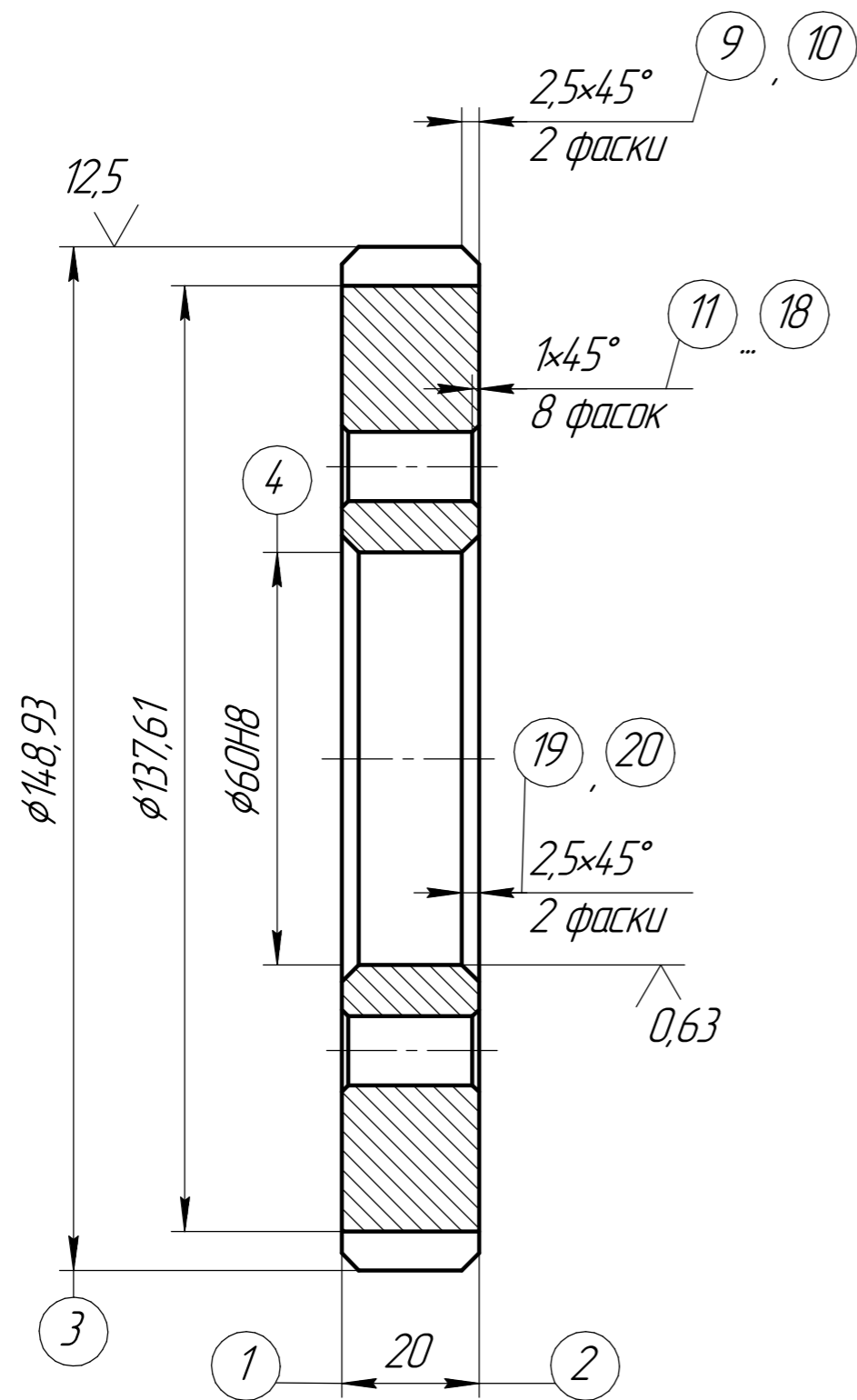


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі з номерами поверхонь

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

Для попереднього визначення типу виробництва використовуємо табл 3.1 ст.24 [2]. Виходячи з маси деталі 2 кг і річної програми випуску 1000 шт. виробництво дрібносерійне.

Дрібносерійне виробництво характеризується:

- предметно-потоковою формою організації виробничого процесу,
- розміщення технологічного обладнання за типами верстатів,
- різною кваліфікацією робітників,
- одиничним видом технологічних процесів,
- універсальним технологічним обладнанням,
- універсальними різальними інструментами,
- широким застосуванням розмітки.

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, (\text{шт.}); \quad (1.1)$$

де $N = 1000$ шт. – річна програма випуску деталей;

a – необхідний запас деталей на складі для безперебійної роботи складального цеху, днів; приймаємо 5 днів;

F – число робочих днів в 2025 році; при 2^x днях відпочинку $F=250$ днів.

$$n = \frac{1000 \cdot 5}{250} = 20 \text{ шт}$$

Отже величина партії деталей становить $n=20$ шт. при роботі в одну зміну.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Вибір методу отримання заготовки перш за все залежить від конструкції деталі, її матеріалу і обсягу виробництва.

Враховуючи конструкцію і матеріал деталі та дрібносерійний тип виробництва вибираємо для заданої деталі лиття в піщані форми при машинній формовці.

- 1) Для машинної формовки приймаємо ряд припуску 2, [4]
- 2) Визначаємо масу заготовки

$$Q_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \times \rho \quad (1.2)$$

Перед тим, як розрахувати масу заготовки, визначають її розміри. Для визначення розмірів заготовки необхідно назначити табличним методом загальні припуски на механічну обробку її поверхонь. Визначення розмірів і об'єму заготовки здійснюється викреслюванням ескізу утвореної заготовки (рисунок 1.2). На цьому ескізі попередньо визначаються із конструкцією і формою заготовки, враховуючи можливість виконання конструктивних елементів в ній (можливість виконання отворів, уступів, виямок, впадин, канавок, тощо).

Таблиця 1.2 — Загальні припуски на розміри заготовки

Оброблювана поверхня, її розміри і точність	Параметри шорсткості деталі, Ra, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск на сторону, мм	Розмір заготовки з граничними відхиленнями
Литво з машинною формовкою (7) ряд-2				
Ø148,97h11	1,25	±1,2	2,4	Ø153,8±0,6
Ø60H8	0,63	±1,0	2,0	Ø56±0,5
20	6,3	±0,8	1,3	22,6±0,4

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

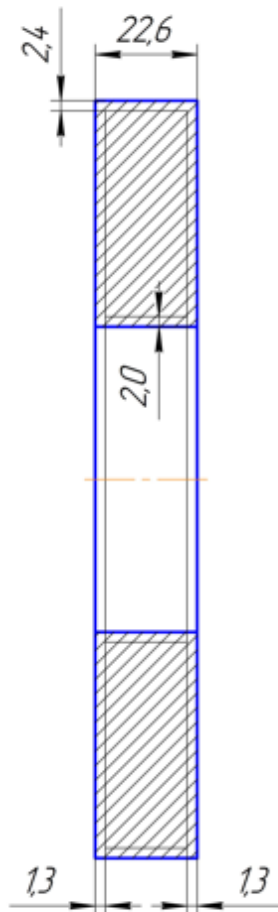


Рисунок 1.2 - Ескіз заготовки

Визначаємо об'єм заготовки за формулою 1.3

$$V = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot h \text{ (мм}^3\text{)} \quad (1.3)$$

$$V = \frac{\pi \cdot (153,8^2 - 56^2)}{4} \cdot 22,6 = 364202,27 = 0,36 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Визначаємо масу заготовки:

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

$$Q_{\text{заг.}} = 0,36 \times 10^{-3} \times 7,62 \times 10^{-3} = 2,75 \text{ кг}$$

Вартість литих заготовок:

$$S = \frac{C_{\text{заг.}}}{1000} = Q_{\text{заг.}} \times K_{\text{вт}} \times K_{\text{вц}} \times K_{\text{вмс}} \times K_{\text{вс}} \times K_{\text{вмт}} \quad (1.4)$$

де $K_{\text{вт}} = 1,32$ додаток 21.

Група серійності 8, де $n=1000$ додаток 22.

Для 8 групи серійності визначаємо $K_{\text{вп}} = 1,18$ додаток 23 [4].

$K_{\text{вмс}} = 1$ додаток 24 [4].

$K_{\text{вс}} = 0,83$ додаток 25. Для тіл обертання типу дисків.

$K_{\text{вмт}} = 1,04$ додаток 26. Для СЧ, отриманого в земляних формах.

Базова вартість вилівка, отримана в земляні форми визначається з додатку 17

$C_{\text{заг.}} = 200000$ грн/т.

Вартість заготовки:

$$S = \frac{200000}{1000} \times 2,75 \times 1,32 \times 1,18 \times 1 \times 0,83 \times 1,04 = 735 \text{ грн}$$

Визначаємо масу деталі:

$$m_{\text{д}} = V_{\text{заг}} \times \rho \quad (1.5)$$

де $V_{\text{заг}} = V_{\text{кіль.}} + V_{\text{вінц.}}$

$$V_{\text{кіль}} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} H \quad (1.6)$$

$$V_{\text{кіль}} = \frac{\pi(138^2 - 60^2)}{4} 20 = 242593,78$$

$$V_{\text{вінця}} = \frac{1}{2} \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} H \quad (1.7)$$

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{вінця}} = \frac{1}{2} \frac{\pi(149^2 - 138^2)}{4} 20 = 24782,45$$

$$V_{\text{заг}} = 242593,78 + 24782,45 = 267376,23 \approx 0,27 \times 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$m_{\text{д}} = 0,27 \times 10^{-3} \times 7,62 \times 10^{-3} = 2,0 \text{ кг}$$

Вартість заготовки з врахуванням відходів:

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{вил}} - \frac{(m_{\text{заг}} - m_{\text{д}})}{1000} \text{Ц}_{\text{стр}} \quad (1.8)$$

$$S_{\text{заг}} = 735 - \frac{(2,75 - 2)}{1000} 5000 = 731 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу для двох заготовок за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{д}}} \quad (1.9)$$

$$K_{\text{вт2}} = \frac{2,0}{2,75} = 0,72$$

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1. Вибір технологічних операцій

Операція 005. Токарно-гвинторізна

Установ А

1. Підрізати торець ①.
2. Точити поверхню ③ на довжину 10.
3. Точити фаску ⑨
4. Розточити фаску ⑱

Установ Б

1. Підрізати торець ②
2. Точити поверхню ③
3. Точити фаску ⑩
4. Розточити фаску ⑳
5. Розточити отвір ④ попередньо

Операція 010. Вертикально-свердлильна

1. Зенкерувати отвір ④
2. Розвернути отвір ④ попередньо
3. Розвернути отвір ④ остаточно

Операція 015. Токарно-гвинторізна

1. Точити поверхню ③ остаточно

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Операція 020. Вертикально-свердлильна

Установ А

1. Свердлити отвори (5) ... (8)
2. Зенкерувати отвори (5) ... (8)
3. Зенкувати 4 фаски в отворах (5) ... (8)

Установ Б

1. Зенкувати 4 фаски в отворах (5) ... (8)

Операція 025. Фрезерна з ЧПК

1. Фрезерувати поверхню зубів (21) ... (34)

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення

Попередній вибір обладнання проводиться паралельно при розробці маршруту обробки деталі відповідно до типу виробництва. Обладнання вибирають за головним критерієм – видом обробки, габаритними розмірами, відповідністю верстата необхідній точності обробки.

Для дрібносерійного виробництва приймаємо універсальні верстати і верстати з ЧПК. При виборі оптимального варіанта пристосування повинні враховуватись технічні вимоги на виготовлення деталі, кількість оброблюваних деталей, необхідна продуктивність, вимоги техніки безпеки та промислової санітарії, затрати на виготовлення пристосування.

Для дрібносерійного виробництва вибираємо універсально-налагоджувальні, універсально-без налагоджувальні, універсально-збірні пристосування.

Відомості про вибране технологічне обладнання, оснащення та їх основні технічні характеристики наведено в таблиці 2.1.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Таблиця 2.1 – Вибір обладнання і оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
1	2	3	4
005	Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізна моделі 1А616	Патрон токарний самоцентруючий
010	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний мод. 2Н135 (Морзе 4)	Патрон самоцентрувальний
015	Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізна мод. 16Б16П	Оправка
020	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний мод. 2Н118	Кондуктор
025	Фрезерна з ЧПК	Фрезерний з ЧПК мод. 6Т13Ф3	Пристосування фрезерне

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів табличним методом

Проміжні припуски та розміри визначають починаючи від фінішного переходу до чорного, або заготовки в направленні зворотному ходу технологічного процесу обробки (таблиця 2.2). Операційні та проміжні припуски з таблиць ([4] “Визначення припусків табличним методом”). З таблиці У1 ст. 102 для чорного точіння Ø120-180 при довжині до 120 приймаємо припуск на сторону 2,0 мм, для напівчистового точіння приймаємо припуск на сторону 0,4 мм. Сумарний припуск становить 2z.

Сумарний припуск на Ø становить:

$$2Z = 2Z_{\text{чор}} + 2Z_{\text{н-ч}} \quad (2.1)$$

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$2Z = 2 \times 2,0 + 2 \times 0,4 = 4,0 + 0,8 = 4,8 \text{ мм}$$

Припуск на вилівок (заготовку) становить:

$$2Z_{\text{вил}} = 2 \times 2,4 = 4,8 \text{ мм}$$

Таблиця 2.2 — Припуски визначенні табличним методом на механічну обробку

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мкм	Припуск на діаметр, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Кругла зовнішня поверхня ^③ ; Ø148,97					
Заготовка (вилівок)	15	Ra 50	1200	—	Ø153,8
Точіння чорнове	12	Ra 6,3	400	4,0	Ø149,8
Точіння чистове	10	Ra 3,2	160	0,8	Ø148,97
Отвір; ^④ Ø60H8					
Заготовка (вилівок)	15	Ra 50	1000	—	Ø56,4
Розточування	12	Ra 6,3	300	1,5	Ø57,9
Зенкерування	11	Ra 6,3	190	1,5	Ø59,7H11
Розвертання попереднє	9	Ra 3,2	74	0,4	Ø59,8H9
Розвертання чистове	8	Ra 1,6	46	0,2	Ø60H8

Основними критеріями вибору варіанту структури операції, що проектується – оперативний час, штучний час, які зменшуються за умови скорочення числа переходів та їх одночасного виконання. Можливість суміщення переходів залежить від кількості інструментів, які використовуються, плану обробки поверхонь та технологічної сумісності переходів. Розробку виконуємо в такій послідовності:

- 1) Вказуємо номер і назву операції, що необхідно розробити;
- 2) Вказуємо технологічні бази, технологічне обладнання та оснащення на даній операції;
- 3) Вказуємо докладно послідовність всіх технологічних переходів.

Операція 005. Токарно гвинторізна

Установ А

1. Установити і закріпити заготовку;
2. Підрізати торець ①, витримавши розмір 21,3h14;
3. Точити поверхню ③ на довжину 10, витримавши розмір Ø150h12;
4. Точити фаску ⑨ витримавши розмір 3×45°;
5. Розточити фаску ⑱ витримавши розмір 3×45°.

Установ Б

1. Переустановити і закріпити заготовку;
2. Підрізати торець ②, витримавши розмір 20h14;
3. Точити поверхню ③, витримавши розмір Ø150h12;
4. Точити фаску ⑩ витримавши розмір 3×45°;
5. Розточити фаску ⑳ витримавши розмір 3×45°;
6. Розточити отвір ④ попередньо, витримавши розмір Ø57,9h12;
7. Зняти деталь;
8. Перевірити розміри: 20h14, Ø150h12, Ø57,9h12.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Операція 010. Вертикально-свердлильна

1. Установити деталь і закріпити заготовку;
2. Установити зенкер;
3. Зенкерувати отвір ^④ Ø59,4H11;
4. Замінити інструмент;
5. Розвернути отвір ^④ Ø59,8H9;
6. Замінити інструмент;
7. Розвернути отвір ^④ остаточно до Ø60H8;
8. Зняти деталь;
9. Перевірити розмір Ø60H8

Операція 015. Токарно-гвинторізна

1. Установити і закріпити заготовку;
2. Точити поверхню ^③ остаточно в Ø148,93h10;
3. Зняти деталь;
4. Перевірити розмір Ø148,93h10

Операція 020. Вертикально-свердлильна

1. Установити і закріпити заготовку;
2. Свердлити отвори ^⑤ ... ^⑧ в Ø14H14;
3. Зенкерувати отвори ^⑤ ... ^⑧ в розмір Ø15H11;
4. Зенкерувати фаски в отворах ^⑤ ... ^⑧.

Операція 025. Фрезерна з ЧПК

1. Фрезерувати поверхні зубів ^{②①} ... ^{③④}.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

У системі автоматизованого проектування ADEM підбір ріжучого інструменту здійснюється за допомогою спеціалізованих бібліотек, у яких інструментальне оснащення впорядковане відповідно до видів механічної обробки та технологічного призначення.

Однією з важливих функціональних можливостей програмного середовища є створення та редагування власних моделей інструментів із необхідними геометричними та конструктивними характеристиками. Завдяки цьому користувач має можливість адаптувати інструментальну базу до конкретних умов виробництва, типу обладнання або особливостей виготовлення певної деталі.

Використання вбудованих бібліотек інструментального оснащення та можливостей індивідуального налаштування в програмному комплексі ADEM забезпечує підвищення ефективності розроблення технологічних процесів, покращує точність вибору інструменту та забезпечує гнучкість під час проектування механічної обробки. Приклад реалізації вибору ріжучого інструменту в інтерфейсі програми наведено на рисунку 2.3.

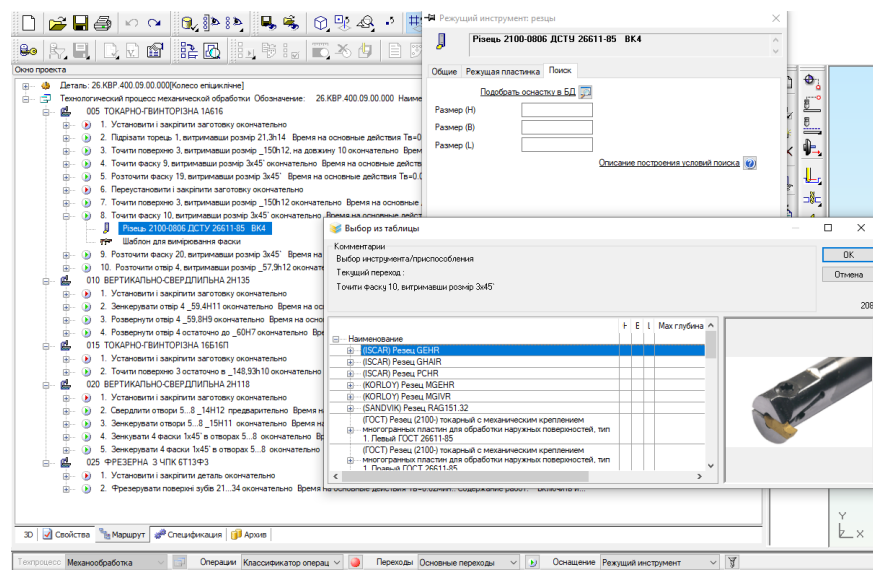


Рисунок 2.3 Вигляд вікна вибору інструменту у середовищі САПР ТП

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

При виборі типу і конструкції ріжучого інструменту враховують метод обробки, тип верстата, розмір, конфігурацію і матеріал оброблюваної деталі, необхідну якість поверхні, точність обробки, характер виробництва. Для обробки чавуну, найчастіше використовують інструмент із ріжучою частиною з вольфрамових твердих сплавів (ВК4, ВК6, ВК8).

Вибрані інструменти зведено у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3— Вибір різального, допоміжного і вимірювального інструменту

Номер та назва переходу	Інструмент		
	Різальний	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
005 Токарно-гвинторізна			
- Підрізати торець ①	Різець 2112-0033 ВК4 ДСТУ 18877:2008	—	Штангенциркуль ШЦ-Ш-160-0,05 ДСТУ 166:2009
- Точити поверхню ③	Різець 2100-0806 ВК4 ДСТУ 18877:2008	—	Штангенциркуль ШЦ-Ш-160-0,05 ДСТУ 166:2009
-Точити фаску ⑧	Різець 2100-0806 ВК4 ДСТУ 18877:2008	—	Шаблон для вимірювання фаски ДСТУ ISO 8675:2007
-Розточити фаску ⑥	Різець 2142-0025 ВК4 ДСТУ 18877:2008		Шаблон для вимірювання фаски ДСТУ ISO 8675:2007
010 Вертикально-свердлильна			

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
-Зенкерувати отвір (4)	Зенкер 2320-2056 ВК4 тип 1 ДСТУ 12489:2005	Оправка 6230-0188	—
-Розвернути отвір (4)	Розвертка 2363-0233 ВК4 ДСТУ 1523:2005	Оправка 6230-0098 Посадочний Ø22	—
-Розвернути отвір (4)	Розвертка 2363-0233 ВК4 ДСТУ 1523:2005	Оправка 6230-0098 Посадочний Ø22	Калібр пробка Ø60Н8
- Точити поверхню (3)	Різець 2100-0806 ВК3 ДСТУ 18877:2008	—	Штангенциркуль
Операція 015. Токарно-гвинторізна			
- Точити поверхню (3) остаточно	Різець 2100-0806 ВК4 ДСТУ 18877:2008		Штангенциркуль
Операція 020. Вертикально-свердлильна			
-Свердлити отвори (5) (8)	Свердло 2301-0416 ДСТУ 10902:2005 (Морзе 1)	Перехідна втулка для свердла Морзе 1– Морзе 2	Калібр-пробка
-Зенкерувати отвори (5) ... (8)	Зенкер Ø15 мм ДСТУ 12489:2005		Калібр-пробка
- Зенкувати 4 фаски в отворах (5) ... (8)	Зенківка 2353-0123 ДСТУ 12489:2005 (Морзе 2)		Шаблон для вимірювання фаски

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ

Арк.

28

Продовження таблиці 2.3

Операція 025. Фрезерна з ЧПК			
- Фрезерувати поверхні зубів ②1...③4	Фреза кінцева 2223-0755 ДСТУ ISO 240:2015		

2.2.3 Розрахунок режимів різання табличним методом

Програмний комплекс ADEM має вбудовані засоби автоматизованого визначення режимів різання, що значно спрощує процес технологічного проектування та забезпечує більш точне встановлення параметрів механічної обробки. Розрахунок виконується на основі вихідних даних, які задаються користувачем відповідно до характеристик конкретної технологічної операції.

Приклад виконання розрахунку режимів різання в інтерфейсі програми наведено на рисунку 2.4.

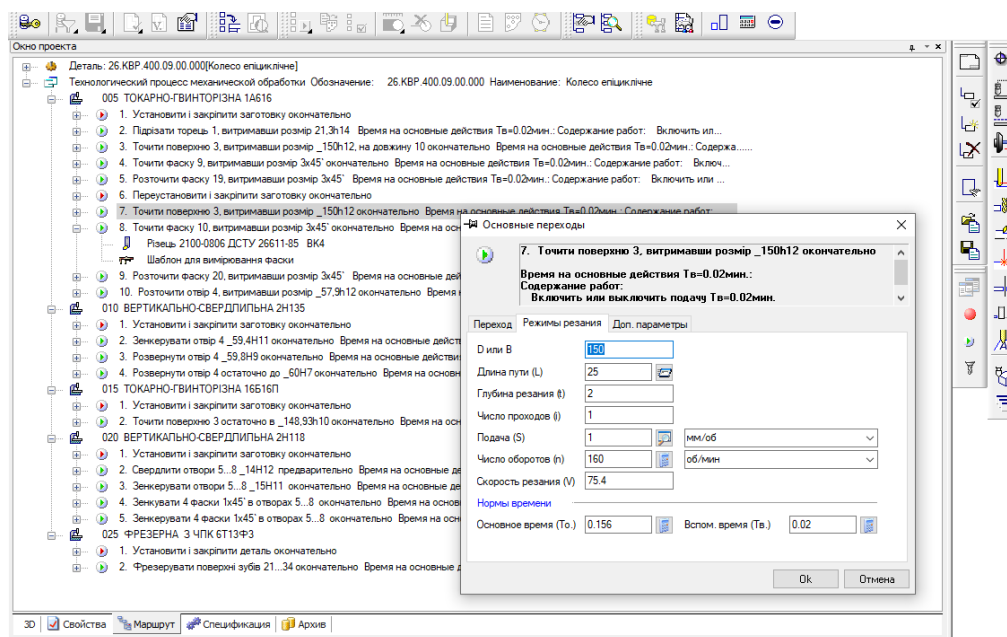


Рисунок 2.4 Вигляд вікна вибору режимів різання у САПР ТП

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ				

Виконуємо розрахунок режимів різання табличним методом для 1 технологічного переходу. Операція 005, Установ А, перехід 3. Точіння поверхні (3) в розмір $\varnothing 150h12$

Глибина різання:

$$t = \frac{d_3 - d_2}{2} = \frac{153,8 - 149,8}{2} = 2 \text{ мм}$$

Подача:

З таблиці 75 с222 [1]

$$S_{\text{табл}} = 0,8 - 1,2 \text{ мм/об}$$

Приймаємо $S_{\text{табл}} = 1,0 \text{ мм/об}$

Швидкість різання:

З таблиці 76 с222 [1]

$$v_T = 91 \text{ м/хв}$$

Враховуємо поправочні коефіцієнти

З таблиці 79 с225 [1]

$$K_1=1,0; K_2=1,0; K_3=0,8; K_4=1,15; K_5=1,0.$$

$$V = V_{\text{табл}} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 = 91 \times 1 \times 1 \times 0,8 \times 1,15 \times 1 = 83,72 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \times 83,72}{3,14 \times 150} = 177,66 \text{ об/хв}$$

По паспорту приймаємо $n = 160 \text{ об/хв}$

Результати розрахунків для решти операцій зводимо в таблицю 2.4.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Таблиця 2.4 — Режими різання

Зміст та номер переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	s, мм/об	n, об/хв	v, м/хв	S _{хв} , мм/хв	T _о , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005 Токарно-гвинторізна, Установ А									
Підрізати торець ^① , витримавши розмір 21,3h14	1,3	50	1	60	0,5	160	75,4		0,63
Точити поверхню ^③ , витримавши розмір Ø150h12, на довжину 10	2	13	1	60	1	160	75,4		0,08
Точити фаску ^⑨ , витримавши розмір 3×45°	3	6	1	60	1	160	75,4		0,04
Розточити фаску ^⑱ , витримавши розмір 3×45°	3	6	1	60	1	160	30,16		0,04
Установ Б									
Точити поверхню ^③ , витримавши розмір Ø150h12	2	25	1	60	1	160	75,4		0,16
Точити фаску ^⑩ , витримавши розмір 3×45°	3	6	1	60	1	160	75,4		0,04
Розточити фаску ^⑳ , витримавши розмір 3×45°	3	6	1	60	1	160	30,16		0,04
Розточити отвір ^④ , витримавши р-р Ø57,9h12	0,75	25	1	60	0,28	355	67		0,25

Продовження таблиці 2.4

010 Вертикально-свердлильна									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зенкерувати отвір ⁽⁴⁾ Ø59,4H11	0,75	25	1		0,9	125	22		0,22
Розвернути отвір ⁽⁴⁾ Ø59,8H9	0,2	46	1		3,6	63	12		0,2
Розвернути отвір ⁽⁴⁾ остаточно до Ø60H7	0,1	46	1		2,3	63	12		0,32
015 Токарно-гвинторізна									
Точити поверхню ⁽³⁾ остаточно в Ø148,93h10	0,4	25	1		0,4	290	117		0,25
Операція 020. Вертикально-свердлильна									
Свердлити отвори ⁽⁵⁾ ... ⁽⁸⁾ Ø14H12	4,25	25	1	25	0,2	2240	60		0,06
Зенкерувати отвори ⁽⁵⁾ ... ⁽⁸⁾ Ø15H11	0,65	23	1	30	0,9	800	22		0,03
Зенкерувати 4 фаски 1x45° в отворах ⁽⁵⁾ ... ⁽⁸⁾	0,05	29	1	60	2,0	200	6,5		0,07
Зенкерувати 4 фаски 1x45° в отворах ⁽⁵⁾ ... ⁽⁸⁾	0,05	29	1	60	1,7	280	7,3		0,06
Операція 025. Фрезерна з ЧПК									
Фрезерувати поверхні зубів ⁽²¹⁾ ... ⁽³⁴⁾	5		1	80		500	25	80	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ

Арк.

32

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

У системі автоматизованого проектування технологічних процесів розрахунок норм часу для сформованої операції виконується автоматично з урахуванням основного, допоміжного та підготовчо-завершального часу. Такий підхід забезпечує підвищення точності нормування технологічних операцій, сприяє ефективному плануванню виробничого процесу та скорочує тривалість технологічної підготовки виробництва. Приклад вікна операції в програмному середовищі наведено на рисунку 2.5.

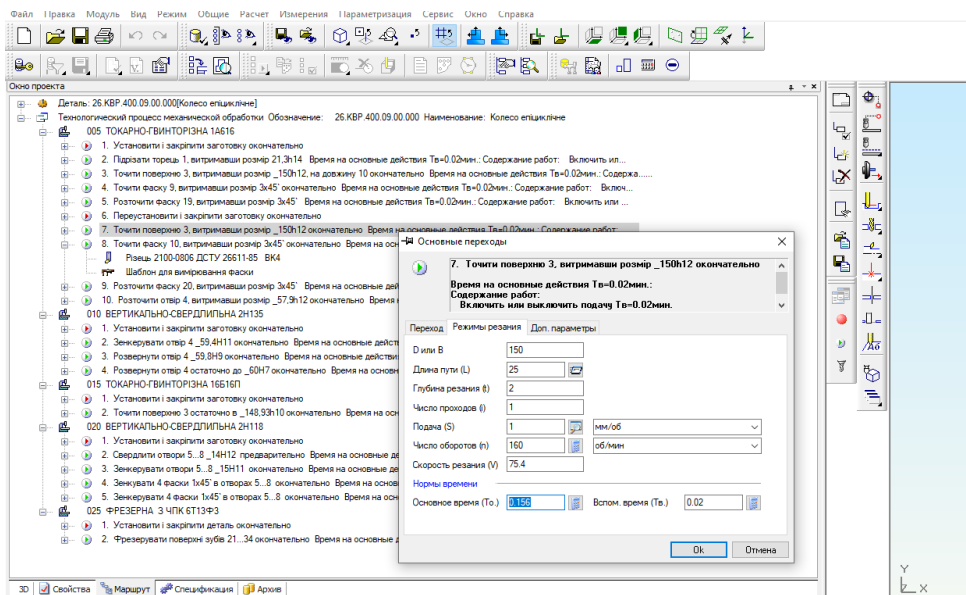


Рисунок 2.5 Вигляд вікна розрахунку технічних норм часу у САПР ТП

Технічні норми часу необхідно визначити для всіх технологічних операцій. На одну або дві операції, розрахунок проводиться розрахунково-аналітичним методом. На інші операції основний та штучний час розраховується по наближених формулах додатків.

Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{тех. обл.}} + T_{\text{орг. обл.}} + T_{\text{відп.}} \quad (\text{хв}) \quad (2.2)$$

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ				

де $T_{шт}$ — норма штучного часу;

T_o — основний час;

$T_{доп}$ — допоміжний час;

$T_{тех. обл.}$ — час технічного обслуговування робочого місця;

$T_{орг. обл.}$ — час організаційного обслуговування робочого місця;

$T_{відп.}$ — час на відпочинок.

Допоміжний час на операцію визначається за формулою

$$T_{дод} = t_{уст} + t_{пер} + t_{вим} \quad (2.2)$$

де $t_{уст}$ — час на встановлення;

$t_{пер}$ — час переходу;

$t_{вим}$ — час на вимірювання.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.5

Таблиця 2.5 — Норми часу для операцій

Номер та назва переходу	T_o , хв	Допоміжний час, хв			Оперативний час, $T_{оп}$, хв	Час обслу- гування, %		$T_{від}$ %	$T_{шт}$, хв
		$T_{уст}$	$T_{пер}$	$T_{вим}$		$T_{тх}$	$T_{орг}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005 Токарно-гвинторізна, Установ А									
Підрізати торець ^① , витримавши розмір 21,3h14	0,63	0,35	0,31	0,16	-	-	-	-	-

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Точити поверхню ⁽³⁾ , витримавши розмір Ø150h12, на довжину 10	0,08	-	0,1	0,16	-	-	-	-	-
Точити фаску ⁽⁹⁾ , витримавши розмір 3×45°	0,04	-	0,08	0,07	-	-	-	-	-
Розточити фаску ⁽¹⁹⁾ , витримавши розмір 3×45°	0,04	-	0,08	0,07	-	-	-	-	-
Всього	0,79	0,35	0,57	0,46	2,17	-	-	-	-
УстановБ									
Підрізати торець ⁽²⁾ , витримавши розмір 20h14	0,63	0,28	0,31	0,16					
Точити поверхню ⁽³⁾ , витримавши розмір Ø150h12	0,16	-	0,1	0,16	-	-	-	-	-
Точити фаску ⁽¹⁰⁾ , витримавши розмір 3×45°	0,04	-	0,08	0,07	-	-	-	-	-
Розточити фаску ⁽²⁰⁾ , витримавши розмір 3×45°	0,04	-	0,08	0,07	-	-	-	-	-
Розточити отвір ⁽⁴⁾ , витримавши р-р Ø57,9h12	0,75	-	0,60	0,16	-	-	-	-	-
Всього	1,54	0,28	1,17	0,62	3,61	-	-	-	-
Всього за операцію	2,33	1,21	2,79	1,08	6,66	5	0,2 3	0,27	7,1 6
010 Вертикально-гвинторізна									

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зенкерувати отвір ⁽⁴⁾ Ø59,4H11	0,22	0,25							
Розвернути отвір ⁽⁴⁾ Ø59,8H9	0,2	-							
Розвернути отвір ⁽⁴⁾ остаточно до Ø60H7	0,32	-							
Всього за операцію	0,74	0,25	1,19	0,16	2,09	0,08	0,08	0,08	2,25
015 Токарно-гвинторізна									
Точити поверхню ⁽³⁾ остаточно в Ø148,93h10	0,25	0,31							
Всього за операцію	0,25	0,31	1,35	0,16	2,07	0,14	0,08	0,08	2,22
020 Вертикально-свердлильна									
Свердлити отвори ^{(5) ... (8)} Ø14H12	0,06		0,36						
Зенкерувати отвори ^{(5) ... (8)} Ø15H11	0,03		0,36						
Зенкерувати 4 фаски 1x45° в отворах ^{(5) ... (8)}	0,07		0,36						
Зенкерувати 4 фаски 1x45° в отворах ^{(5) ... (8)}	0,06		0,36						
Всього за операцію	0,22	0,25	1,44	0,07	19,8	0,08	0,08	0,08	2,22

Арк.

26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ

36

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Складові норми часу вибрані з літератури [4], [5]

Особливістю нормування операцій механічної обробки деталей на верстатах з ЧПК являється те, що основний час і час, пов'язаний з переходом складають єдину величину. T_a – час автоматичної роботи верстату по програмі, складеної технологом-програмістом, яке складається з основного часу автоматичної роботи верстату $T_{o.a.}$ і допоміжного часу роботи верстату по програмі $T_{в.а.}$, T_e .

$$T_a = T_{o.a.} + T_{в.а.} \quad (2.3)$$

$$T_{o.a.} = \sum_{i=1}^a \times \frac{L_i}{S_{mi}} \quad (2.4)$$

$$T_{в.а.} = T_{в.х.а.} + T_{ост.} \quad (2.5)$$

де, L_i - довжина шляху, проходимого інструментом чи деталлю в напрямку подачі при обробці i -го тех. участка.

S_{mi} - хвилинна подача на даному участку.

$i=1$ - число технологічних ділянки обробки.

$T_{в.х.а.}$ - час на виконання автоматичних допоміжних ходів.

$T_{ост.}$ - час технологічної-пауз – зупинки подачі і обертів шпинделя для перевірки розмірів, перегляду, чи зміни інструменту.

$$L_i = \sum L_g \times Z = 32 \times 15 = 480 \text{ мм};$$

$$L_{\text{підходу}} = L_{\text{відводу}} = 13;$$

$$L = 480 + 13 + 13 = 506;$$

$$T_{oa} = \frac{506}{80} = 6,33 \text{ хв};$$

$$T_{ва} = T_{xx} + T_{ост} \quad (2.6)$$

$$T_{xx} = \frac{L_{xx}}{V_{xx}} \quad (2.7)$$

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$L_{xx} = \frac{L_x}{V_x} + \frac{L_y}{V_y} + \frac{L_z}{V_z} = \frac{400}{10000} + \frac{250}{10000} + \frac{250}{10000} = 0,04 + 0,025 + 0,025 = 0,09;$$

$$T_{\text{ост}}^i = 5 \text{ сек}$$

$$T_{\text{ост}} = \sum T_{\text{ост}}^i = 3 \times 5 \times 2 = 30 \text{ сек} = 0,5 \text{ хв};$$

$$T_a = 6,33 + 0,09 + 0,5 = 6,92 \text{ хв};$$

$$T_d = T_{\text{уст}} + T_{\text{воп}} + T_{\text{контр}} \quad (2.8)$$

$T_{\text{уст}}$ - допоміжний час на установку і зняття деталі. $T_{\text{уст}} = 0,14 \text{ хв}$

$T_{\text{воп}}$ визначаємо з таблиці 4,12 с. 79. $T_{\text{воп}} = 0,84 \text{ хв};$

$T_{\text{контр}} = 0,75; T_{\text{контр}} = 50\% \times T_{\text{контр}} = 0,5 \times 0,75 = 0,375 \text{ хв};$

$$T_d = 0,14 + 0,84 + 0,375 = 1,36 \text{ хв};$$

Норма штучного часу:

$$T_{\text{шт}} = (T_o + T_d) \left(1 + \frac{L_{\text{обсл}} + L_{\text{від}}}{100}\right) \quad (2.9)$$

$$L_{\text{обсл}} + L_{\text{від}} = 8\%;$$

$$T_{\text{шт}} = (6,33 + 1,36) \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 8,3 \text{ хв.}$$

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

3. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Запропоноване спеціальне пристосування «Пристосування з centruючим механізмом для затиску заготовки деталі “Колесо епіциклічне”» призначене для виконання операції 010 «Вертикально-свердлильна», яка здійснюється на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н135. У межах даної операції виконується зенкерування та розточування попередньо обробленого центрального отвору діаметром $\varnothing 57,9h12$ до остаточного розміру $\varnothing 60h8$, що забезпечує необхідну точність та якість поверхні.

Конструкція пристосування забезпечує надійне базування, точне центрування та швидке закріплення заготовки під час виконання механічної обробки. Основними елементами пристосування є корпус 3, на якому встановлено опору 20 та три затискні кулачки 6. Переміщення кулачків здійснюється за допомогою пневматичного приводу — пневмоциліндра 2, який через зубчасту передачу типу «шестерня-рейка» передає рух затискному механізму. У процесі переміщення рейки ексцентрикові кулачки синхронно зміщуються до центра, забезпечуючи рівномірне та надійне затискання заготовки.

Опора 20 оснащена центральним отвором діаметром $\varnothing 65$ мм, який призначений для вільного проходу ріжучого інструменту під час виконання свердління, зенкерування та розточування. Це дозволяє здійснювати обробку без додаткового переустановлення деталі, що позитивно впливає на точність взаємного розташування поверхонь і продуктивність операції.

Для забезпечення точного встановлення пристосування на столі верстата в конструкції передбачені торцеві шпонки 42, які виконують функцію орієнтації та фіксації відносно базових поверхонь обладнання. Використання даного пристосування дозволяє підвищити точність обробки, скоротити допоміжний час на встановлення та закріплення заготовки, а також забезпечити стабільність виконання технологічної операції в умовах серійного виробництва.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3.2 Розрахунок похибки базування

Деталь типу Диска базується в трьох кулачковий самоцентрівний патрон з пневматичним приводом. Патрон позбавляє заготовку 5 ступенів вільності, що достатньо для обробки центрального отвору. Схема базування зображена на рисунку 2.1

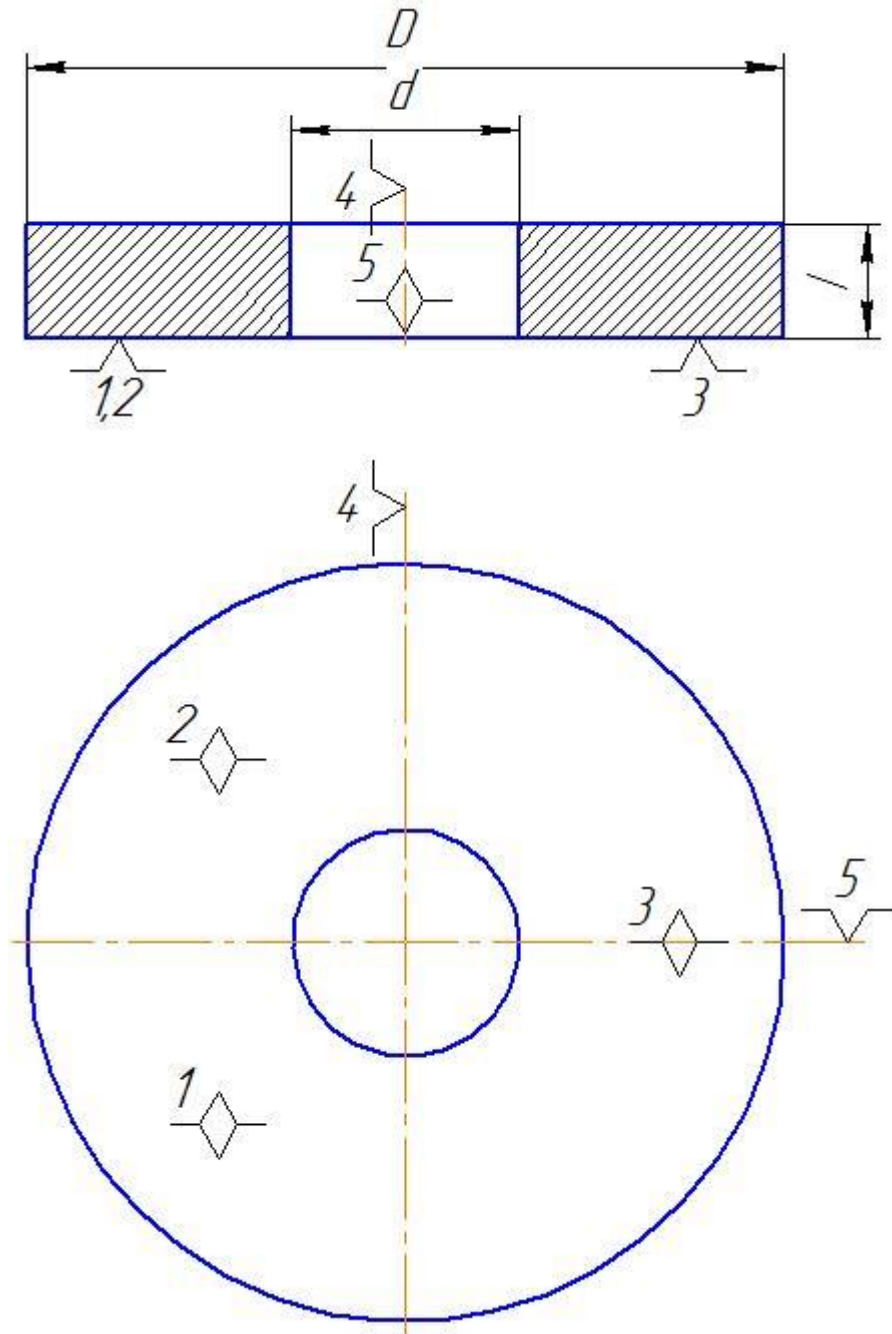


Рисунок 2.1 – Схема базування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ

Арк.

40

При даній схемі базування $\mathcal{E}_6=0$ табл 36 с. 76 (2)

Похибка установки визначається за формулою

$$\mathcal{E}_d \sqrt{\mathcal{E}_6^2 + \mathcal{E}_3^2} \quad (3.1)$$

де, \mathcal{E}_6 – похибка базування;

\mathcal{E}_3 – похибка закріплення.

Похибку закріплення визначаємо по таблиці 37 с. 79 (2)

При установці в самоцентрівному пневматичному патроні попередньо обробленої заготовки поперечним розміром 150 мм становить $\mathcal{E}_3=100\text{мкм}$

Підставивши, отримаємо:

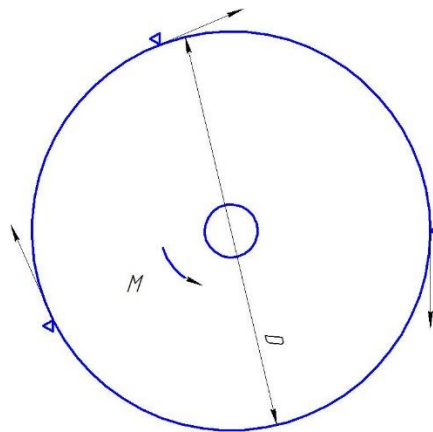
$$\mathcal{E}_y = \sqrt{0^2 + 100^2} = 100 \text{ мкм} = 0,1\text{мм}$$

Що менше на величину допуску розміру $\text{Ø}150\text{h}12$

$\text{Ø}150\text{h}12(-0,460)$

3.3 Розрахунок сили затиску

Заготовка встановлена в цанговому патроні. Повороту деталі під дією моменту M перешкоджають сили тертя, число яких рівне числу затискних елементів кулачків $n=3$. Схема має такий вигляд:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ

Арк.

41

$$P_3 = \frac{2KM}{nfd}$$

де К- коефіцієнт затиску надійності

де К- коефіцієнт затиску надійності

m- Момент опору різання при зенкеруванні

n- Кількість кулачків n=3

f- Коефіцієнт тертя

При закріпленні заготовки в патроні з гладкими кулачками і чисто обробленими поверхнями

$$f=0,16-0,18$$

$$d=150$$

Крутний момент при зенкеруванні розраховується за формулою

$$M_{кр} = 10C_m \times D^q \times t^x \times S^y \times K_p \quad (3.2)$$

де, D- діаметр зенкера. D=59,4 мм;

t- глибина різання. t=0,75 мм;

S- подача. S=0,9 мм/об;

K_p - поправочний коефіцієнт;

q,x,y- показники ступеня.

З табл 32 с 282 (том 2) $C_m=0,196$; q=0,85; x=0,8; y=0,7.

$K_p = K_{мр}$ - враховує властивості оброблюваного матеріалу.

З табл 9 с 264 (Том 2) $K_{мр} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$; n=0,6; $K_{мр} = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,6} = 1,0$

Підставивши, отримаємо:

$$M_{кр} = 10 \times 0,196 \times 59,4^{0,85} \times 0,75^{0,8} \times 0,9^{0,7} \times 1 = 46,58 \text{ Н} \times \text{м}.$$

Коефіцієнт запасу надійності

$$K_{зап} = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \quad (3.3)$$

де, K_0 - постійний коефіцієнт запасу при всіх випадках обробки. $K_0 = 1,5$;

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

K_1 - коефіцієнт враховуючий стан поверхні заготовки- оброблена чи не оброблена (табл 3.44 с 107 Добрыднєв). $K_1 = 1,2$;

K_2 -коефіцієнт враховуючий збільшення сили різання при затупленні різального інструменту. $K_2 = 1$;

K_4 - коефіцієнт враховуючий постійність сили затиску розвиненої приводом пристосування. $K_4 = 1$;

K_5 -коефіцієнт враховуючий зручне положення рукоятки для ручних затискних пристроїв. $K_5 = 1$;

K_6 - коефіцієнт враховуючий при наявності моментів, які хочуть повернути оброблену деталь навколо її осі. $K_6 = 1,5$;

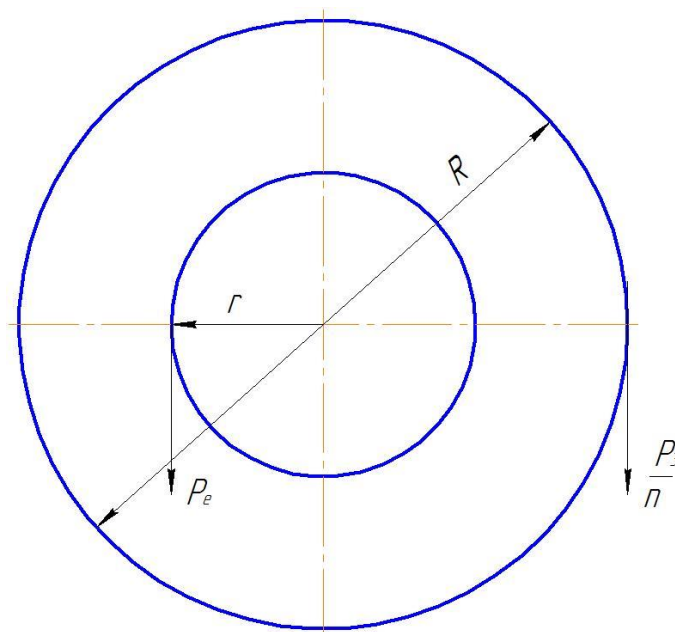
Коефіцієнти запасу $K_2 - K_6$ вибрано з табл 3,45 с 108 [4]

$$K_{\text{зап}} = 1,5 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,2 = 2,16;$$

Підставивши значення, визначаємо силу затиску

$$P_3 = \frac{2 \times 2,16 \times 46,58}{3 \times 0,16 \times 150 \times 10^{-3}} = 2,78 \text{ Н}$$

Визначаємо зусилля на штоці циліндра з рівняння рівноваги



$$\sum M_{(0)} = 0; P_0 Z - P_3 R = 0; P_0 = \frac{P_3 \times R}{r},$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ

Арк.

43

де R- радіус кулачка

r- радіус ділительного кола приводної шестерні

Конструктивно R=65 мм; r=30 мм.

$$P_0 = \frac{2,78 \times 10^3 \times 65}{30} = 6,02 \times 10^3$$

Визначаємо діаметр пневмоциліндра:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{P_0}{0,785p\eta}} \text{ (мм)} \quad (3.4)$$

P_0 - осьова сила; $P_0 = 12030\text{Н}$

$p=0,4$ МПа- тиск повітря з магістралі;

$\eta=0,85$ - коефіцієнт корисної дії.

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{6,02 \times 10^3}{0,785 \times 0,85 \times 0,4}} = 150 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний діаметр пневмоциліндра $\varnothing 150$ мм.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу

Визначення вартості будівлі (таблиця 4.1).

а) верстатну площу ділянки визначають за формулою [9]:

$$S_{верст} = S_{кор} K_{пл} \quad (4.1)$$

де $S_{кор}$ – корисна площа ділянки, тобто сума площ, які займають верстати згідно їх габаритних розмірів;

$K_{пл}$ – коефіцієнт, що враховує додаткову площу.

Таблиця 4.1 – Опис обладнання

Назва обладнання	Тип обладнання	К-сть обладнання	Габаритні розміри, м ²	Корисна площа, м ²	Загальна площа, м ²
Токарно-гвинторіз-ний моделі 1А616	верстат	1	2,335x0,852	1,99	9,95
Вертикально-свердильний мод. 2Н135	верстат	1	1,24x0,810	1,0	5,0
Токарно-гвинторіз-ний мод. 16Б16П	верстат	1	2,235x1,06	2,37	11,85
Вертикально-свердильний мод. 2Н118	верстат	1	0,91x0,55	0,5	2,5
Фрезерний з ЧПК мод. 6Т13Ф3	верстат	1	2,575x2,08	5,36	24,12
Всього:					$S_{кор}$ 54

$$S_{зб} = S_{верст} \cdot 0,5 \quad (4.2)$$

$$S_{зб} = 54 \cdot 0,5 = 27 \text{ м}^2$$

в) визначення виробничої площі

$$S_{вир} = S_{верст} + S_{зб} \quad (4.3)$$

$$S_{вир} = 54 + 27 = 81 \text{ м}^2$$

г) визначення додаткової площі

$$S_{дод} = S_{вир} \cdot 0.4 \quad (4.4)$$

$$S_{дод} = 81 \cdot 0,4 = 35 \text{ м}^2$$

д) визначення загальної площі

$$S_{б\ddot{y}д} = S_{вир} + S_{дод} \quad (4.5)$$

$$S_{б\ddot{y}д} = 81 + 35 = 116 \text{ м}^2$$

е) визначення вартості будівлі

$$B_{б\ddot{y}д} = C_{б\ddot{y}д} S_{б\ddot{y}д} \quad (4.6)$$

де $C_{б\ddot{y}д}$ – вартість 1 м² будівлі, грн./м²;

$$B_{б\ddot{y}д} = 1100 \times 116 = 127600 \text{ грн.}$$

Визначення вартості обладнання

Вартість придбаного обладнання із врахуванням витрат на його доставку (15% від його вартості) та монтаж (20% від його вартості) розраховується за формулою:

$$B_{обл} = \sum_{i=1}^m (C_{обл\ i} \cdot N_i) \cdot 1,35 \quad (4.7)$$

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

де $C_{облi}$ - вартість одиниці i -того виду обладнання, грн. (приймати за ринковими цінами на момент розрахунку);

N_i – кількість одиниць i -го виду обладнання;

m - кількість видів придбаного обладнання, $i = 1 \dots m$.

Результати розрахунку витрат на придбання та монтаж технологічного обладнання слід занести до таблиця 4.2.

Таблиця 4.2 - Витрати на придбання і монтаж технологічного обладнання

Найменування та устаткування обладнання	К-сть один, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Повна вартість із врахуванням доставки та монтажу, грн.
Токарно-гвинторізний моделі 1А616	1	200000	200000	270000
Вертикально-свердильний мод. 2Н135	1	100000	100000	135000
Токарно-гвинторізний мод. 16Б16П	1	300000	300000	405000
Вертикально-свердильний мод. 2Н118	1	65000	65000	87750
Фрезерний з ЧПК мод. 6Т13Ф3	1	1800000	1800000	2430000
Всього:	3		2765000	3327750

Визначення вартості інструменту.

Вартість інструментів та приладів ($V_{інстр}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \times 0,02 \times 1,1$$

$$V_{\text{інстр}} = 3327750 \times 0,02 \times 1,1 = 73211 \text{ грн.}$$

Визначення вартості виробничого та господарського інвентарю

Вартість виробничого та господарського інвентарю ($V_{\text{інв}}$) складає 3% від вартості обладнання. При цьому витрати на його доставку приймають в розмірі 10% від його вартості. Таким чином, вартість інвентарю розраховується за формулою:

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \cdot 0,03 \cdot 1,1 \quad (4.8)$$

$$V_{\text{інв}} = 3327750 \times 0,03 \times 1,1 = 109816 \text{ грн.}$$

Загальна вартість основних фондів (обсяг виробничих інвестицій) розраховується за формулою:

$$\Pi = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} \quad (4.9)$$

$$\Pi = 127600 + 3327750 + 73211 + 109816 = 3638377 \text{ грн.}$$

Визначення величини амортизаційних відрахувань

Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою [9]:

$$A = \frac{S_{\text{бал}} \cdot H_a}{100} \quad (4.10)$$

де $S_{\text{бал}}$ - балансова вартість основних фондів, грн.;

H_a - норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів: для будівель – 5%, обладнання – 20%, інструментів та приладів – 25%, інвентарю – 25%). Якщо виробничі приміщення орендуються, то сума амортизації не нараховується, оскільки вона включена до орендної плати.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$A_{\text{інстр1}} = \frac{73211 \times 25}{100} = 18303 \text{грн.}$$

$$A_{\text{інв2}} = \frac{109816 \times 25}{100} = 27454 \text{грн.}$$

$$A_{\text{облз}} = \frac{3327750 \times 20}{100} = 765550 \text{грн.}$$

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань слід звести в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн.
Будівлі	–	–
Обладнання	3327750	765550
Інструменти та прилади	73211	18303
Виробничий та господарський інвентар	109816	27454
Всього:	3510777	811307

4.2 Розрахунок собівартості продукції

1) Витрати матеріалу на одиницю продукції визначаємо за формулою [9]:

$$V_M = V_3 \times K_{\text{тр}} \quad (4.11)$$

$$V_M = 731 \times 1,04 = 760 \text{ грн}$$

де V_3 – вартість заготовки, (обчислена у п.1.4);

$K_{\text{тр}}$ – коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймають в розмірі 4% від вартості матеріалів: $K_{\text{тр}} = 1,04$).

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів.

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників (Во.з.пл) визначаємо розраховуючи відрядну розцінку за кожну операцію, виконану робітником, за формулою [9]:

$$P_{\text{від}} = \frac{t_{\text{шт}} \cdot C_{\text{г}}}{60} \quad (4.12)$$

де $t_{\text{шт}}$ – час виконання однієї операції, хв.;

$C_{\text{г}}$ – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (додаток 3), грн./год.

На операцію 005:

$$P_{\text{від1}} = \frac{7,16 \cdot 106,5}{60} = 13 \text{ грн}$$

На операцію 010:

$$P_{\text{від2}} = \frac{2,25 \cdot 106,5}{60} = 4 \text{ грн}$$

На операцію 015:

$$P_{\text{від3}} = \frac{2,22 \cdot 106,5}{60} = 4 \text{ грн}$$

На операцію 020:

$$P_{\text{від3}} = \frac{2,22 \cdot 106,5}{60} = 4 \text{ грн}$$

На операцію 025:

$$P_{\text{від4}} = \frac{8,3 \cdot 118,4}{60} = 17 \text{ грн}$$

Дані розрахунків слід звести в таблицю 4.4.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4 – Розрахунок основної заробітної плати

Назва операції	Т _{шт.} , хв.	Розряд	Годинна тари- фна ставка, грн.	Відрядна розцінка, грн.
005. Токарно-гвинторізна	7,16	4	106,5	13
010. Вертикально-свердлильна	2,25	4	106,5	4
015. Токарно-гвинторізна	2,22	4	118,4	4
020. Вертикально-свердлильна	2,22	4	106,5	4
025. Фрезерна з ЧПК	8,3	5	118,4	17
Всього:	28,15			42

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників (В_{дод.з.пл.}): приймають в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою [3]:

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = \sum_{i=1}^n P_{\text{від } i} \cdot 0,11 \quad (4.13)$$

де $P_{\text{від}}$ – відрядна розцінка по i -тій операції, грн.;

n – кількість операцій.

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 42 \times 0,11 = 4,6 \text{ грн.}$$

5) Сума відрахувань на соціальні заходи (С_{в.с.з.}):

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_{\text{від } i} + V_{\text{дод.з.пл.}} \right) \quad (4.14)$$

де α – відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%).

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (42 + 4,6) = 10 \text{ грн.}$$

6) Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховують за формулою [9]:

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$B_{\text{уео}} = \frac{\alpha_{\text{уео}}}{100} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_{\text{від.і}} + B_{\text{дод.з.пл.}} \right), \quad (4.15)$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ – відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (225%).

$$B_{\text{уео}} = \frac{225}{100} \times (42 + 4,6) = 105 \text{ грн.}$$

7) Витрати за статтею «Загальновиробничі витрати» розраховуються за формулою [9]:

$$B_{\text{зв}} = \frac{\alpha_{\text{зв}}}{100} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_{\text{від.і}} + B_{\text{дод.з.пл.}} \right), \quad (4.16)$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ – відсоток загальновиробничих витрат (320%).

$$B_{\text{зв}} = \frac{320}{100} \times (42 + 4,6) = 149 \text{ грн.}$$

8) Разом виробнича собівартість ($S_{\text{вир}}$) визначається як сума витрат за пунктами 1-7 за формулою [9]:

$$S_{\text{вир}} = B_{\text{м}} + \sum_{i=1}^n P_{\text{від.і}} + B_{\text{дод.з.пл.}} + C_{\text{в.с.з.}} + B_{\text{уео}} + B_{\text{зв}},$$

$$S_{\text{вир}} = 760 + 42 + 4,6 + 10 + 105 + 149 = 1071 \text{ грн.}$$

9) Повна собівартість одиниці продукції визначається за формулою [9]:

$$S_{\text{пов}} = S_{\text{вир}} + \frac{\alpha_{\text{ав}}}{100} \cdot \left(\sum_{i=1}^n P_{\text{від.і}} + B_{\text{дод.з.пл.}} \right), \quad (4.17)$$

де $\alpha_{\text{ав}}$ – відсоток у позавиробничих витрат (12%).

$$S_{\text{пов}} = 1071 + \frac{12}{100} \times (42 + 4,6) = 1077 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зводимо в таблицю 4.5.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Таблиця 4.5 – Калькуляція собівартості виробу

Найменування статей витрат	На одиницю продукції
1. Витрати матеріалів	760
2. Основна заробітна плата виробничих робітників	42
3. Додаткова заробітна плата виробничих робітників	4,6
4. Відрахування на соціальні заходи	10
5. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	105
6. Загальновиробничі витрати	149
<i>Разом виробнича собівартість (сума 1-6)</i>	1071
7. Позавиробничі витрати	0,15
<i>Повна собівартість, (сума 1-7) у тому числі витрати:</i>	1071,15
– змінні (сума 1-4), $V_{зм.од}$	817
– умовно-постійні (сума 5-7), $V_{уп.од}$	254

10) Ціна одиниці продукції розраховується за формулою [9]:

$$Ц_{од.пр.} = S_{пов} \alpha_{пр} \quad (4.18)$$

де $\alpha_{пр}$ – відсоток запланованого прибутку (20%);

$$Ц_{од.пр.} = 1077 \times 1,2 = 1292 \text{ грн.}$$

4.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності випуску виробу проводиться за наступними показниками.

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою [9]:

$$\Pi_p = (Ц_{од.пр.} - S_{нов.}) N_p, \quad (4.19)$$

де Pr - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$C_{од.пр.}$ - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{пов}$ - собівартість одиниці продукції, грн.;

N_p - річна виробнича програма, од.

$$Pr = (1292 - 1077) \times 1000 = 295000 \text{ грн}$$

1) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою [9]:

$$ЧП = Pr - Pr \frac{Pn}{100} \quad (4.20)$$

де $ЧП$ - чистий прибуток від реалізації виробу, грн.;

Pn - ставка податку на прибуток, % (приймається 18%).

$$ЧП = 295000 - 295000 \times \frac{18}{100} = 241900 \text{ грн.}$$

Собівартість всього виробництва розраховується за формулою [9]:

$$S_{повq} = S_{пов.вир.} \cdot N_p \quad (4.21)$$

$$S_{повq} = 1077 \times 1000 = 1077000 \text{ грн.}$$

2) Рентабельність продукції визначається за формулою [9]:

$$Pn = \frac{Чп}{S_{повq}} \cdot 100\% \quad (4.22)$$

де Pn - рентабельність продукції, %;

$S_{повq}$ - собівартість всього виробництва, грн.

$$P_n = \frac{241900}{1077000} \times 100\% = 22\%$$

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Беззбитковий обсяг виробництва визначається за формулою [9]:

$$Q_{кр} = \frac{B_{уп}}{Ц_{од.пр.} - B_{зм.од.}} \quad (4.23)$$

де $Q_{кр}$ - беззбитковий обсяг виробництва продукції, од.;

$B_{уп}$ - умовно-постійні витрати на весь обсяг виробництва, грн. ($B_{уп} = B_{уп.од} Q_{пр}$);

$B_{зм.од}$ - змінні витрати, що припадають на одиницю продукції, грн.

$$Q_{кр} = \frac{254000}{1292 - 817} = 535 \text{ од.}$$

5) Беззбитковий обсяг виробництва у вартісному виразі розраховується за формулою [9]:

$$Q_{кр.в} = Ц_{од.пр} Q_{кр}, \quad (4.24)$$

$$Q_{кр.в} = 1292 \times 535 = 690880 \text{ грн.}$$

Чим менша величина беззбиткового обсягу виробництва продукції по відношенню до максимально - можливого, тим менш ризикованим є його інвестування, тим привабливішим є цей проект.

3) Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій. Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою [9]:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (4.25)$$

де $ГП_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

A_t - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

$$ГП = 241900 + 811307 = 1053207 \text{ грн.}$$

4) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою [9]:

$$ЧТВ = ТВ - П \quad (4.26)$$

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків, грн.

7) Теперішню вартість майбутніх грошових потоків обчислюємо за формулою [9]:

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (4.27)$$

де $ГП_t$ - грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ - коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків

(дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу ($r = 0,1 \dots 0,2$);

n - кількість років інвестування, $t = 1, 2, \dots, n$.

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

$$ТВ = \frac{1053207}{(1+0,1)^1} + \frac{1053207}{(1+0,1)^2} + \frac{1053207}{(1+0,1)^3} + \frac{1053207}{(1+0,1)^4} + \frac{1053207}{(1+0,1)^5} = 3992701 \text{ грн}$$

$$ЧТВ = 3992701 - 3638377 = 354324 \text{ грн.}$$

8) Індекс прибутковості інвестицій порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями [9]:

$$ІП = \frac{ТВ}{ІІ} \quad (4.28)$$

де $ІП$ - індекс прибутковості інвестицій.

$$ІП = \frac{3992701}{3638377} = 1,1$$

9) Дисконтований термін окупності інвестицій характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою [9]:

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Tок_{диск} = \frac{ПІ}{ГП_{диск}} \quad (4.29)$$

де $ГП_{диск}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків [9]:

$$ГП_{диск} = \frac{ТВ}{t} \quad (4.30)$$

де t - кількість років інвестування.

$$ГП_{диск} = \frac{3992701}{5} = 798540 \text{ грн.}$$

$$Tок_{диск} = \frac{3638377}{798540} = 4,5 \text{ роки}$$

Підсумки вищенаведених розрахунків слід звести в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 — Показники оцінки економічної ефективності виробництва

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
Річний обсяг виробництва виробу	од.	1000
Собівартість виробу	грн./од.	1077
Ціна одиниці виробу	грн./од.	1292
Величина початкових інвестицій	грн.	3638377
Чистий прибуток	грн.	241900
Рентабельність виробу	%	22
Беззбитковий обсяг виробництва виробу	од.	535
	грн.	690880
Чиста теперішня вартість проекту	грн.	354324
Індекс прибутковості	-	1,1
Дисконтований термін окупності інвестицій	років	4,5

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Характеристика виробничої ділянки з точки зору охорони праці

На спроектованій ділянці проводиться механічна обробка деталі “Колесо епіциклічне”. Згідно проектного технологічного процесу механічної обробки деталі “Корпус” На ділянці розміщені:

Токарно – гвинторізний 1А616 – 1 шт;

Вертикально – свердлильний 2Н135 – 1 шт;

Токарно – гвинторізний 16Б16П – 1 шт;

Вертикально – свердлильний 2Н118 – 1 шт;

Фрезерний з ЧПК 6Т13Ф3 – 1 шт.

Промислове підприємство на якому розташована спроектована ділянка згідно стандартних норм СН 245-71 відноситься до ІVкласу, якому відповідає ширина санітарно-захисної 100м. Всі виробничі будівлі підприємства розміщені на його території по ходу виробничого процесу, при цьому вони згруповані з врахуванням санітарних, протипожежних вимог, а також з врахуванням споживання електроенергії, руху транспортних та людських потоків.

Висота приміщення ділянці 4,5м., ширина виходу з приміщення 1,2м., а висота 2,2м. Ширина основних проходів всередині ділянці 1,5м., а ширина проїздів 2,5м. Двері, що ведуть безпосередньо назовні, обладнані тамбуром (повітряними завісами).

Ділянка спроектована згідно вимог до будівель виробничого призначення згідно СНиП 2.09.02-85 таким чином, що є можливість реконструкції та технічного переоснащення виробництва, зміни технологічних процесів та переходу на нові види продукції. Будівля, в якій розміщена ділянка відноситься до категорії робіт Па, для якої ступінь вогнестійкості IIIа.

На ділянці з метою запобігання травматизму застосовується попереджувальне фарбування будівельних конструкцій та знаки безпеки.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Для обробки та захисту внутрішніх поверхонь дільниці від дії вологи використовується олійна фарба, що допускає миття поверхонь.

Підлога дільниці зносостійка, вогнестійка, не слизька, щільна. Через неї в інші приміщення не повинні проникати, вода, мастила шкідливі речовини, гази.

Порядок розташування устаткування і відстані між верстатами визначені розмірами верстатів, технологічними вимогами і вимогами техніки безпеки. До устаткування, що має електропривід передбачений вільний прохід з усіх сторін шириною 1м зі сторони робочої зони і 0,6м - зі сторони неробочої зони, технологічне устаткування розміщене таким чином, що забезпечується потоковість виробничого процесу, розміщення технологічного устаткування, проходів та проїздів гарантує зручність та безпеку праці, можливість монтажу, демонтажу, та ремонту устаткування. На робочих місцях передбачена площа, на якій розміщуються стелажі, тара, столи.

Система управління охороною праці це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових та безпечних і високопродуктивних умов праці. Згідно з Законом України «Про охорону праці» (ст.23) на підприємстві створена служба охорони праці, яка підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства та вирішує наступні завдання: забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель та споруд; забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту; професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці; вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працівників; професійного добору виконавців для визначення видів робіт. Служба охорони праці на дільниці підпорядкована інженеру з охорони праці, який має вищу освіту та стаж роботи за профілем виробництва більше трьох років.

Умови праці на дільниці відповідають нормативним та відносяться до категорії допустимих. На кожному робочому місці є інструкція з техніки безпеки та вся нормативна документація.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Згідно з ДНАОП 0.00-4.12.99 «Типове положення про навчання з питань охорони праці» усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі роботи проходять на підприємстві, в склад якого входить спроектована дільниця інструктаж з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, з правил поведінки при аваріях. Форми навчання на підприємстві: інструктажі (увідні, первинні інструктажі на робочому місці, позапланові, цільові), технічні мінімуми, спеціальне навчання, навчання (перевірка знань) посадових осіб, підвищення кваліфікації.

Всі робочі місця на дільниці атестовані.

Мікрокліматичні умови праці на ділянці:

- температура повітря: в холодний період року для категорії робіт Па $t = (18...20)^\circ\text{C}$; в теплий $t = (21...23)^\circ\text{C}$;
- відносна вологість повітря $\Theta = (40...60)\%$;
- барометричний тиск $P = (0,9...1,06) \cdot 10^{-5}$ Па;
- швидкість руху повітря в холодний період року $V_x = 0,1...0,2$ м/с. в теплий період року $V_T = 0,3$ м/с;
- інтенсивність теплового опромінення поверхонь технологічного обладнання, освітлених установок складає до 50 Вт/м^2 .

При проектуванні на дільниці організованої природної та штучної загально обмінної вентиляції розрахункові параметри зовнішнього повітря міста Тернополя. Для компенсації втрат тепла на дільниці спроектована центральна водяна система опалення низького тиску.

На спроектованій дільниці передбачене природне (двостороннє бокове освітлення при ширині вікон 4,5м., висоті підвіконника 1,5м.) та штучне комбіноване освітлення. Штучне освітлення передбачається як на даній дільниці так і у побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщень у темні період доби.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Загальне освітлення відповідає вимогам (СНиП-4-79 і становить $E_p=300\text{лк.}$; евакуаційне освітлення $E_{ев}=0,5\text{лк}$, аварійне освітлення $E_{ав}=2\text{лк}$ в середині приміщення, та $E_{ав}=1\text{лк}$ на території, охоронне освітлення $E=0,5\text{лк}$ на рівні землі). Місцеве освітлення забезпечується лампами розжарювання. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

Джерелом штучного освітлення є газорозрядні лампи високого тиску типу ДРЛ, при цьому використовують світильники переважно прямого світла. Для проєктованої ділянки використані лампи ДРЛ-80.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкта, на ділянці передбачені первинні засоби пожежогасіння. Згідно "Правил пожежної безпеки в Україні" на ділянку встановлений щит, до комплекту якого входять: ящик з піском місткістю $0,5\text{м}^3$, який укомплектований совковою лопатою; протипожежні покривала, виготовлені з негорючого теплоізоляційного полотна розміром $2\times 2\text{м}$. – 2шт., вогнегасники вуглекислотні типу ВВ-5 – 2шт., порошкові типу ВПУ-2 – 1шт., гаки – 3шт., ломи – 2шт., сокири – 2шт.

Для своєчасного виявлення ознак займання на ділянці передбачена пожежна сигналізація – електрична типу ЕПС променева. На даній ділянці встановлено не адресований пожежний сповіщувач.

Для покращення стану охорони праці та умов роботи на спроектованій ділянці по виготовленню деталі "Колесо епіциклічне" АЛАЯ732131.122 пропонується:

- Внести зміни в технологічний процес механічної обробки деталі механізуючи та автоматизуючи виробничий процес завдяки впровадженню верстатів-напівавтоматів замість універсального-обладнання. Це дозволить не лише збільшити продуктивність праці і зменшити трудомісткість виробничого процесу (обробка проводиться напівавтоматичному циклі), а й покращити умови праці.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Застосування цих верстатів дозволяє зменшити допоміжні ручні рухи на 80% , що виключає постійне знаходження оператора, який обслуговує верстат в робочій зоні під час обробки деталі. Цей фактор зменшує можливість травматизму на робочому місці;

- повести зміну обладнання;
- провести атестацію нових робочих місць.

5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці

З метою підвищення ефективності системи охорони праці та створення більш безпечних і комфортних умов праці на спроектованій виробничій дільниці з виготовлення деталі типу «Колесо епіциклічне» доцільним є впровадження комплексу сучасних організаційно-технічних рішень.

Одним із ключових напрямів удосконалення є модернізація технологічного процесу за рахунок підвищення рівня механізації та автоматизації виробництва. Використання сучасного напівавтоматичного та верстатів з ЧПК замість традиційних універсальних верстатів сприятиме істотному скороченню трудомісткості виконання технологічних операцій, забезпечить зростання продуктивності праці, підвищення точності та стабільності якості виготовлення складної зубчастої деталі типу «Колесо епіциклічне».

Автоматизація окремих етапів обробки дозволяє значно зменшити обсяг ручної праці, особливо при виконанні допоміжних операцій, частка яких може бути скорочена до 80 %. Це є особливо важливим для деталей складної геометрії, де потрібна висока точність базування та багатоопераційна обробка. У свою чергу, це сприяє зниженню фізичного навантаження на працівників, зменшенню втомлюваності персоналу та покращенню ергономічних показників робочих місць.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Важливою перевагою застосування автоматизованого та напівавтоматичного обладнання є також підвищення рівня виробничої безпеки, оскільки оператор менше часу перебуває безпосередньо в зоні дії небезпечних виробничих факторів під час роботи обладнання. При виготовленні зубчастих елементів, таких як «Колесо епіциклічне», це особливо актуально через наявність підвищених вимог до точності, необхідність роботи з різальним інструментом та високими навантаженнями на обладнання. Це дозволяє знизити ризик травматизму, підвищити загальний рівень захищеності працівників та забезпечити більш раціональну організацію виробничого процесу.

Отже, технічне переоснащення дільниці із застосуванням більш автоматизованих засобів виробництва є важливим резервом підвищення не лише продуктивності, а й безпеки праці, що повністю відповідає сучасним вимогам охорони праці та промислової безпеки при виготовленні складних деталей типу «Колесо епіциклічне».

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У межах виконання кваліфікаційної роботи було здійснено комплексне проектування технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Колесо епіциклічне» для умов дрібносерійного виробництва з урахуванням сучасних вимог до точності, якості готової продукції, технологічності та економічної ефективності.

На основі детального аналізу конструкції деталі, її функціонального призначення, умов роботи у складних зубчастих механізмах, а також технічних вимог обґрунтовано вибір найбільш раціонального виду заготовки.

У роботі сформовано повний технологічний маршрут виготовлення деталі, що включає послідовність усіх необхідних операцій — від чорнової обробки базових поверхонь до фінішної обробки зубчастого вінця. Для кожної операції визначено раціональні методи обробки, підібрано відповідне обладнання, ріжучий інструмент, засоби контролю та технологічне оснащення. Виконані інженерні розрахунки припусків, режимів різання, міжопераційних розмірів і норм часу дали змогу встановити оптимальні параметри виробничого процесу, забезпечити стабільність технології та досягнення необхідної точності зубчастого профілю при мінімальних виробничих витратах.

Особливу увагу приділено проектуванню та вибору технологічного пристосування, необхідного для точного базування та надійного закріплення деталі складної конфігурації. У межах роботи проведено технічне обґрунтування конструкції пристосування, розроблено схему базування заготовки, визначено сили затиску, а також виконано аналіз похибок базування. Результати підтвердили достатню жорсткість, точність і надійність запропонованого рішення, що гарантує стабільне положення деталі під час обробки зубчастого вінця та відповідність заданим технічним вимогам.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Економічна частина роботи охоплює визначення витрат на впровадження розробленого технологічного процесу, розрахунок собівартості виготовлення деталі та оцінку техніко-економічної доцільності запропонованих рішень. Отримані результати свідчать, що впровадження розробленого процесу забезпечує зниження матеріальних і трудових витрат, підвищення продуктивності праці та зростання економічної ефективності виробництва.

У розділі, присвяченому охороні праці та безпеці життєдіяльності, проведено всебічний аналіз виробничого середовища спроектованої ділянки, визначено потенційно небезпечні та шкідливі фактори, характерні для процесів механічної обробки зубчастих деталей. На основі цього розроблено систему технічних, санітарно-гігієнічних і організаційних заходів, спрямованих на підвищення безпеки праці, покращення умов мікроклімату, оптимізацію освітлення, зниження шуму та вібрації, а також забезпечення пожежної та електробезпеки.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було поглиблено теоретичні знання та сформовано практичні компетентності у сфері технології машинобудування, зокрема в питаннях проектування технологічних процесів, вибору виробничого обладнання, оснащення, інструментів, засобів контролю та оцінки економічної ефективності технічних рішень.

Таким чином, результати виконаної роботи підтверджують, що розроблений технологічний процес виготовлення деталі «Колесо епіциклічне» є технічно доцільним, економічно обґрунтованим, відповідає вимогам сучасного машинобудівного виробництва та може бути рекомендований для практичного впровадження на підприємствах відповідного профілю.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 7809:2015.
2. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування і виробництво заготовок / підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. 353 с.
3. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни Технологія обробки спеціальних деталей для студентів спеціальності 131 розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок». Проектування та виробництво литих заготовок. К.:НТУУ «КПІ», 2011. 42 с.
4. Дячун А. Є., Капаціла Ю. Б. , Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.
5. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки: навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.
6. Основи технології машинобудування. Частина 1. Самостійна та індивідуальна робота студентів : навч. посіб. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 116 с.
7. Основи технології машинобудування. Частина 2. Самостійна та індивідуальна робота студентів : навч. посіб. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, С. І. Сухоруков – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 90 с.
8. Технологія машинобудування: Посібник-довідник для виконання кваліфікованих робіт: Навч. посібник І.І. Юрчишин. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 528с.
9. Методичні вказівки для виконання економічної частини дипломного проекту. Укладач Кушак О.М. – Тернопіль. ТК ТНТУ 2018.
10. І.П. Пістун, Р.Є.Стець, І.О. Трунова. Охорона праці в галузі машинобудування. Суми : Університетська книга, 2023. 556 с.

					26.КВР.400.09.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кільк.	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			26.КВР.400.09.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
БЗ	1		26.КВР.400.09.01.000	Пневморозподілювач	1	
БЗ	2		26.КВР.400.09.02.000	Пневоциліндр $\phi 160 \times 90$	1	
БЗ	3		26.КВР.400.09.03.000	Корпус	1	
БЗ	4		26.КВР.400.09.04.000	Трубопровід	2	
				<u>Деталі</u>		
БЗ	6		26.КВР.400.09.00.001	Кулачок	3	
БЗ	7		26.КВР.400.09.00.002	Штуцер	2	
БЗ	8		26.КВР.400.09.00.003	Кутник	1	
БЗ						
БЗ	10		26.КВР.400.09.00.005	Втулка	2	
БЗ	11		26.КВР.400.09.00.005	Втулка	3	
БЗ	12		26.КВР.400.09.00.006	Вал-шестерня	3	
БЗ	13		26.КВР.400.09.00.007	Штир	1	
БЗ	14		26.КВР.400.09.00.008	Тяга	1	
БЗ	15		26.КВР.400.09.00.009	Фланець	1	
БЗ	16		26.КВР.400.09.00.010	Шайба	3	
БЗ	17		26.КВР.400.09.00.011	Рейка	1	
БЗ	18		26.КВР.400.09.00.012	Гвинт	1	

26.КВР.400.09.00.00.000

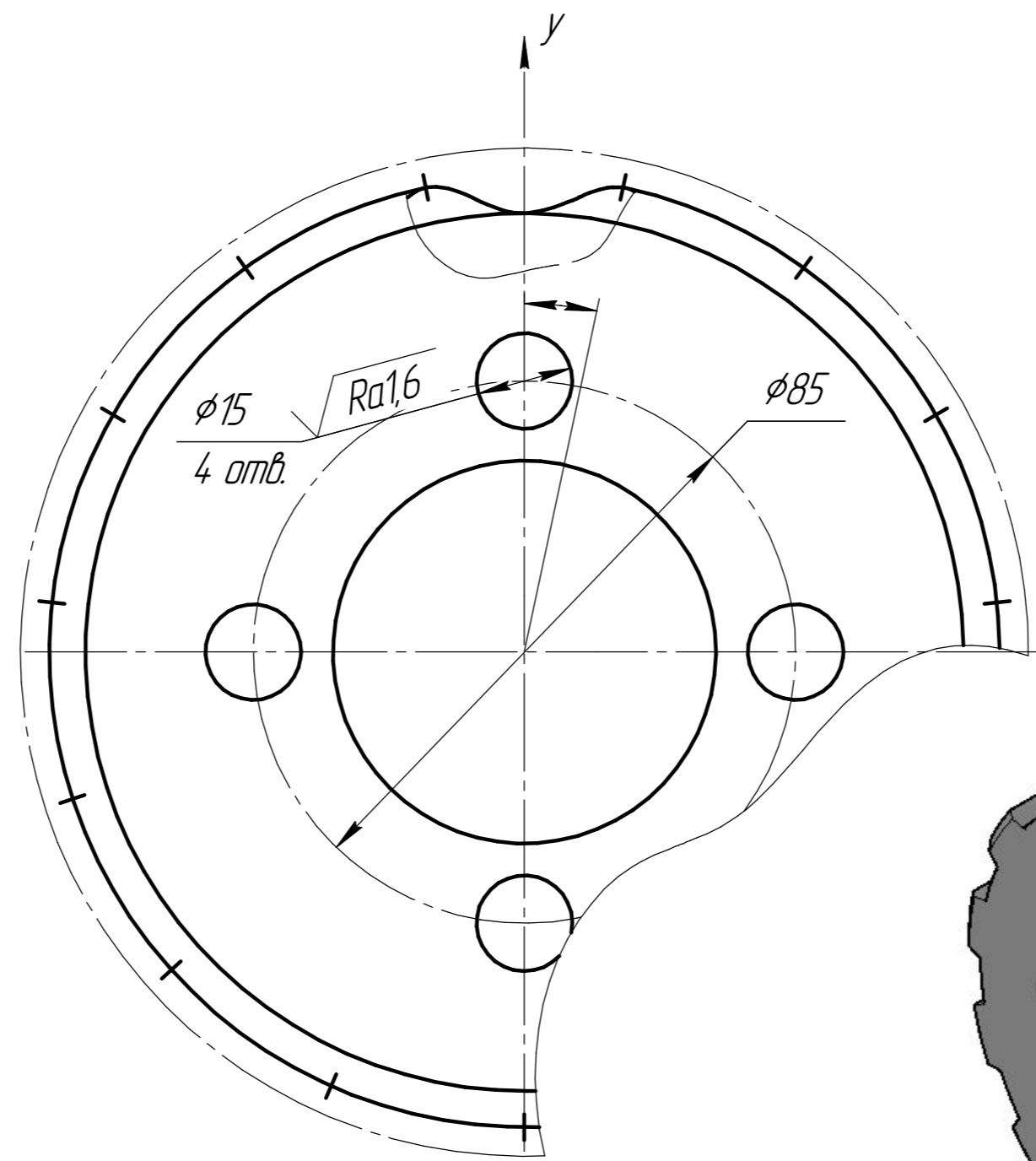
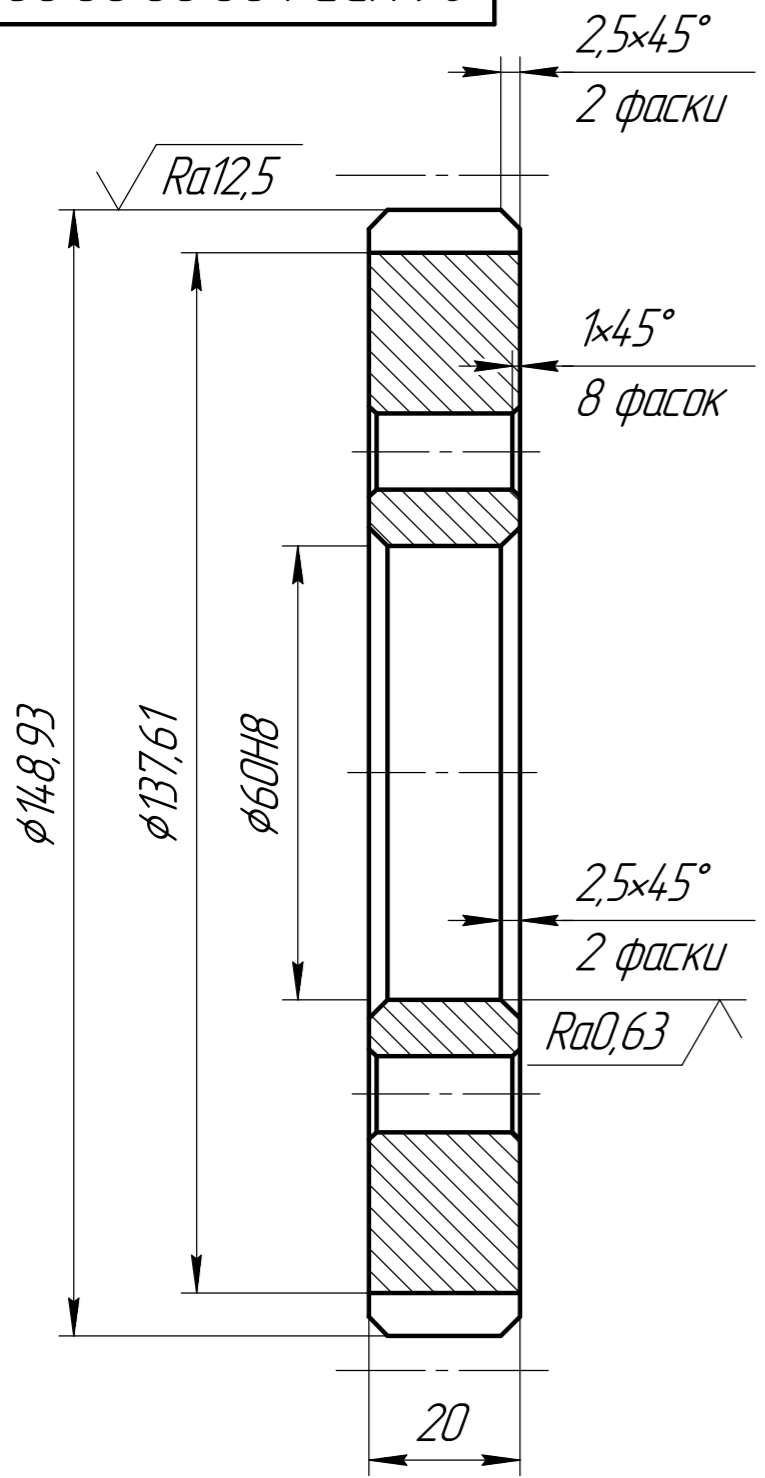
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разроб.		Посвляюк			Літ.	Аркцш	Аркцшів
Перевір.		Кодельник			Н	1	3
Реценз.					ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Волошин					
Затвер.							

Приспосовування з
центруючим механізмом

26.KBP.400.09.00.000

√ Ra6,3(√)

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Взам. инв. №
Инв. № д-рл.
Подп. и дата
Инв. № подл.



Параметр	позн.	знач.
Загальне передаточне відношення	i	3,15
Передаточне відношення ступені	i_c	15
Модуль	m	8,3
Ексцентрис	e	2,5
Висота зуба, мм	h	5,8
Кількість зубів	z_1	15
Коефіцієнт використання		0,6
Ділильний діаметр цівки, мм	d_{z1}	158
Діаметр вершин зубів, мм	d_{a1}	148,93
Діаметр впадин зубів, мм	d_{f1}	137,61
Діаметр ролика, мм	d_p	15

- Невказані граничні відхилення: валів - h14; отворів - H14; решту ± JT14/2
- $x = 66,58 \sin -2,83 \sin 16 - 7,5 \times \frac{0,68 \sin 16 - \sin}{\sqrt{1,46 - 1,36 \cos 15}}$
- $y = 66,58 + 2,83 \cos 16 - 7,5 \times \frac{\cos - 0,68 \cos 16}{\sqrt{1,46 - 1,36 \cos 15}}$

				26.KBP.400.09.00.000				
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Колесо епіциклічне	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Посвляук						2.0	1:1
Проб.	Кобельник					Лист	Листов	1
Т.контр.						СЧ20 ДСТУ 8833:2019		
Н.контр.	Волошин					ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400		
Утв.						м. Тернопіль		
						Формат А3		

Копировал

26.KBP.400.09.00.000

√ Ra160

Перв. примен.

Справ. №

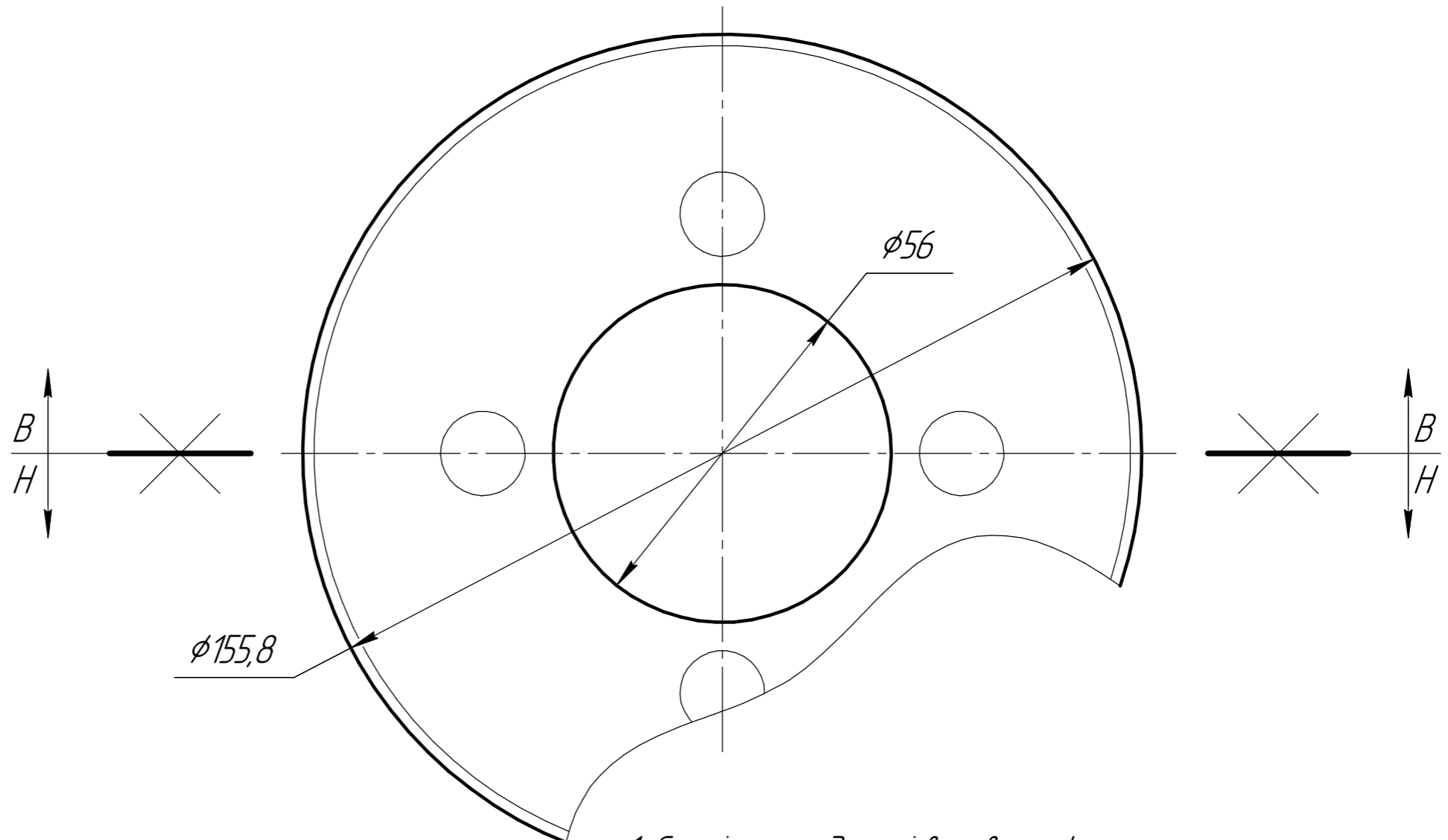
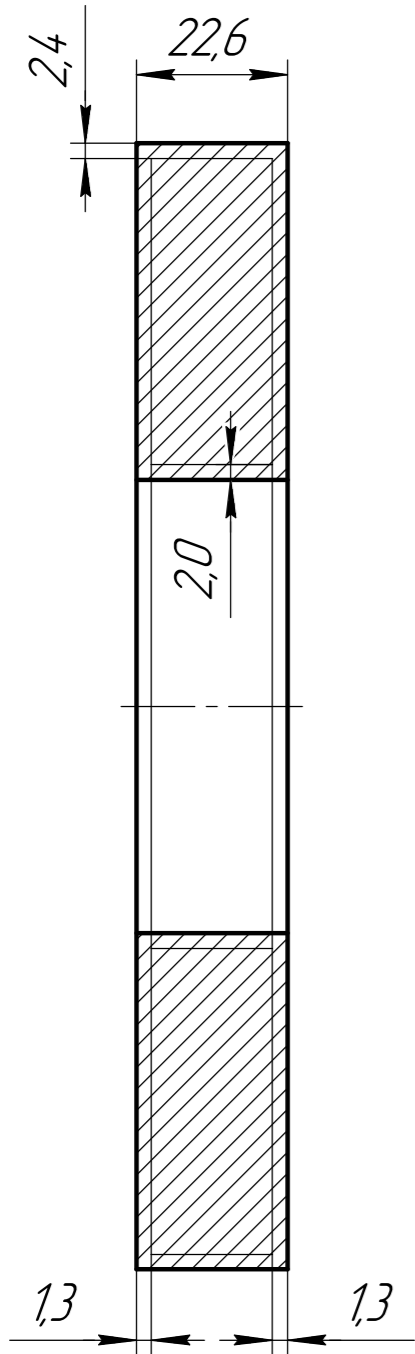
Подп. и дата

Изм. № дораб.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



1. Ступінь складності виливка - 1
2. Невказані ливарні ухили 1,5° в тіло заготовки
3. Ливарні радіуси R8
4. Ливарні раковини не допускаються

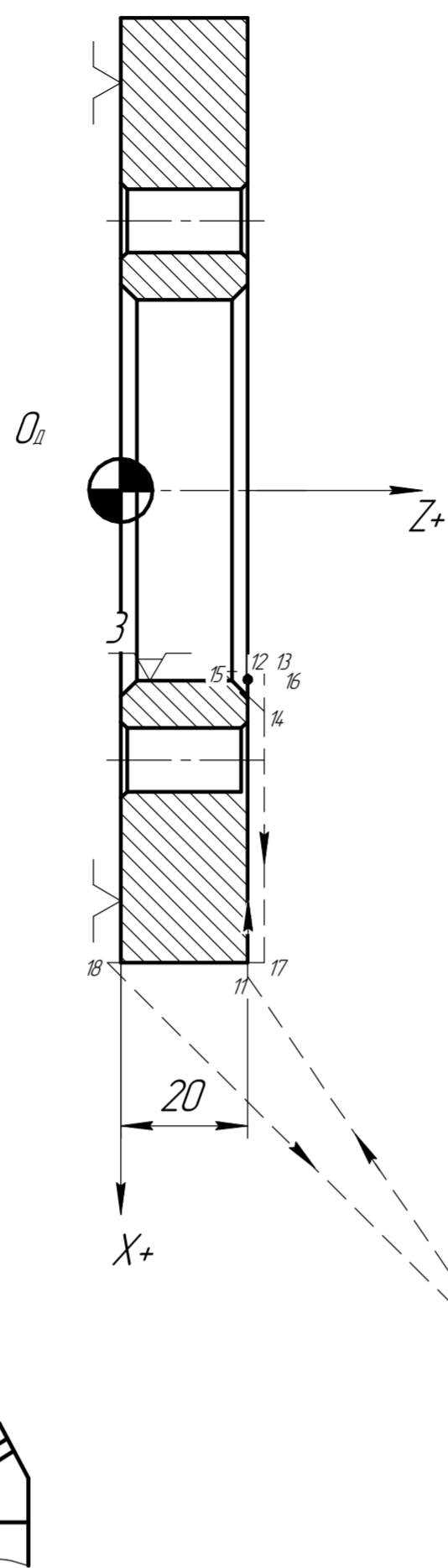
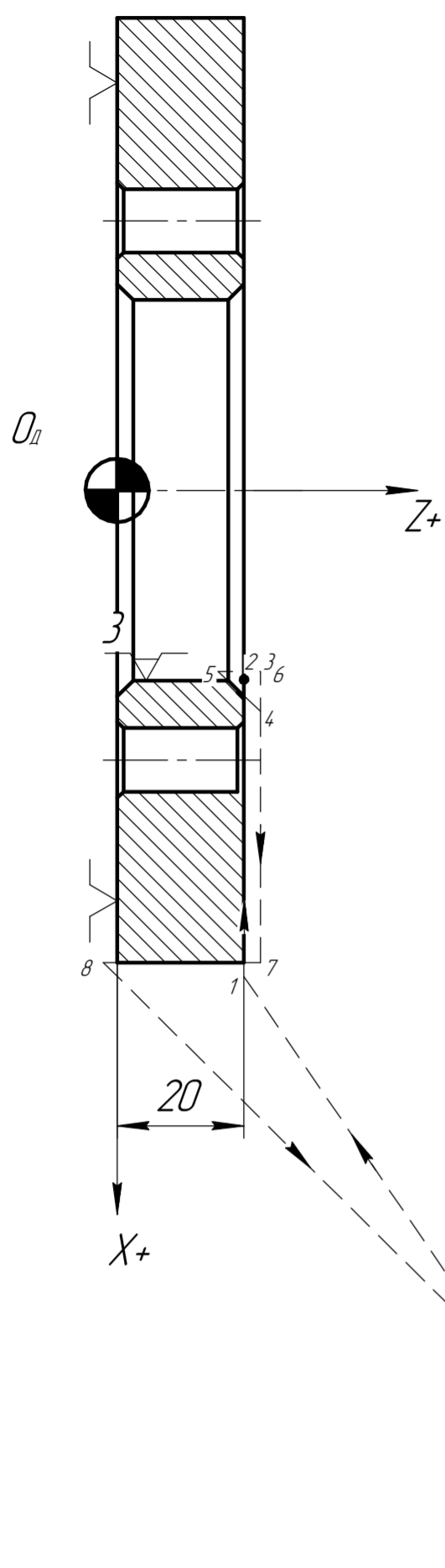
					26.KBP.400.09.00.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Колесо епіциклічне (випливок)	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Посвлялюк					H	2,75	1:1
Пров.	Кабельник					Лист	Листов 1	
Т.контр.								
Н.контр.	Волошин				СЧ20 ДСТУ 8833:2019			
Утв.					ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль			
					Формат А3			

Копировал

Операція 005 Токарно-гвинтарізна
Перехід 1 - 7

Установ А

Установ Б



Установ А

T1. Різець 2100-0806 BK4 ДСТУ 18878-93

№ точки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	94,5	75,5	27	27	33	27	27	74,415	74,415	94,5
Z	60	20	20	23	23	16	23	23	-3	60

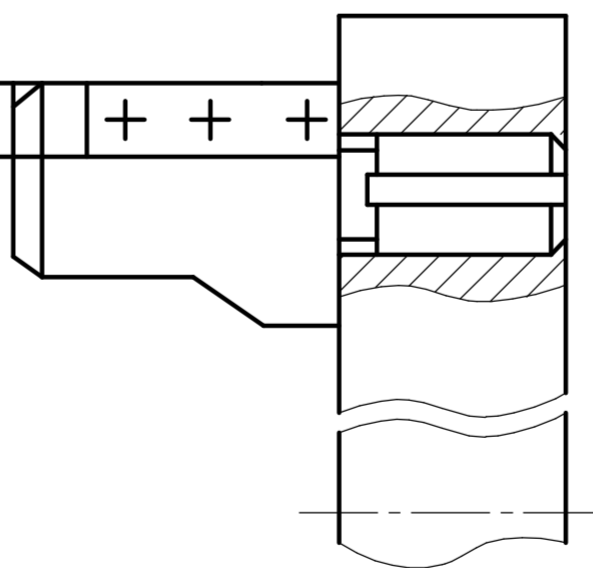
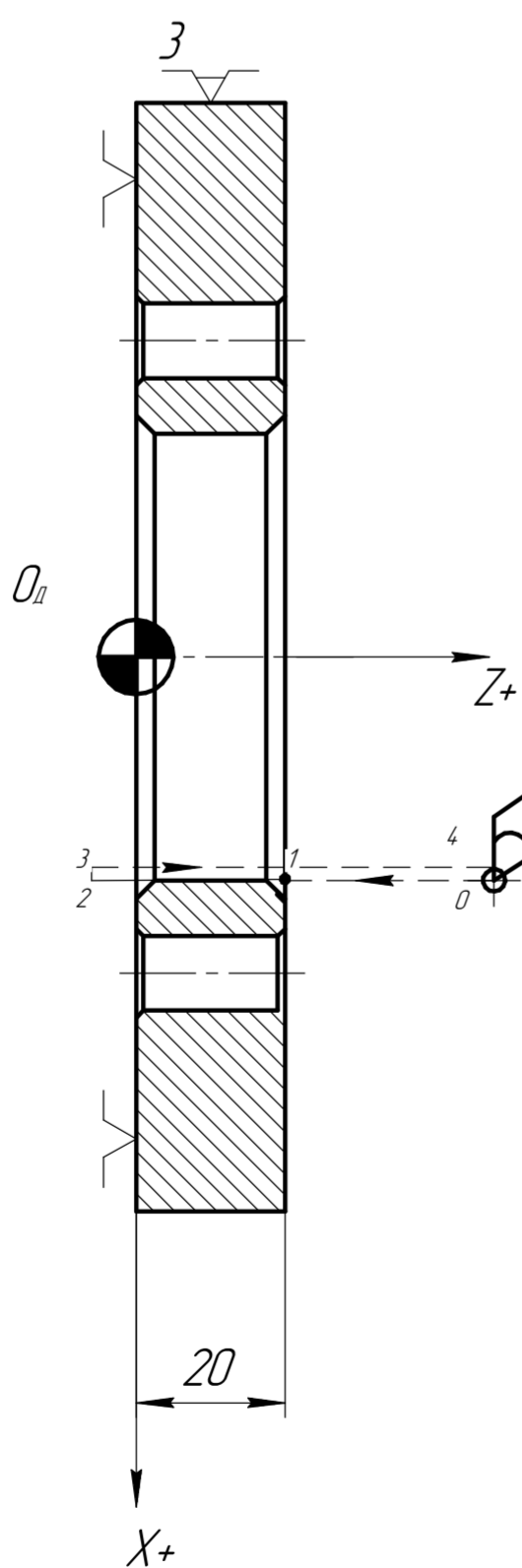
Установ Б

T1. Різець 2100-0806 BK4 ДСТУ 18878-93

№ точки	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
X	94,5	75,5	27	27	33	27	27	74,415	74,415	94,5
Z	60	20	20	23	23	16	23	23	-3	60

Перв. примен.	
Справ. №	
Підп. і дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дідл.	
Підп. і дата	
Инд. № подл.	

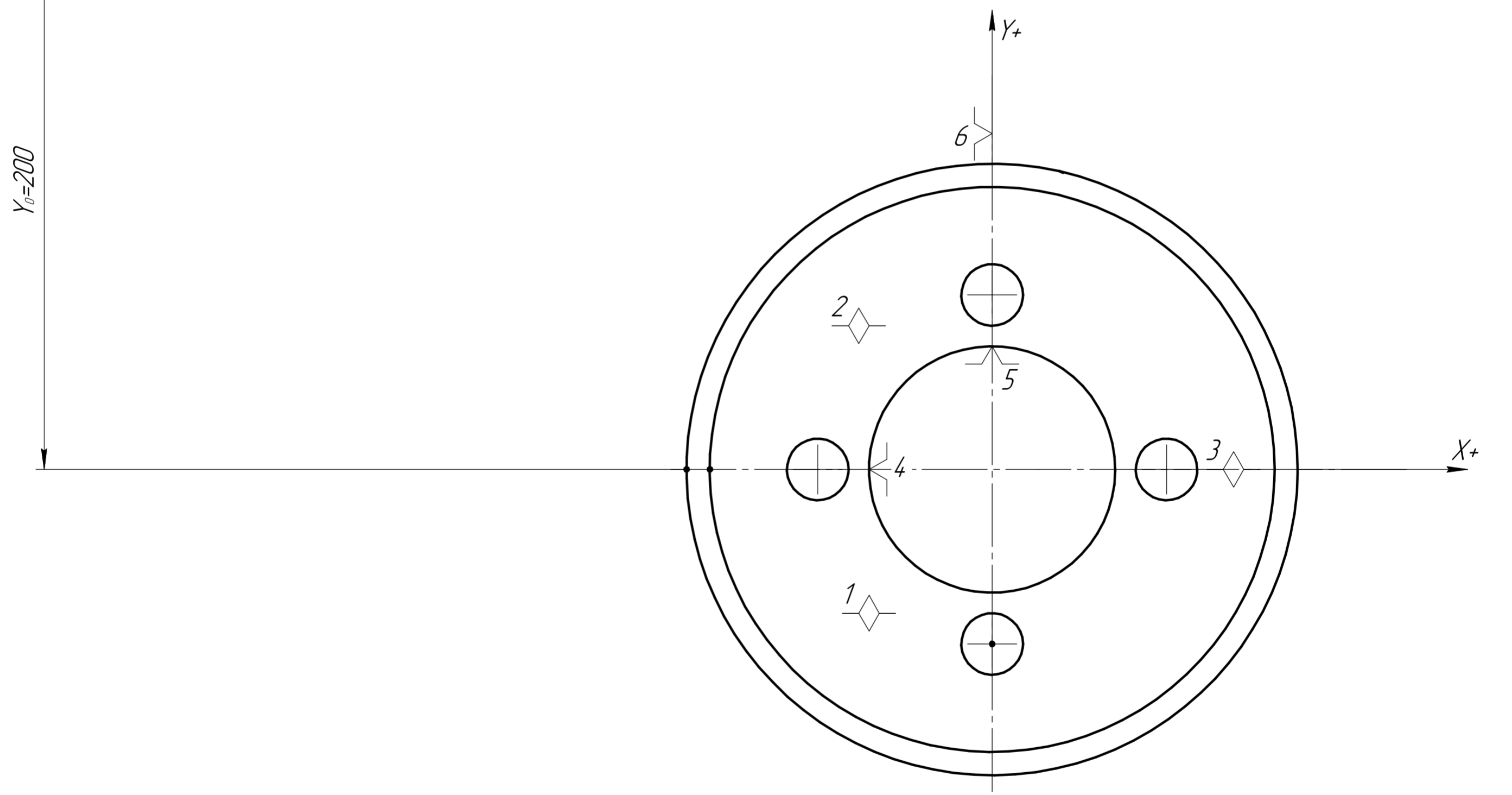
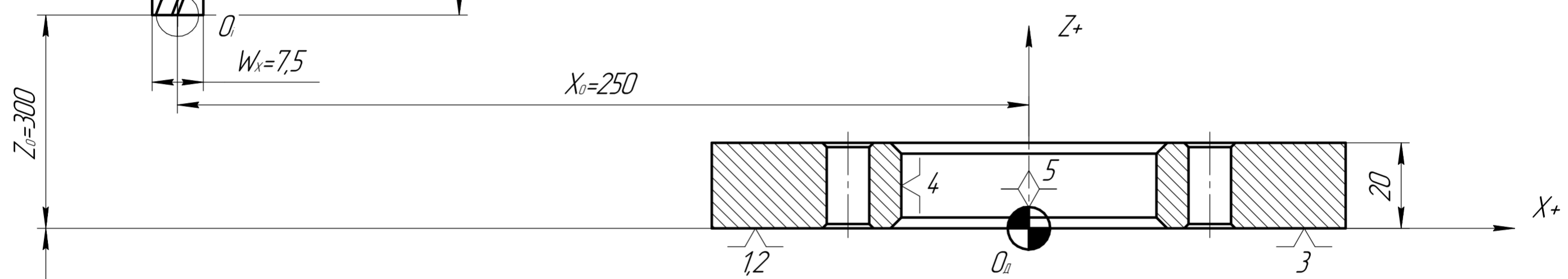
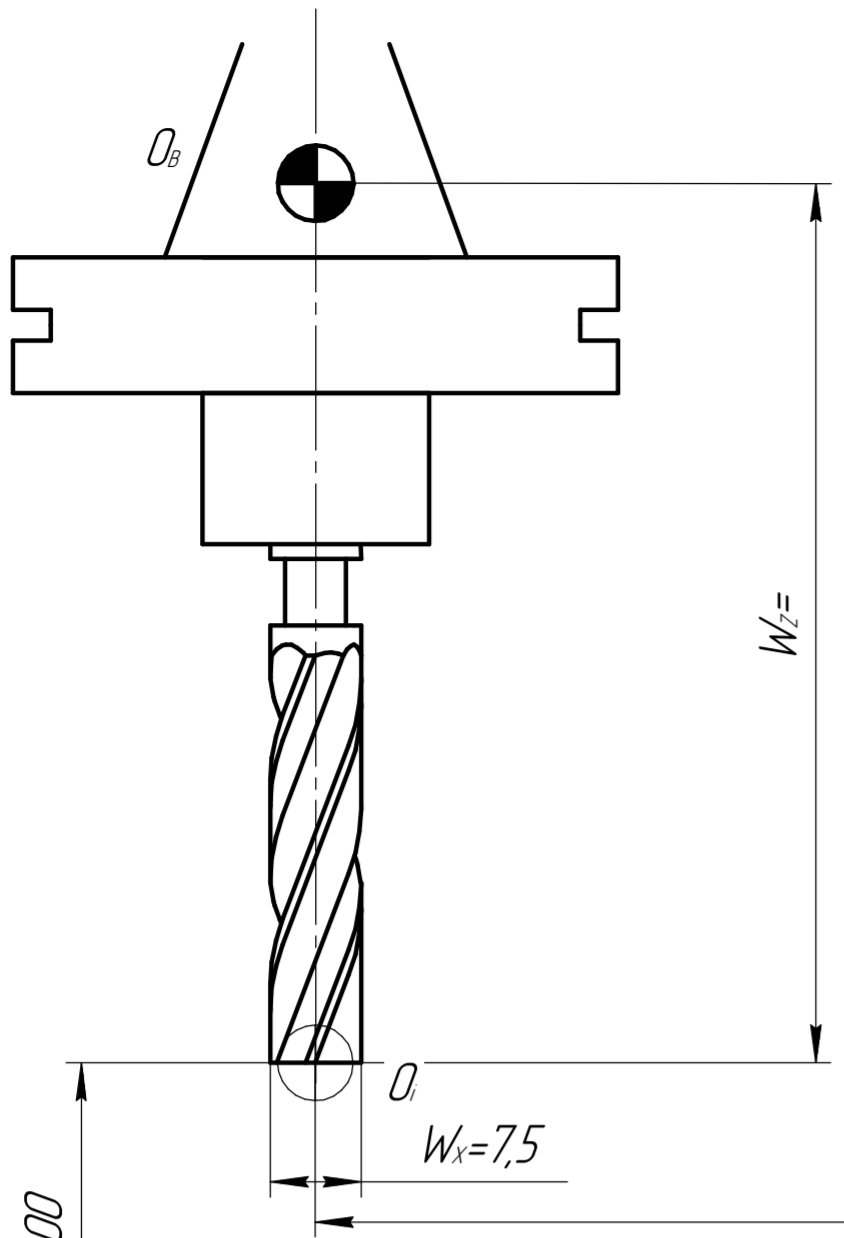
Операція 005 Токарно-гвинтарізна
Перехід 8



T3. Різець 2100-0806 BK4 ДСТУ 18878-93

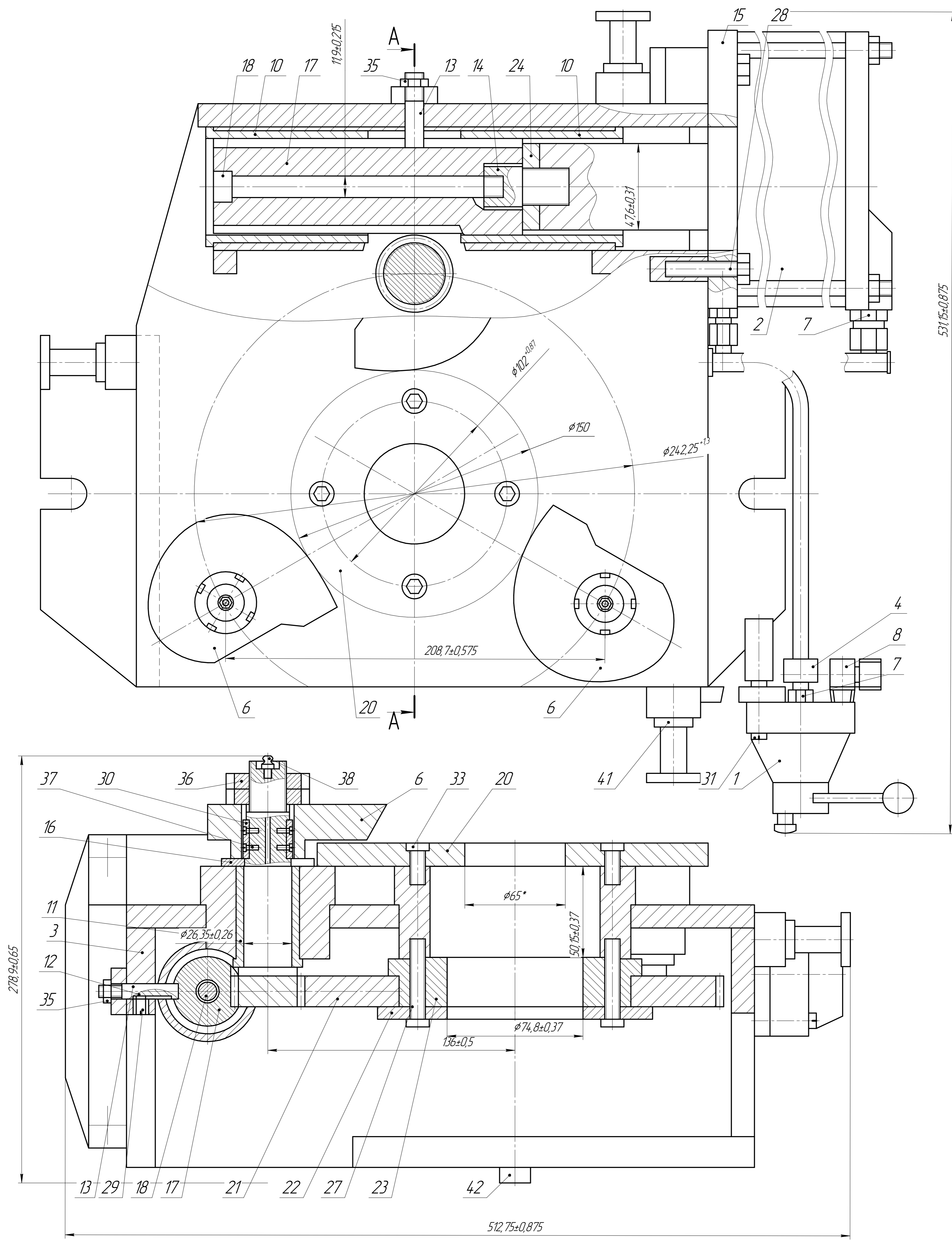
№ точки	0	1	2	3	4
X					
Z					

				26.KBP.400.09.00.000 PTK			
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Госвалюк					1:1
Пров.		Кодельник			Лист	Листов	1
Т.контр.					ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400		
Н.контр.		Волошин			м. Тернопіль		
Чтв.					Формат А2		



Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
--------------	--------------	--------------	---------------	--------------	----------	---------------

Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент	Wx	Wy	Wz	
Фреза кінцева 2223-0755 ДСТУ ISO 240:2015		7,5	7,5		
26.KBP.400.09.00.000 KH					
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта налагодження верстату 6Т13Ф3	
Разраб.	Лосвалюк				
Пров.	Кодельник			Лист	
Т.контр.				Листов	
Н.контр.	Волошин			1	
Чтб.				ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль	
				Формат	A2



Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48

				26.KBP.400.09.00.000 СК		
Изм./Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Пристосування з центруючим механізмом складальне креслення	Лист	Масштаб
Разраб.	Ласовик				48	1:1
Проб.	Кабельник				Лист	Листов
Т.контр.					1	
И.контр.	Волошин			ВСТ "ТФК ТНТУ", МГ-400		
Этаб.				м. Тернопіль		
				Формат А1		

Копіював