

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
«Обойма» 26.КВР.400.04.00.000

Виконав: студент IV курсу, групи МГ-400
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”
Горак Ростислав Сергійович

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

Гораку Ростиславу Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Обойма» 26.КВР.400.04.00.000

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 контрольно-вимірювального 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 A2;
2. Креслення деталі - 1 лист A2;
3. Карта наладки - 1 лист A1;
4. Креслення пристосування - 1 лист A1;
5. РТК - 1 лист A1;

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)

Ростислав ГОРАК

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Оксана КОБЕЛЬНИК

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Горак Р.С. Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Обойма» 26.КВР.400.04.00.000: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026, ___ с.

У роботі проведено аналіз конструктивних особливостей виробу та виконано вибір оптимальної заготовки. На основі вимог до якості поверхонь і точності розмірів розроблено маршрут обробки на верстатах з програмним керуванням. Виконано вибір інструментального оснащення та визначено режими різання для кожної операції.

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

ANNOTATION

Horak R. Development and feasibility study of the technological process of mechanical processing of the part "Clamp" 26.KVR.400.04.00.000: 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 analyzes the design features of the product and selects the optimal workpiece. Based on the requirements for surface quality and dimensional accuracy, a processing route is developed on CNC machines. Tooling is selected and cutting modes are determined for each operation.

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	18
2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів	19
2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП	21
2.2.1 Вибір технологічних переходів	22
2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольного-вимірного інструменту	24
2.2.3 Розрахунок режимів різання	28
2.2.4 Розрахунок технічних норм часу	35
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	39
3.3 Розрахунок зусиль затиску	40
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	41
4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу	41
4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі	45

					26.КВР.400.04.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Горак</i>			Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Обойма» 26.КВР.400.04.00.000 Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кобельник</i>					5	
<i>Реценз.</i>						ВСП ТФК ТНТУ МГ-400 м. Тернопіль		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу	49
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	54
5.1 Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці	54
5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	61
Специфікація на пристосування	
Додатки	

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні механічна обробка деталей посідає важливе місце у формуванні якості готової продукції, оскільки саме на цьому етапі забезпечуються необхідна точність розмірів, відповідність геометричних параметрів, належна шорсткість поверхонь та експлуатаційна надійність виробів. Зростання вимог до конкурентоспроможності машинобудівної продукції, розвиток технологій і необхідність підвищення ефективності виробництва вимагають постійного вдосконалення технологічних процесів. Раціональна організація механічної обробки дозволяє скоротити виробничі витрати, підвищити продуктивність праці та покращити техніко-економічні показники підприємства.

Значну роль у конструкціях машин і механізмів відіграють корпусні деталі, які виконують функції базових та опорних елементів для монтажу окремих вузлів, агрегатів і механізмів. Такі деталі відзначаються складною конфігурацією, наявністю великої кількості взаємопов'язаних поверхонь, а також високими вимогами до точності взаємного розташування отворів, площин і посадкових поверхонь. Від якості їх виготовлення значною мірою залежить працездатність, довговічність і надійність усього виробу. У зв'язку з цим розроблення сучасного та ефективного технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Обойма» є актуальним і важливим завданням для машинобудівного виробництва.

Основною метою кваліфікаційної роботи є створення оптимального технологічного процесу виготовлення деталі «Обойма», який забезпечуватиме виконання конструкторських вимог щодо точності та якості обробки при мінімальних витратах ресурсів. Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено вирішення ряду завдань: дослідження конструкції та службового призначення деталі; аналіз її технологічності; вибір найбільш доцільного способу отримання заготовки; формування маршруту механічної обробки; вибір технологічного обладнання, пристроїв, ріжучого й вимірювального інструменту; визначення раціональних режимів різання та виконання необхідних технологічних і економічних розрахунків.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження розробленого технологічного процесу у виробничу діяльність машинобудівних підприємств. Використання запропонованих рішень сприятиме підвищенню продуктивності праці, зниженню собівартості виготовлення корпусних деталей, покращенню стабільності якості продукції та підвищенню ефективності виробництва загалом. Крім того, результати роботи можуть бути використані як основа для подальшого вдосконалення технологій механічної обробки та впровадження сучасних виробничих підходів у машинобудуванні.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.

Деталь «Обойма» належить до корпусних деталей і виконує важливу роль у забезпеченні правильного взаємного розташування та надійного кріплення елементів механізму. Її основне службове призначення полягає у фіксації і підтримці підшипників або інших деталей, що передають навантаження, а також у забезпеченні точності центрування й стабільності роботи вузла в цілому.

Конструкція деталі забезпечує достатню жорсткість і стійкість при механічній обробці на металорізальному обладнанні. Вона містить елементи, які зручно використовувати для надійного закріплення заготовки у пристроях під час виконання технологічних операцій.

Деталь має переважно циліндричну форму з поверхнями обертання діаметрами $\varnothing 190H8$, $\varnothing 225$ і $\varnothing 173,27H8$, що не створюють технологічних труднощів під час обробки. Такі геометричні параметри дають можливість застосовувати стандартизований та нормалізований різальний і вимірювальний інструмент, що підвищує зручність виготовлення і знижує собівартість виробництва.

З точки зору забезпечення заданої точності та шорсткості поверхонь, деталь не є складною у виготовленні. Вимоги до якості оброблених поверхонь знаходяться в межах Ra 6,3 – Ra 12,5, що досягається стандартними методами токарної, свердлильної та розточувальної обробки.

Загальна конфігурація деталі раціональна з позиції технологічності: передбачена можливість обробки більшості поверхонь із мінімальною кількістю переналагоджень, що сприяє підвищенню продуктивності праці та забезпеченню стабільної якості готового виробу.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь.

Деталь типу «Обойма» (рисунок 1.1) належить до деталей машинобудування, які використовуються для встановлення, фіксації та забезпечення взаємного розташування окремих елементів механізмів. Основними технічними вимогами до даної деталі є забезпечення високої точності розмірів, правильності геометричної форми, співвісності поверхонь, а також необхідної якості обробки робочих поверхонь.

Найбільш відповідальними елементами деталі є посадкові отвори та зовнішні циліндричні поверхні, які забезпечують точне встановлення спряжених деталей. Для таких поверхонь встановлюються підвищені вимоги щодо точності розмірів і шорсткості, оскільки від них залежить надійність роботи вузла, точність складання та довговічність механізму.

Робочі поверхні деталі повинні мати низькі значення шорсткості, які досягаються чистовими методами механічної обробки. Допоміжні поверхні можуть оброблятися з меншою точністю та більшою шорсткістю, що дозволяє зменшити трудомісткість виготовлення без погіршення експлуатаційних характеристик деталі.

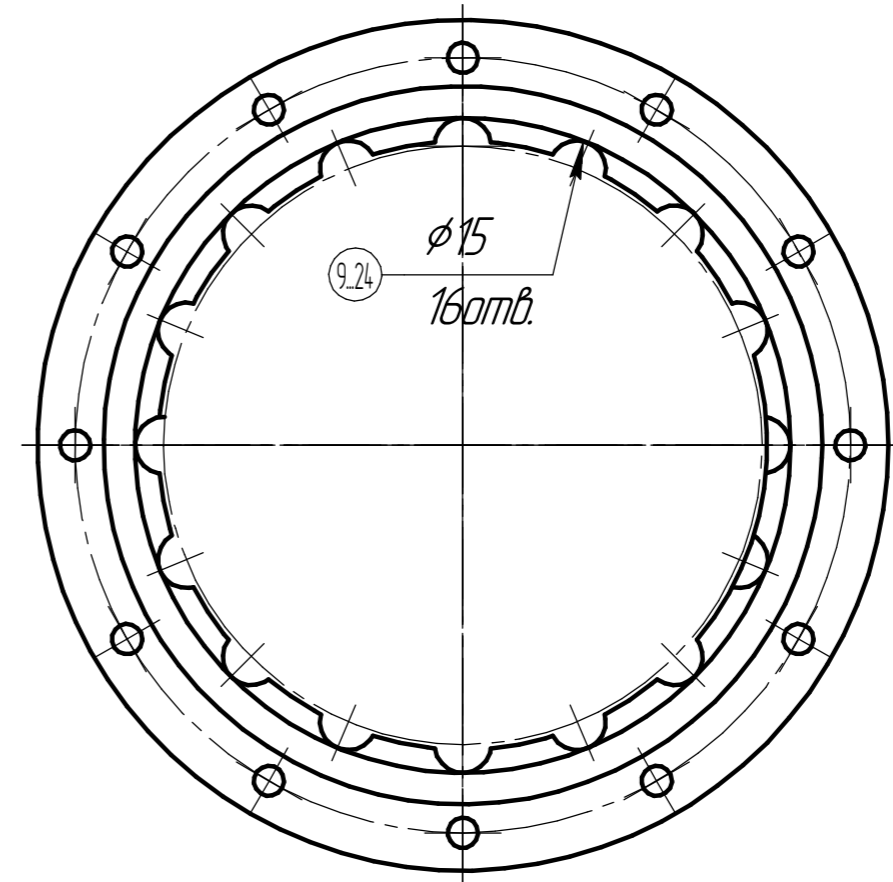
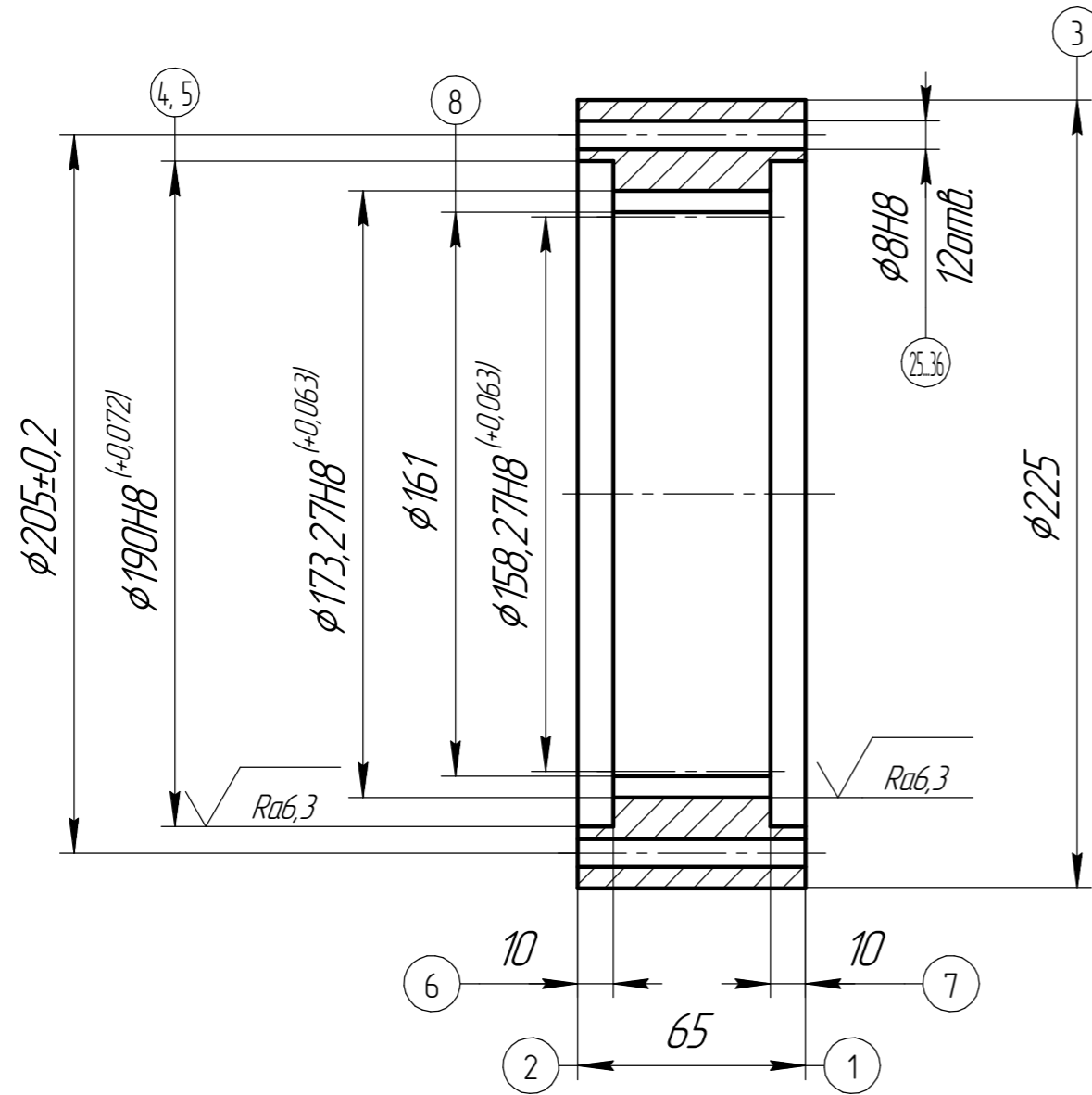
Матеріал обойми повинен забезпечувати достатню міцність, жорсткість і зносостійкість у процесі роботи. При розробленні технологічного процесу необхідно враховувати фізико-механічні властивості матеріалу, його оброблюваність та можливість виникнення деформацій під час механічної обробки.

Конструкція деталі характеризується наявністю концентричних поверхонь та точних посадкових елементів, тому особливе значення має правильний вибір технологічних баз і забезпечення раціональної послідовності виконання операцій. Це дозволяє досягти необхідної точності взаємного розташування поверхонь та забезпечити стабільність розмірів у процесі виготовлення.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 1.1 – Аналіз технічних вимог

Позначення поверхонь	Зміст технічних вимог	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
1; 2	65h14 _(-0,74) Ra 12,5	Чорнова підрізка торців різцем	ШЦ-I-125-0,1-1 ДСТУ 166:2009
3	Ø225h14 _(-1,15) Ra 12,5	Чорнове точіння зовнішньої циліндричної поверхні	ШЦ-3-250-0,1-1 ДСТУ 166:2009 Взірці шорсткості ДСТУ 2413-94.
4, 5	Ø190H8 ^(+0,072) Ra6,3	Напівчистове розточування отвору	Калібр-пробка односторонній двограничний Ø190H8 ДСТУ 1422-83 Взірці шорсткості ДСТУ 2413-94.
6, 7	10(±0,18) Ra12,5	Чорнове підрізання торців	Шаблон для вимірювання 10
8	Ø161H14 ^(+1.0) Ra12,5,	Чорнове розточування отвору	–
9...24	Ø15H14 Ra=12,5	Чорнове свердління отвору	ШЦ-I-125-0,1-1 ДСТУ 166:2009
25...36	Ø8H8 ^(+0,22) Ra=12,5	Розвертання чистове	Взірці шорсткості ДСТУ 2413-94.



1. *Разміри для довідок.
2. Гострі кромки притупити радіусом або фаскою 0,2 max.
3. Не вказані граничні відхилення розмірів H14, h14, ±IT14/2.

Рисунок 1.1 – Ескіз деталі з номерами поверхонь

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

Тип виробництва виходячи з річної програми випуску деталей $N_{\text{річ}} = 1000$ шт/рік, що передбачається завданням і маси деталі $g = 7,54$ кг.

Згідно [1] с.14 табл. 3.2.5.2. тип виробництва буде середньосерійний.

Даному типу виробництва характерно:

- Форма організації виробничого процесу – предметно-потокова;
- Розміщення технологічного обладнання – за ходом виконання технологічного процесу;
- Кваліфікація робітників – різна;
- Повторюваність операцій – періодична, випуск партіями;
- Види технологічних процесів – групові і типові;
- Ступінь деталізації технологічних процесів – маршрутно-операційні. Для верстатів з ЧПК – докладні;
- Технологічне обладнання – універсальне, частково спеціалізоване, верстати з ЧПК;
- Технологічне оснащення – універсально-налагоджувальні, збірно-розбірні;
- Різальний інструмент – універсальний і спеціалізований;
- Вимірювальний інструмент – калібри і універсальний;
- Заготовки – прокат, відливки, кованки;
- Застосування розмітки – обмежене;
- Методи досягнення точності – повної і часткової взаємозамінності;
- Собівартість продукції – середня.

В серійному виробництві характерна групова форма організації техпроцесів, характерною ознакою якої є випуск деталей партіями. Величина оптимальної партії визначається [1] С.16:

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

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

де a – необхідний запас деталей на склад для безперервної роботи складального цеху. Для середніх деталей $a=5$; для дрібних деталей $a=10-12$ днів.

N – річна програма випуску, шт. $N_{річ} = 1000$ шт.

F – число робочих днів у році ; $F = 257$ днів (при двох днях відпочинку)

$$n = \frac{1000 \cdot 10}{257} = 39 \text{ штук.}$$

Отже величина партії деталей становить $n=40$ шт. при роботі в одну зміну.

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Вибір методу отримання заготовки перш за все залежить від конструкції деталі, а також від типу виробництва, матеріалу заготовки.

В даному випадку матеріалом деталі є сірий чавун СЧ20 ДСТУ 2839-94, а він тільки виливається. Дивлячись на складність заготовки і беручи до уваги тип виробництва (середньосерійний) беремо відцентрове лиття.

Варіант : Відцентрове лиття. Точність вилівка 7–0–0–7 ДСТУ 8981:2020.

Ряд припусків – 3 [4]. дод.1.1

Визначаємо допуски розмірів та припуски на обробку різанням деталі «Обойма». Припуски назначаються згідно ДСТУ 8981:2020, для того, щоб отримати габаритні розміри заготовки і визначати її масу, що дасть змогу порахувати собівартість виготовлення. Результати зводимо в таблицю 1.2

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.2 – Загальні припуски для заготовки

№ п/п	Оброблювана поверхня, її розміри і точність	Параметр шорсткості, мкм	Допуск розміру, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки з граничними відхиленнями, мм
1	2	3	4	5	6
Заготовка відливок 7 клас точності розмірів, 3 ряд припусків					
1	Зовнішня циліндрична $\varnothing 225h14$	Ra12,5	1,4	$2,4 \times 2 = 4,8$	$\varnothing 229,8 \pm 0,7$
2	Отвір $\varnothing 143,27H14$	Ra12,5	1,2	$2,4 \times 2 = 4,8$	$\varnothing 138,47 \pm 0,6$
3	Торець 65h14	Ra12,5	1,1	$2,2 \times 2 = 4,4$	$69,4 \pm 0,55$

Виконуємо ескіз заготовки на рисунку 1.2 проставляємо необхідні розміри

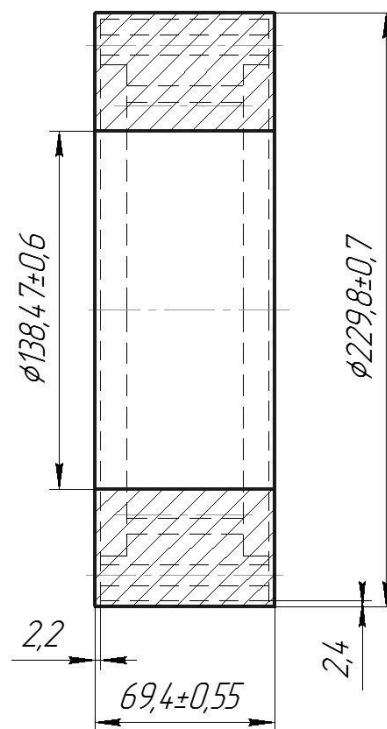


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки виливок отриманий методом відцентрового ЛИТТЯ

Згідно креслення деталі нам відомо, що її маса становить 7,54кг. Визначаємо масу заготовки при відцентровому литті та при литті в піщані форми при машинній формовці.

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

де : $V_{\text{заг}}$ – об'єм заготовки, м^3 .

ρ – густина матеріалу, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Для чавунних відливоків $\rho = 7,0\text{г}/\text{см}^3$ [3] С.46 табл.Е1.

В дужках вказані розміри заготовки, що виготовляється литтям за виплавлюваними моделями.

Визначаємо масу заготовки, що виготовляється відцентровим литтям:

$$V_{\text{заг}} = V_1 - V_2(\text{м}^3)$$

Об'єми циліндричних фігур суцільної і порожнистої форми визначається за формулою:

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

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 22,98^2}{4} \cdot 6,94 = 2876,93\text{см}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 13,85^2}{4} \cdot 6,94 = 1045,03\text{см}^3$$

$$V_{\text{заг}} = 2876,93 - 1045,03 = 1831,9\text{см}^3$$

Визначаєм масу заготовок

$$Q_{\text{заг}} = 1831,9 \cdot 7,0 = 12823,3\text{г} \approx 12,82\text{кг}.$$

Отже, маса заготовки, становить – 12,82кг.

Визначаємо собівартість отримання заготовки.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Собівартість виливку визначається за формулою :

$$C_{\text{заг}} = \left(\frac{C_6 \cdot Q_i \cdot K_{\Pi}}{1000} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх.}}}{1000} \quad (1.4)$$

де : Q – маса заготовки, кг.

q – маса готової деталі, кг.

$S_{\text{відх.}}$ – ціна 1 тонни відходів, грн. $S_{\text{відх.}} = 5000$ грн/т. [4] С.360 дод.19

C_6 – базова ціна однієї тонни заготовок, грн. $C_6 = 80000$ грн/т.

ПМП “Булат”

K_{Π} – загальний коефіцієнт, для поправки собівартості, що враховує точність, конструктивно-технологічну складність, матеріал, масу.

$$K_{\Pi} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot, \quad (1.5)$$

Для відливка 1 варіанту

$$K_1 = 1,32 \cdot [4] \text{ С.151 дод.17.1;}$$

$$K_2 = 0,81 \cdot [4] \text{ С.152 дод.17.2;}$$

$$K_3 = 1,0 \cdot [4] \text{ С.152 дод.17.3;}$$

$$K_4 = 1,13 \cdot [4] \text{ С.154 дод.17.5;}$$

$$K_5 = 1,1 \cdot [4] \text{ С.155 дод.17.7.}$$

$$K_{\Pi} = 1,32 \cdot 0,84 \cdot 1,0 \cdot 1,13 \cdot 1,1 = 1,33$$

Собівартість заготовки буде

$$C_{\text{заг}} = \left(\frac{80000 \cdot 12,82 \cdot 1,33}{1000} \right) - (12,82 - 7,54) \cdot \frac{5000}{1000} = 1310 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{q}{Q} \quad (1.6)$$

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{7,54}{12,82} = 0,59;$$

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1. Вибір технологічних операцій

Враховуючи тип виробництва – середньосерійний, технічні вимоги та керуючись принципами сталості баз, суміщення баз і технологічної сумісності операцій, складаємо маршрут виготовлення деталі “Обойма”

Операція 005 Токарна з ЧПК – чорнове підрізання торця поверхні ①, чорнове розточування отвору ⑤.

Операція 010 Токарна з ЧПК – чорнове підрізання торця поверхні ②, чорнове розточування отвору ④

Операція 015 Свердлильна з ЧПК – центрування, свердління, розвертання чорнове і чистове дванадцяти отворів ②⑤...③⑥, центрування, свердління, зенкерування і розвертання чорнове і чистове шістнадцяти отворів ⑨...⑳④.

Операція 020 Токарна з ЧПК – чорнове розточування отвору ⑧, напівчистове і чистове розточування отвору ⑤.

Операція 025 Токарна з ЧПК – напівчистове і чистове розточування отвору ④

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення

Враховуючи конструкцію деталі, габаритні розміри, технічні вимоги. Вимоги до деталі, маршрут обробки та середньосерійний тип виробництва, в технологічному процесі використаємо наступне обладнання та оснащення з відповідними технічними характеристиками.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Для виготовлення деталі “Обойма”. Для операцій 005, 010, 020 і 025 верстат токарний з ЧПК 16К20Ф3, заготовка встановлюється в трьохкулачковому самоцентрівному патроні, а для операції 015 – свердлильної з ЧПК, з вертикальним шпинделем моделі 2254ВМФ4. Заготовки встановлюються у спеціалізованих збірно-розбірних пристосуваннях з гідрозатиском.

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

Таблиця 2.1 – Вибір обладнання і оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
005, 010, 020, 025	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК 16К20Ф3	Токарний трьохкулачковий самоцентрувальний патрон D=250мм.
015	Вертикально-свердлильна	Свердлильно-фрезерно-розточний 2254ВМФ4	Спеціалізоване збірно-розбірне пристосування з гідрозатиском

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів табличним методом

Проміжні припуски та розміри визначають починаючи від фінішного переходу до чорнового або заготовки в направленні зворотньому ходу механічного процесу.

Припуски визначають дуже важливі в технології параметри проміжні розміри і залежно від яких приймаються різальні та вимірювальні інструменти, проектується оснащення, визначаються режими різання і норми часу.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Проміжні припуски та розміри визначають починаючи від кінцевого переходу до чорнового або заготовки в напрямку зворотнього ходу технологічного процесу обробки з літератури [4] с. 274

Визначені припуски табличним методом на технологічну обробку зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Припуски визначені табличним методом на механічну обробку

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск на діаметр (довжину), мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Торцева поверхня ①; ② 65h14					
Обточування чорнове	14	Ra 12,5	1,3	4,4	65 _{-0,74}
Заготовка	16	Rz 125	1,3	—	69,4 ± 0,55
Зовнішня циліндрична поверхня ③ Ø225h14 _(-1,15)					
Обточування чорнове	14	Ra 125	1,15	4,0	Ø225 _{-1,15}
Заготовка	16	Rz 125	1,4	—	229 ± 0,7
Внутрішня циліндрична поверхня ④, ⑤ Ø190H8 ^(+0,072)					
Розточування чистове	8	Ra 6,3	0,072	—	Ø190 ^{+0,072}
Розточування напівчистове	11	Ra 12,5	0,29	0,7	Ø189,3 ^{+0,29}
Розточування чорнове	14	Ra 25	1,15	1,3	Ø188 ^{+1,15}
Заготовка	16	Ra 125	1,2	25	Ø138,5 ± 0,6

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
Внутрішня циліндрична поверхня ⁽²⁵⁾ ; ⁽³⁶⁾ Ø8H8					
Розвертання чистове	8	Ra 12,5	0,022	—	Ø8 ^{+0,022}
Розвертання чорнове	10	Ra 20	0,058	0,1	Ø7,9 ^{+0,058}
Свердління	12	Ra 20	0,15	0,2	Ø7,7 ^{+0,15}
Центрування	11	Rz 40	0,06	0,8×2=1,6	Ø1,6 ^{+0,06}
Внутрішня циліндрична поверхня ⁽⁹⁾ ; ⁽²⁴⁾ Ø15H14					
Розвертання чистове	8	Ra 12,5	0,027	0,1	Ø15 ^{+0,027}
Розвертання чорнове	10	Ra 20	0,070	0,2	Ø14,9 ^{+0,070}
Зенкерування чорнове	12	Ra 25	0,18	0,5	Ø14,7 ^{+0,18}
Свердління	14	Ra 80	0,43	7,1	Ø14,2 ^{+0,43}
Центрування	11	Rz 80	0,06	0,8×2=1,6	Ø1,6 ^{+0,06}

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

В даному розділі розроблено операційну технологію у програмі ADEM, для всіх операцій (рисунок 2.1).

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

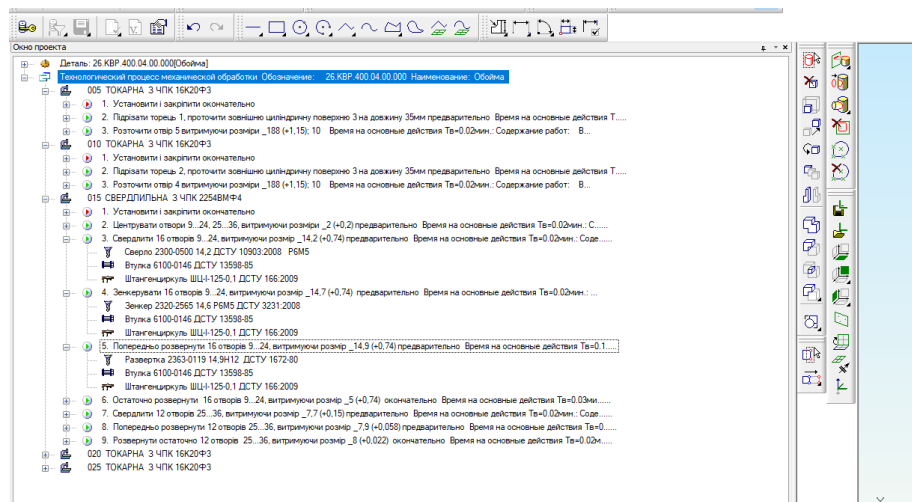


Рисунок 2.1 Загальний вигляд вікна технологічного процесу у САПР ТП

2.2.1 Вибір технологічних переходів

У сучасних системах автоматизованого технологічного проєктування створення технологічних переходів виконується із застосуванням програмних алгоритмів на основі введених параметрів обробки та характеристик деталі. У даній кваліфікаційній роботі детальне опрацювання виконується для окремої технологічної операції, у межах якої формується структура механічної обробки заданих поверхонь деталі.

Під час проєктування визначається раціональна послідовність виконання переходів, підбираються необхідні методи обробки, а також враховуються вимоги щодо точності, шорсткості поверхонь і продуктивності виготовлення.

Отже, застосування сучасного програмного забезпечення для автоматизованого проєктування технологічних переходів сприяє підвищенню продуктивності технологічної підготовки виробництва, покращенню якості проєктних рішень та забезпеченню необхідних техніко-економічних показників процесу механічної обробки (рисунок 2.2).

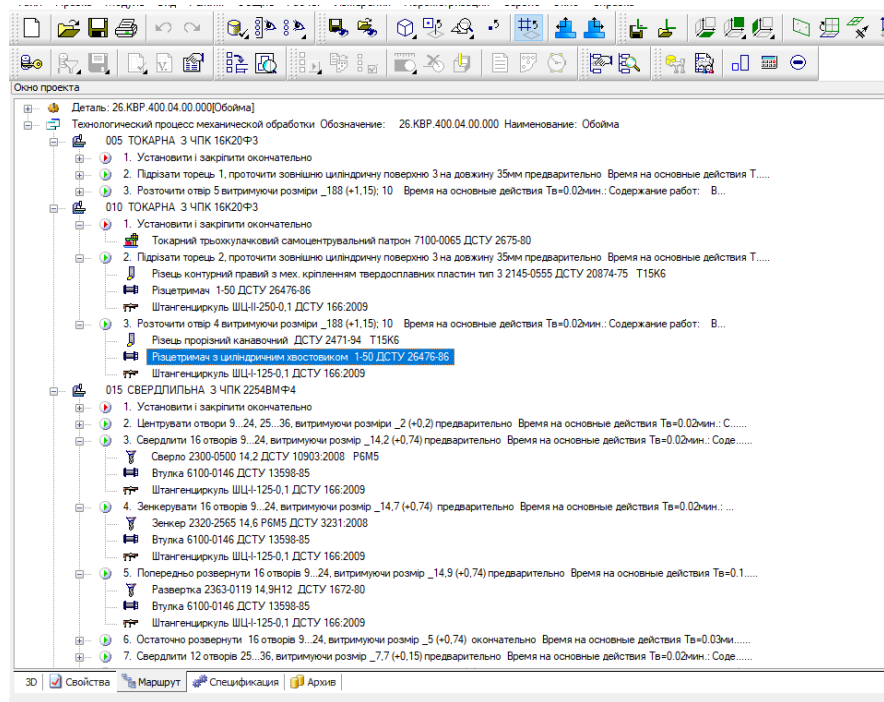


Рисунок 2.2 Вигляд вікна переходів у середовищі САПР ТП

За завданням операційну технологію необхідно розробити на одну операцію, тобто встановити раціональну послідовність основних і допоміжних переходів обробки поверхонь деталі.

Розробимо операційну технологію для операції 005 – токарна з ЧПК. Для виконання операції прийнятий токарний верстат моделі 16К20Ф3. Технологічними базами на даній операції є необроблений торець. Пристосування Трьохкулачковий патрон з гідрозатиском.

Операція складається з переходів

1. Встановити заготовку закріпити.
2. Підрізати торець ①, проточити зовнішню циліндричну поверхню ③ на довжину 35мм. витримуючи розміри $67,2_{-0,74}$; $\varnothing 225_{-1,15}$.
3. Розточити отвір ⑤ попередньо, витримуючи розмір $\varnothing 188^{+1,15}$, 10.
4. Зняти деталь.
5. Перевірити розміри: $67,2_{-0,74}$; $\varnothing 225_{-1,15}$; $\varnothing 188^{+1,15}$; 10.

Контроль 25%.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Проаналізувавши попередні пункти і виходячи із середньосерійного типу виробництва, проводимо вибір необхідних інструментів для виконання технологічного процесу виготовлення деталі “Обойма” та зводимо в таблицю.

Таблиця 2.3 — Вибір різального, допоміжного і вимірювального інструменту

Номер та назва переходу	Інструмент		
	Різальний	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
005 Токарна з ЧПК			
1. Встановити і закріпити			
2. Підрізання торця ^② і точіння поверхні ^③	Різець контурний правий з механічним кріпленням твердосплавних пластин тип Т15К6, 25×25 ДСТУ 2233-93	Різцетримач 1–50 ДСТУ 2226-93	Штангенциркуль ШЦ–ІІ–250–0,1 ДСТУ 166:2009
3. Розточування ^⑤	Різець прорізний канавочний Т15К6	Різцетримач з циліндричним хвостовиком 1-50 ДСТУ 2226-93	Штангенциркуль ШЦ–І–125–0,1 ДСТУ 166:2009
010 Токарна з ЧПК			
1. Встановити і закріпити			
2. Підрізання торця ^② і точіння поверхні ^③	Різець контурний правий з механічним кріпленням твердосплавних пластин тип 3 Т15К6, 25×25 ДСТУ 2233-93	Різцетримач 1–50 ДСТУ 2226-93	Штангенциркуль ШЦ–ІІ–250–0,1 ДСТУ 166:2009

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
3. Розточування (5)	Різець прорізний канавочний T15K6	Різцетримач з циліндричним хвостовиком 1-50 ДСТУ 2226-93	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
015 Свердлильна з ЧПК			
Встановити і закріпити			
Центрувати отвори (9) ... (24), (25) ... (36)	Свердло центрувальне Ø5/5,0; L=40; l=2,5; 60°; P6M5	Патрон цанговий 2-50-65-90; d=50	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 Шаблон
Свердлити 16 отворів (9) ... (24)	Свердло спіральне P6M5 Ø14,2 ДСТУ 10902	Втулка 6100-0146 ДСТУ 24208	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ДСТУ 166:2009
Зенкерувати 16 отворів (9) ... (24)	Зенкер Ø14,7 ДСТУ 12489	Втулка 6100-0146 ДСТУ 24208	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ДСТУ 166:2009
Попередньо розвернути 16 отворів (9) ... (24)	Розвертка Ø14,9H12 P6M5 ДСТУ 1672	Втулка 6100-0146 ДСТУ 24208	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ДСТУ 166:2009
Остаточо розвернути 16 отворів (9) ... (24)	Розвертка Ø15H8 P6M5 ДСТУ 1672	Втулка 6100-0146 ДСТУ 24208	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ДСТУ 166:2009
Свердлити 12 отворів (25) ... (36)	Свердло спіральне P6M5 Ø7,7 ДСТУ 10902	Втулка 6100-0146 ДСТУ 24208	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1 ДСТУ 166:2009
Розвернути попередньо 12 отворів (25) ...	Розвертка Ø7,9H12 P6M5 ДСТУ 1672	—	Калібр-пробка од- ностороння дво- гранна Ø7,9H12 ДСТУ 14815:2009

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Розвернути остаточно 12 отворів (25) ... (36)	Розвертка Ø8H8 P6M5 ДСТУ 1672	—	Калібр-пробка одностороння двохгарнична Ø8H8 ДСТУ 14815:2009
020 Токарна з ЧПК			
Встановити і закріпити			
Чорнове розточування отвору (8)	Токарний розточний різець з $\varphi = 95^\circ$ з пластинами із твердого сплаву T15K6, 25×25, L = 240, l = 100, ДСТУ 2233-93	Різцетримач 1–50 ДСТУ 26613	Шаблон спеціальний на розмір Ø161H14
1. Напівчистове і чистове розточування отвору (5)	Токарний розточний різець з $\varphi = 95^\circ$ з пластинами із твердого сплаву T15K6, 25×25, L = 240, l = 100, ДСТУ 2233-93	Різцетримач 1–50 ДСТУ 26613	Шаблон спеціальний на розмір Ø190H8
025Токарна з ЧПК			
1. Встановити і закріпити			
2. Напівчистове і чистове розточування отвору (5)	Токарний розточний різець з $\varphi = 95^\circ$ з пластинами із твердого сплаву T15K6, 25×25, L = 240, l = 100, ДСТУ 2233-93	Різцетримач 1–50 ДСТУ 26613	Шаблон спеціальний на розмір Ø190H8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ

Арк.

27

2.2.3 Розрахунок режимів різання табличним методом

У програмному середовищі ADEM передбачено автоматизований розрахунок режимів різання, що є важливою складовою технологічного проектування. Розрахунок виконується на основі вихідних даних, які задає користувач: матеріал заготовки, тип і параметри інструменту, вид обробки, глибина різання, подача та умови виконання операції.

Застосування цієї функції дозволяє підвищити точність визначення режимів обробки, скоротити час підготовки технологічного процесу та забезпечити раціональне використання виробничих ресурсів. Приклад розрахунку режимів різання в інтерфейсі програми наведено на рисунку 2.4.

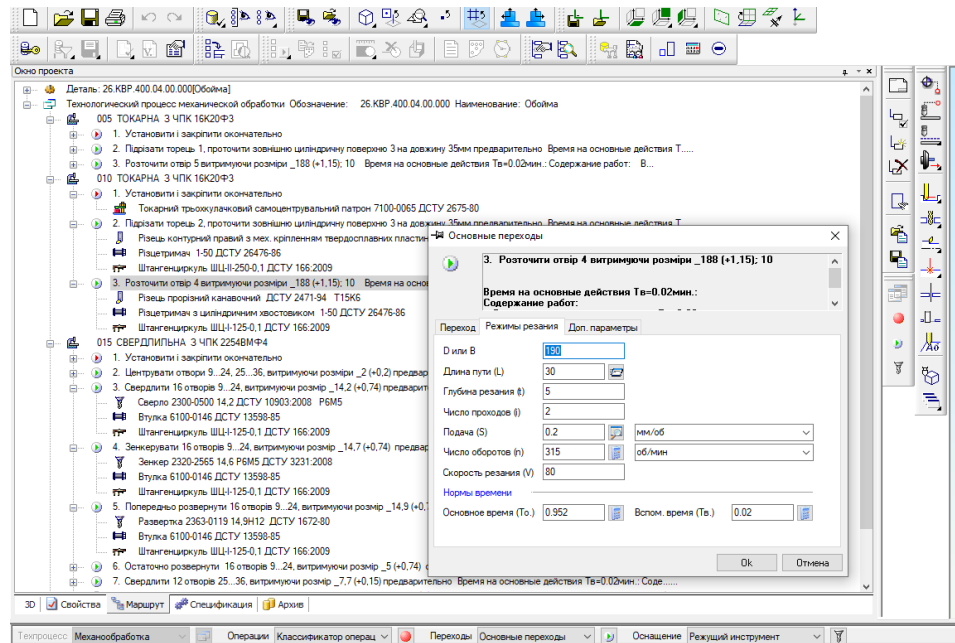


Рисунок 2.4 Вигляд вікна вибору режимів різання у САПР ТП

Для розрахунку режимів різання табличним методом візьмем операцію 005 – токарна з ЧПК, перехід 02 – підрізати торець ①, проточити зовнішню циліндричну поверхню ③ на довжину 35мм. витримуючи розміри $67,2_{-0,74}$; $\varnothing 225_{-1,15}$.

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ				

Для обробки вибрано різець контурний правий з механічним кріпленням твердосплавних пластин тип 3 T15K6, 25×25 ДСТУ 2233-93.

Режими різання

1. Глибина різання.

$$t = \frac{D-d}{2}; \quad (2.1)$$

$$t = \frac{229-225}{2} = 2\text{мм}$$

де d — діаметр заготовки.

2. Визначаємо довжину робочого ходу.

$$L_{p.x.} = l_{piz.} + y + l_{дод.}; \quad (2.2)$$

$$L_{p.x.} = 129 + 3 + 0 = 132\text{мм}$$

де $l_{piz.} = 129\text{мм}$ — довжина точіння.

$$y = l_{вріз.} + l_{нідв.} + l_{пероб.}; \quad (2.3)$$

$$y = 2 + 1 + 0 = 3\text{мм}$$

де $l_{вріз.} = 1\text{мм}$ — довжина врізання інструменту [4] С. 300.

$l_{нідв.} + l_{пероб.} = 2\text{мм}$ — довжина підводу і перебігу інструменту [4] С. 300.

$l_{дод.} = 0\text{мм}$ — додаткова величина ходу.

3. Подача.

$S_o = 0,5\text{мм/об}$ [4] С. 266.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Стійкість інструмента.

$$T_m = 60 \text{ [4] С. 268}$$

5. Визначаємо швидкість різання.

$$V = v_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (2.4)$$

де $v_{\text{табл.}} = 150 \text{ м/хв [4] С. 30,}$

$$K_1 = 1,15, K_2 = 0,8, K_3 = 1 K_4 = 1 K_6 = 1,2 \text{ [4] С. 50–51.}$$

$$V = 150 \cdot 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 165,6 \text{ м/хв}$$

6. Частота обертання шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}; \quad (2.5)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 165,6}{3,14 \cdot 229} = 230,3 \text{ об/хв.}$$

Згідно паспорту верстату вибираємо $n_\phi = 250 \text{ об/хв.}$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000}; \quad (2.6)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 229 \cdot 250}{1000} = 179,77 \text{ м/хв.}$$

7. Швидкість подачі.

$$S_{\text{хв}} = S_o \cdot n_\phi; \quad (2.7)$$

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{XB}} = 0,5 \cdot 250 = 125 \text{ мм/хв.}$$

8. Сила різання.

$$P_z = P_{z\text{табл.}} \cdot k_1 \cdot k_2; \quad (2.8)$$

де $P_{z\text{табл.}} = 5200 \text{ Н}$ [4] С. 35;

$k_1 = 0,6$ – коефіцієнт, залежний від оброблюваного матеріалу. [4] С. 36;

$k_2 = 0,8$ – коефіцієнт, залежний від швидкості різання і переднього кута різця.
[4] С. 36;

$$P_z = 5200 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 2496 \text{ Н.}$$

9. Потужність різання.

$$N_{\text{різ.}} = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{61200}; \quad (2.9)$$

$$N_{\text{різ.}} = \frac{2496 \cdot 179,77}{61200} = 7,33 \text{ кВт}$$

Умова задовільняється

$$N_{\text{різ.}} \leq N_{\text{ун.}}$$

$$N_{\text{ун.}} = 1,2 \cdot N_{\delta} \cdot \eta; \quad (2.10)$$

$$N_{\text{ун.}} = 1,2 \cdot 10 \cdot 0,85 = 10,2 \text{ кВт}$$

де $N_{\delta} = 10 \text{ кВт}$ – потужність верстату

$\eta = 0,85$ – ККД верстату

10. Основний час.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S_{xв}}; \quad (2.11)$$

$$T_o = \frac{132}{125} = 1,06 \text{ хв}$$

Для всіх інших переходів і операцій режими різання визначаються аналогічно за таблицями літератури [4] і результати зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання

Зміст та номер переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	S _о , мм/об	п, об/хв	v, м/хв	S _{хв} , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна з ЧПК										
Перехід 2 Підрізати торець ① проточити зовнішню циліндричну поверхню ③ на довжину 35мм.	2,0	135	1	60	0,5	250	179,77	125	1,06	7,33
Перехід 3 Розточити отвір ⑤ витримуючи розміри Ø188 ^{+1,15} ; 10	5	30	2	60	0,2	315	80	63	0,95	0,4
010 Токарна з ЧПК										
Перехід 2 Підрізати торець ② проточити зовнішню циліндричну поверхню ③ на довжину 35мм.	2,0	135	1	60	0,5	250	179,77	125	1,06	7,33

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 3 Розточування ^④ витримуючи розміри $\varnothing 188^{+1,15}; 10$	5	30	2	60	0,2	315	80	63	0,95	0,4
015 Свердлильна з ЧПК										
Перехід 2 Центрувати отвори ^⑨ ... ^⑳ , ^㉕ ... ^㉟ витримуючи розміри $\varnothing 2^{+0,2}$.	1	5	28	60	0,1	1600	10	160	2,88	0,54
Перехід 3 Свердлити 16 отворів ^⑨ ... ^㉟ , витримуючи розмір $\varnothing 14,2^{+0,74}$	7,1	65	16	60	0,2	800	37,68	160	2,8	0,9
Перехід 4 Зенкерувати 16 отворів ^⑨ ... ^㉟ витримуючи розмір $\varnothing 14,7^{+0,74}$	7,35	65	16	60	0,4	1250	55,74	500	2,2	0,6
Перехід 5 Попередньо розвернути 16 отворів ^⑨ ... ^㉟ витримуючи розмір $\varnothing 14,9^{+0,74}$	0,1	65	16	60	0,6	1600	74,86	960	1,13	0,3
Перехід 6 Остаточо розвернути 16 отворів ^⑨ ... ^㉟ витримуючи розмір $\varnothing 5^{+0,74}$	0,0 5	65	16	60	0,6	1600	74,86	960	1,13	0,1

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 7 Свердли- ти 12 отворів (25) ... (36), витримуючи розмір $\varnothing 7,7^{+0,15}$	3,3 5	45	12	60	0,12	1000	20,7	120	1,2	0,27
Перехід 8 Розвернути попередньо 12 отворів (25) ... (36), витриму- ючи розмір $\varnothing 7,9^{+0,058}$	0,2	45	12	60	0,6	1000	24,81	600	1,1	0,1
Перехід 9 Розвернути остаточ- но 12 отворів (25) ... (36), витримуючи розмір $\varnothing 8^{+0,022}$	0,1	45	12	60	0,7	1000	25,1	700	1,1	0,1
020 Токарна з ЧПК										
Перехід 2 Чорнове розточування отво- ру (8) витримуючи розмір $\varnothing 161^{+1,0}$	13	68	3	60	0,3	125	63,19	37,5	1,04	2,48
Перехід 3 Напівчис- тове і чистове розто- чування отвору (5) витримуючи розмір $\varnothing 190H8^{+0,072}, 10$	14, 5	13	4	60	0,5	125	74,57	62,5	0,83	2,92
025 Токарна з ЧПК										
Перехід 2 Напівчис- тове і чистове розто- чування отвору (4) витримуючи розір $\varnothing 190H8^{+0,072}, 10$	14, 5	13	4	60	0,5	125	74,57	62,5	0,83	2,92

$$T_{шт.} = T_{оп.} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_{тех.обсл.} + \beta_{орг.обсл.} + \gamma_{відп.}}{100}\right); \quad (2.12)$$

де $T_{оп.}$ – оперативний час;

$$T_{оп.} = T_{ц.а.} + T_{доп.а}; \quad (2.13)$$

$T_{ц.а.}$ – час циклу автоматичної роботи верстата по програмі;

$$T_{ц.а.} = T_{осн.а} + T_{доп.а}; \quad (2.14)$$

$T_{осн.а} = T_0$ – основний час автоматичної роботи верстату по програмі;

$T_{доп.а}$ – допоміжний автоматичний час роботи верстату по програмі;

$$T_{доп.а} = T_{доп.а,хх} + T_{доп.а,інстр.}; \quad (2.15)$$

$T_{доп.а,хх}$ – рух на прискореній подачі і складається з поздовжніх рухів по осі Z з швидкістю 4800мм/хв. і поперечних переміщень по осі X з швидкістю 2400мм/хв;

$T_{доп.а,інстр.}$ – допоміжний час на поворот інструментальної головки;

$T_{доп.}$ – час на виконання допоміжних переходів;

$$T_{доп.} = T_{уст} + T_{пер.} + T_{вим.}; \quad (2.16)$$

$T_{уст}$ – час на установку і знаття деталі;

$T_{пер.}$ – час зв'язаний з переходом або операцією;

$T_{вим.}$ – час на вимірювання деталі;

$\alpha_{тех.обсл.} + \beta_{орг.обсл.} + \gamma_{відп.}$ – час на технічне, організаційне обслуговування робочого місця і час на відпочинок, який задається загальний у (%) від оперативного часу.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$T_{осн.а} = 2,01\text{хв};$$

$$T_{доп.а,хх} = \frac{35}{4800} + \frac{25}{2400} = 0,017\text{хв};$$

$$T_{доп.а,інстр.} = 0,03 + 0,03 = 0,06\text{хв} [5];$$

$$T_{доп.а} = 0,017 + 0,06 = 0,077\text{хв};$$

$$T_{ц.а.} = 2,01 + 0,077 = 2,087\text{хв};$$

$$T_{уст} = 0,55\text{хв} [5] \text{ С.52 табл. 4.1.1};$$

$$T_{пер.} = 0,32 + 0,15 + 0,03 + 0,02 = 0,52\text{хв};$$

0,32хв – час на задання взаємного положення деталі і інструменту по координатам X, Z і Y випадку необхідного переналагодження [5] С.79 табл. 4.1.2;

0,15 хв – перевірка приходу інструмента в задану точку [5] С.79 табл. 4.1.2;

0,03 хв – встановити і зняти захисний щиток [5] С.79 табл. 4.1.2;

0,02 хв – включення і виключення верстату кнопкою [5] С.79 табл. 4.1.2;

$$T_{вим.} = 0,16 + 0,1 = 0,26\text{хв};$$

[5] С.80–86 табл.4.1.3;

0,16 хв – вимірювання штангенциркулем розміру 225h14_(-1,15);

0,1 хв – вимірювання штангенциркулем розміру 67,2h14_(-0,74);

Оскільки контроль 30%, то $T_{вим.} = 0,26 \cdot \frac{30}{100} = 0,078\text{хв};$

$$T_{доп.} = 0,55 + 0,26 + 0,078 = 0,89\text{хв};$$

$$T_{оп.} = 2,087 + 0,89 = 2,977\text{хв};$$

$$\alpha_{тех.обсл.} + \beta_{орг.обсл.} + \gamma_{відп.} = 7\% = \frac{2,977 \cdot 7}{100} = 0,21\text{хв} [5] \text{ С.90 табл. 4.1.4};$$

$$T_{итт.} = 2,977 \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 3,19\text{хв};$$

Норма підготовчо-заключного часу на налагодження і настроювання верстату

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$T_{ПЗ} = T_{ПЗ1} + T_{ПЗ2} + T_{Пр.обр.} \quad (2.17)$$

$$T_{ПЗ} = T_{ПЗ1} + T_{ПЗ2} + T_{Пр.обр.}$$

де: $T_{ПЗ1} = 4 + 9 + 2 + 2 = 17$ хв. – норма на організаційну підготовку при налагодженні верстату [5] С.96 карта 21

$T_{ПЗ2} = 2,5 + 0,15 \times 2 + 3 + 0,5 \times 2 + 2 \times 2 = 10,8$ хв. – норма на налагодження верстату, пристосування інструменту і ЧПК [5] С.96 карта 21

$T_{Пр.обр.} = 12,1$ хв. – норма на виготовлення пробної деталі [5] С.104 карта 28

Тоді $T_{ПЗ} = 17 + 10,8 + 12,1 = 39,9$ хв.

Норма часу на виготовлення деталі складе

$$H = T_{шт} + \frac{T_{ПЗ}}{n}$$

$$H = T_{шт} + \frac{T_{ПЗ}}{n}$$

(2.18)

$$T_{Пр.обр.} = 3,19 + \frac{39,9}{40} = 5,94$$
хв.

Решту результати розрахунків зводимо у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Норми часу на операціях, хв.

Номер і назва операції	T_o	$T_{п.а.}$	T_d	$T_{оп}$	$a_{т.о.} + a_{обс.} + a_{відш.}$	$T_{шт}$	$T_{П.З.}$	H
1	2	3	4	5	6	7		
005 Токарна з ЧПК	2,01	2,087	0,89	2,977	0,21	3,19	39,9	4,19
010 Токарна з ЧПК	2,01	–	–	–	–	3,19	–	–
015 Свердлильна з ЧПК	13,54	–	–	–	–	23,29	–	–
020 Токарна з ЧПК	1,87	–	–	–	–	4,0	–	–
025 Токарна з ЧПК	0,83	–	–	–	–	1,78	–	–

3. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Для виконання операції 015 – свердлильної з ЧПК прийнято спеціалізоване пристосування з встановленням на три штирі. Використовується для центрування, свердління, зенкерування і розвертання двох кратного 12 отворів $\varnothing 8H8$ і 16 отворів $\varnothing 15H8$ на торцевій поверхні, заготовка своїм попередньо обробленим торцем встановлюється на три штирі впирається в нерухому призму. Остаточне базування заготовки відбувається під час її затиску.

Затиск заготовки відбувається при переміщенні рухомої губки від гідравлічного циліндра через шток на рухому губку.

Пристосування своєю основою встановлюється на стіл верстату, координується двома шпонками, які входять в паз стола верстату і фіксується двома болтами, що входять в пази основи корпусу.

3.2 Розрахунок похибки базування

Оскільки заготовка в пристосуванні базується торцем на три штирі, а циліндричною поверхнею впирається призму, то для розрахунку вибираємо схему базування із [4] С.17 табл.11.1.

Похибка базування для забезпечення розміру $\varnothing 205 \pm 0,2$ визначається.

$$\varepsilon_{\delta} = 0 \quad (3.1)$$

Висновок: Оскільки похибка базування $\varepsilon_{\delta} = 0$ мм., то точність розміру $\varnothing 205 \pm 0,2$ при базуванні на штирі і призму з боковим затиском забезпечується.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3.3 Розрахунок сили затиску

Затиск заготовки здійснюється гідравлічним циліндром який притискає деталь до призми.

Зусилля затиску гідравлічним циліндром визначається як [4] С.82 табл.3.4:

$$Q = \frac{2KM_p}{D \left(f_1 + f_2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)} \quad (3.2)$$

де K – коефіцієнт запасу, Н;

M_p – крутний момент при різанні.; $M_p = 4,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

D – діаметр заготовки; $D = 205 \text{ мм}$.;

f_1 – коефіцієнт тертя заготовки по призмі; $f_1 = 0,14$;

f_2 – коефіцієнт тертя заготовки по штирях; $f_2 = 0,3$;

α – кут призми; $\alpha = 120^\circ$;

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

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

K_1 – коефіцієнт на затушення інструменту; $K_1 = 1,15$;

K_2 – коефіцієнт на чорнову обробку; $K_2 = 1,2$;

K_3 – коефіцієнт на обробку безударну; $K_3 = 1,0$;

K_4 – коефіцієнт на гідрозатиск; $K_4 = 1,0$;

K_5 – коефіцієнт на розташування перемикача; $K_5 = 1,0$;

K_6 – коефіцієнт на площу контакту; $K_6 = 1,5$;

$$K = 1,5 \cdot 1,15 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 3,1$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3,1 \cdot 4100}{205 \left(0,14 + 0,3 \cdot \sin \frac{120^\circ}{2} \right)} = \frac{25420}{82,2} = 309 \text{ Н}$$

Висновок: Використовуючи гідроциліндр $\varnothing 50$ розраховане зусилля затиску заготовок забезпечується.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

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
Токарний з ЧПК 16К20Ф3	верстат	2	2,5×1,4	3,5	15,75
			2,5×1,4	3,5	15,75
Фрезерно-свердлильно-розточний верстат 2254ВМФ4	верстат	1	3,6×2,3	8,28	33,12
Всього:					$S_{кор}$ 64

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

$$S_{зб}=64 \cdot 0,5=32 \text{ м}^2$$

в) визначення виробничої площі

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

$$S_{вир}=64+32=96 \text{ м}^2$$

г) визначення додаткової площі

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

$$S_{дод}=96 \cdot 0,4 =38 \text{ м}^2$$

д) визначення загальної площі

$$S_{б\gamma\delta}=S_{вир}+S_{дод} \quad (4.5)$$

$$S_{б\gamma\delta}=96+38=134 \text{ м}^2$$

е) визначення вартості будівлі

$$B_{б\gamma\delta} = C_{б\gamma\delta} S_{б\gamma\delta} \quad (4.6)$$

де $C_{б\gamma\delta}$ – вартість 1 м^2 будівлі, грн./ м^2 ;

$$B_{б\gamma\delta} = 1400 \times 134 = 187600 \text{ грн.}$$

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

де $C_{обл}$ - 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 обладнання та устаткування	Кількі сть один, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Повна вартість із врахуванням доставки та монтажу, грн.
Токарний з ЧПК 16K20Ф3	2	750000	1500000	2025000
Фрезерно-свердлильно- розточний верстат 2254ВМФ4	1	1000000	1000000	1350000
Всього:	3		25000000	3375000

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:

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

$$V_{інстр} = 3375000 \times 0,02 \times 1,1 = 74250 \text{ грн.}$$

Визначення вартості виробничого та господарського інвентарю

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 3375000 \times 0,03 \times 1,1 = 111375 \text{ грн.}$$

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

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

$$\Pi = 187600 + 3375000 + 74250 + 111375 = 3748225 \text{ грн.}$$

Визначення величини амортизаційних відрахувань

Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою [9]:

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

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.

$$A_{\text{інстр}1} = \frac{74250 \times 25}{100} = 18563 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{інв}2} = \frac{111375 \times 25}{100} = 27844 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{обл}3} = \frac{3375000 \times 20}{100} = 675000 \text{ грн.}$$

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	3375000	675000
Інструменти та прилади	74250	18563
Виробничий та господарський інвентар	111375	27844
Всього:	3560625	721407

4.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

$$V_M = 1310 \times 1,04 = 1365 \text{ грн}$$

де V_3 – вартість заготовки, (вирахована у формулі 1.4);

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

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

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

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

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

C_r – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (додаток 3), грн./год.

На операцію 005, 010, 020, 025:

$$P_{від1} = \frac{12,16 \cdot 220}{60} = 45 \text{ грн}$$

На операцію 015:

$$P_{від2} = \frac{23,29 \cdot 220}{60} = 85 \text{ грн}$$

Дані розрахунків слід звести в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок основної заробітної плати

Назва операції	$T_{шт.}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Відрядна розцінка, грн.
Токарна з ЧПК	12,16	5	220	45
Свердлильна з ЧПК	23,29	5	220	85
Всього:	35,45			130

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

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

де Р_{від.} – відрядна розцінка по і-тій операції, грн.;

n – кількість операцій.

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 130 \times 0,11 = 14 \text{ грн.}$$

5) Сума відрахувань на соціальні заходи (Св.с.з.):

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

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (130 + 14) = 32 \text{ грн.}$$

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

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

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

$$B_{\text{уео}} = \frac{225}{100} \times (130 + 14) = 324 \text{ грн.}$$

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%).

$$B_{\text{зв}} = \frac{320}{100} \times (130 + 14) = 461 \text{ грн.}$$

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

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

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

$$S_{\text{вир}} = 1365 + 130 + 14 + 32 + 324 + 461 = 2326 \text{ грн.}$$

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%).

$$S_{\text{пов}} = 2326 + \frac{12}{100} \times (130 + 14) = 2343 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Калькуляція собівартості виробу

Найменування статей витрат	На одиницю продукції
1. Витрати матеріалів	1365
2. Основна заробітна плата виробничих робітників	130
3. Додаткова заробітна плата виробничих робітників	14
4. Відрахування на соціальні заходи	32
5. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	324
6. Загальновиробничі витрати	461
<i>Разом виробнича собівартість (сума 1-6)</i>	2326
7. Позавиробничі витрати	0,15
<i>Повна собівартість, (сума 1-7) у тому числі витрати:</i>	2326,15
– змінні (сума 1-4), $B_{\text{зм.од}}$	1541
– умовно-постійні (сума 5-7), $B_{\text{уп.од}}$	785

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%);

$$Ц_{од.пр.} = 2343 \times 1,2 = 2812 \text{ грн.}$$

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]:

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

де $П_r$ - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

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

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

N_p - річна виробнича програма, од.

$$П_r = (2812 - 2343) \times 1000 = 469000 \text{ грн}$$

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

$$ЧП = П_r - П_r \frac{П_n}{100} \quad (4.20)$$

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

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

$$ЧП = 469000 - 469000 \times \frac{18}{100} = 384580 \text{ грн.}$$

Собівартість всього виробництва розраховується за формулою [9]:

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$S_{\text{повг}} = 2343 \times 1000 = 2343000 \text{ грн.}$$

2) Рентабельність продукції визначається за формулою [9]:

$$P_n = \frac{Ч_n}{S_{\text{повг}}} \cdot 100\% \quad (4.22)$$

де P_n - рентабельність продукції, %;

$S_{\text{повг}}$ - собівартість всього виробництва, грн.

$$P_n = \frac{384580}{2343000} \times 100\% = 16\%$$

3) Беззбитковий обсяг виробництва визначається за формулою [9]:

$$Q_{\text{кр}} = \frac{B_{\text{уп}}}{\text{Цод.пр.} - \text{Взм.од.}} \quad (4.23)$$

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

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

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

$$Q_{\text{кр}} = \frac{785000}{2812 - 1541} = 618 \text{ од.}$$

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

$$Q_{\text{кр.в}} = \text{Цод.пр} \cdot Q_{\text{кр}}, \quad (4.24)$$

$$Q_{\text{кр.в}} = 2812 \times 618 = 1736758 \text{ грн.}$$

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

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) 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.

$$ГП = 384580 + 721407 = 1195987 \text{ грн.}$$

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

$$ЧТВ = ТВ - П \quad (4.26)$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків, грн.

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

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

де $ГП_i$ - 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, $t = 1, 2, \dots, n$.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

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.

$$TB = \frac{1195987}{(1+0,1)^1} + \frac{1195987}{(1+0,1)^2} + \frac{1195987}{(1+0,1)^3} + \frac{1195987}{(1+0,1)^4} = 3794090 \text{ грн}$$

$$ЧТВ = 3794090 - 3748225 = 45865 \text{ грн.}$$

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

$$III = \frac{TB}{PI} \quad (4.28)$$

де III - індекс прибутковості інвестицій.

$$III = \frac{3794090}{3748225} = 1,01$$

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

$$T_{окдиск} = \frac{PI}{ГП_{диск}} \quad (4.29)$$

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

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

де t - кількість років інвестування.

$$ГП_{диск} = \frac{3794090}{4} = 948523 \text{ грн.}$$

$$T_{окдиск} = \frac{3748225}{948523} = 3,9 \text{ років}$$

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.	2343
Ціна одиниці виробу	грн./од.	2812
Величина початкових інвестицій	грн.	3748225
Чистий прибуток	грн.	384580
Рентабельність виробу	%	16
Безбитковий обсяг виробництва виробу	од.	618
	грн.	1736758
Чиста теперішня вартість проекту	грн.	45865
Індекс прибутковості	-	1,01
Дисконтований термін окупності інвестицій	років	3,9

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Характеристика виробничої ділянки з точки зору охорони праці

Підприємство, до складу якого входить ділянка, розташоване на території, визначеній генеральним планом міста. Проектна площа ділянки становить 64 м². Ділянка з виготовлення деталі «Обойма» 26.КВР.400.04.00.00.000 спроектована відповідно до вимог чинних нормативних документів щодо виробничих будівель та споруд, зокрема ДБН В.2.2-28:2018 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та виробничого призначення».

З метою запобігання виробничому травматизму у виробничому приміщенні застосовано сигнальне пофарбування будівельних конструкцій та знаки безпеки відповідно до ДСТУ ISO 3864-1:2019 та ДСТУ EN ISO 7010:2019. Важливе значення для створення безпечних умов праці має раціональне розташування основного та допоміжного обладнання, а також правильна організація робочих місць. Для обладнання з електроприводом передбачено вільні проходи: 1 м зі сторони робочої зони та 0,6 м зі сторони неробочої зони.

Технологічне обладнання розміщене з урахуванням вимог безпеки праці, габаритів устаткування та забезпечення потоковості виробничого процесу. На ділянці передбачені місця міжопераційного накопичення заготовок. Встановлене наступне обладнання:

Токарний верстат з ЧПК моделі 16K20Ф3 – 2 шт.;

Фрезерно-свердлильно-розточний верстат з ЧПК моделі 2254ВМФ4 – 1 шт.

На підприємстві відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» та НПАОП розроблені й діють такі нормативні документи:

- Положення про систему управління охороною праці (СУОП);
- Положення про службу охорони праці;
- Положення про навчання та перевірку знань з питань охорони праці;
- Положення про проведення інструктажів з охорони праці;

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

– Положення про розслідування нещасних випадків та професійних захворювань.

Навчання працівників з питань охорони праці проводиться відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05. Працівники проходять навчання і перевірку знань один раз на три роки. На дільниці проводяться вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі.

На підприємстві функціонує система управління охороною праці та здійснюється оперативний і адміністративно-громадський контроль за станом охорони праці. Умови праці на дільниці відповідають допустимим нормам. Робочі місця атестовані відповідно до вимог чинного законодавства. Конструкція робочих місць, органів керування та їх розташування відповідають ергономічним вимогам і антропометричним особливостям працівників.

При проектуванні дільниці забезпечено потоковість виробничого процесу від надходження заготовок до відправлення готової продукції. Транспортні шляхи виконані найкоротшими. Ширина проходів становить 1,5 м, проїздів — 2,5 м. Планування обладнання погоджене з підйомно-транспортними засобами.

Для забезпечення нормативних умов праці на дільниці підтримуються такі параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6.042-99:

- температура повітря: 22...24 °С;
- відносна вологість: 50...60 %;
- швидкість руху повітря:
 - у теплий період року — до 0,3 м/с;
 - у холодний період року — 0,1...0,2 м/с;
- інтенсивність теплового опромінення — не більше 70 Вт/м².

Необхідні параметри мікроклімату підтримуються системами водяного опалення та припливно-витяжної вентиляції.

Освітлення дільниці відповідає вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Передбачене природне бокове двостороннє освітлення та комбіноване штучне освітлення (загальне і місцеве).

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Освітленість робочих місць становить 300 лк. Для аварійного освітлення передбачено освітленість 2 лк у приміщенні та 1 лк на території підприємства. Місцеве освітлення верстатів виконано світильниками напругою 42 В, переносне освітлення для ремонтних робіт — 12 В.

Рівень шуму на дільниці не перевищує допустимих значень відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 і становить не більше 85 дБА. Вібрація, що виникає під час роботи обладнання, не перевищує допустимих норм згідно з ДСТУ ISO 2631-1:2004. Для зменшення вібрацій застосовано динамічне балансування обертових частин, центрування муфтових з'єднань, усунення перекосів та надійне закріплення елементів обладнання.

Усе електрообладнання дільниці заземлене відповідно до вимог ПУЕ та ДСТУ EN 61140:2015. Опір заземлювального пристрою не перевищує 4 Ом. Металорізальні верстати обладнані захисними кожухами, екранами та іншими засобами колективного захисту відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 12100:2016.

Пожежна безпека дільниці забезпечується відповідно до Кодексу цивільного захисту України, ДБН В.1.1-7:2016 та НАПБ А.01.001-2014. Дільниця належить до категорії «Д» за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Евакуаційні виходи розташовані з двох сторін приміщення. Ширина шляхів евакуації становить 1 м, дверей — 0,8 м, двері відкриваються у напрямку виходу з приміщення.

На дільниці встановлено пожежний щит із комплектом первинних засобів пожежогасіння:

- вогнегасники ВВК-5 — 2 шт.;
- вогнегасник ВП-10 — 1 шт.;
- лопати — 2 шт.;
- гаки — 2 шт.;
- лопати — 2 шт.;
- сокири — 2 шт.;
- ящик із піском місткістю 0,1 м³.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Вимоги безпеки до обладнання, інструменту та пристроїв відповідають вимогам ДСТУ EN ISO 12100:2016, ДСТУ EN 60204-1:2015 та іншим чинним нормативним документам. Небезпечні зони обладнання огорожені, засоби колективного захисту працюють безперервно, а контрольно-вимірвальні прилади проходять періодичну перевірку. Несправне обладнання відключається та позначається попереджувальними знаками.

Для покращення умов праці на дільниці запропоновані такі заходи:

Заміна застарілого обладнання на сучасне високопродуктивне та безпечніше.

Удосконалення технологічного процесу механічної обробки.

Проведення атестації нових робочих місць відповідно до чинних нормативних вимог.

5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці

Для покращення умов праці на дільниці запропоновані такі заходи:

- Заміна застарілого обладнання на сучасне високопродуктивне та безпечніше.

- Удосконалення технологічного процесу механічної обробки.

- Проведення атестації нових робочих місць відповідно до чинних нормативних вимог.

З метою підвищення ефективності системи охорони праці та створення безпечних і комфортних умов праці на спроектованій виробничій дільниці з виготовлення деталі типу «Обойма» доцільним є впровадження комплексу сучасних організаційно-технічних заходів. Одним із основних напрямів удосконалення є модернізація технологічного процесу шляхом підвищення рівня механізації та автоматизації виробництва.

Використання сучасного верстатного обладнання з ЧПК та напівавтоматичним циклом роботи замість універсальних верстатів дозволяє

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

суттєво знизити трудомісткість виконання технологічних операцій, підвищити продуктивність праці, забезпечити стабільність точності обробки та покращити якість готової продукції.

Автоматизація виробничих процесів сприяє скороченню обсягу ручної праці, особливо під час виконання допоміжних операцій, частка яких може бути зменшена до 70–80 %. Це забезпечує зниження фізичного навантаження на працівників, зменшення втомлюваності персоналу та покращення ергономічних характеристик робочих місць.

Важливою перевагою впровадження автоматизованого обладнання є підвищення рівня виробничої безпеки. Оператор значно менше перебуває у зоні дії небезпечних виробничих факторів, що дозволяє знизити ризик виробничого травматизму та професійних захворювань. Крім того, сучасне обладнання оснащується захисними огороженнями, блокувальними пристроями, системами аварійного вимкнення та сигналізації, що відповідають вимогам ДСТУ EN ISO 12100:2016 та ДСТУ EN 60204-1:2015.

Для покращення умов праці також доцільно впровадити сучасні енергоощадні системи вентиляції та освітлення, застосувати малопотужне обладнання, а також використовувати засоби віброгасіння та шумоізоляції. Це сприятиме зниженню рівнів шуму та вібрації до нормативних значень відповідно до вимог ДСН 3.3.6.037-99 та чинних державних стандартів.

Отже, технічне переоснащення виробничої ділянки із застосуванням сучасних автоматизованих засобів виробництва є важливим напрямом підвищення продуктивності, якості продукції та безпеки праці, що повністю відповідає сучасним вимогам охорони праці та промислової безпеки.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи було розроблено технологічний процес механічної обробки деталі типу «Обойма» для умов середньосерійного виробництва з урахуванням сучасних вимог до точності, якості продукції, технологічності та економічної ефективності виробництва.

У роботі розроблено повний маршрут технологічного процесу виготовлення деталі із визначенням послідовності всіх необхідних операцій механічної обробки. Для кожної операції обґрунтовано вибір методів обробки, технологічного обладнання, різального інструменту, засобів контролю та технологічного оснащення. Виконано розрахунки припусків, режимів різання, міжопераційних розмірів і норм часу, що дало можливість забезпечити оптимальні параметри процесу та досягнення необхідної точності при мінімальних виробничих витратах.

Значну увагу приділено розробці технологічного пристосування для виконання окремих операцій механічної обробки. Проведено обґрунтування конструкції пристосування, розроблено схему базування заготовки, визначено сили затиску та проаналізовано похибки базування. Отримані результати підтвердили достатню жорсткість, точність і надійність запропонованої конструкції, що забезпечує стабільне положення деталі під час обробки та відповідність установленим технічним вимогам.

Економічна частина роботи містить розрахунок витрат на впровадження технологічного процесу, визначення собівартості виготовлення деталі та оцінку економічної ефективності запропонованих рішень. Результати розрахунків показали, що впровадження розробленого технологічного процесу сприяє зниженню матеріальних і трудових витрат, підвищенню продуктивності праці та покращенню економічних показників виробництва.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності проведено аналіз умов праці на спроектованій виробничій дільниці, визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для процесів механічної обробки. На основі проведеного аналізу запропоновано комплекс технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на покращення умов праці, забезпечення нормативних параметрів мікроклімату, освітлення, зниження рівнів шуму та вібрації, а також підвищення рівня пожежної й електричної безпеки.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи були поглиблені теоретичні знання та набуті практичні навички у сфері технології машинобудування, зокрема щодо проектування технологічних процесів, вибору обладнання, оснащення, різального інструменту, засобів контролю та оцінювання техніко-економічної ефективності виробництва.

Отже, розроблений технологічний процес виготовлення деталі «Обойма» є технічно обґрунтованим, економічно доцільним, відповідає сучасним вимогам машинобудівного виробництва та може бути рекомендований до практичного впровадження на підприємствах відповідного профілю.

					26.КВР.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60

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.400.04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кільк.	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			26.КВР.400.04.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
БК	1		26.КВР.400.04.00.001	Стіл	1	
БК	2		26.КВР.400.04.00.002	Підставка	1	
БК	3		26.КВР.400.04.00.003	Призма нерухома	1	
БК	4		26.КВР.400.04.00.004	Рухома гудка	1	
БК	5		26.КВР.400.04.00.005	Шток	1	
БК	6		26.КВР.400.04.00.006	Напрямна	1	
БК	7		26.КВР.400.04.00.007	Кришка передня	1	
БК	8		26.КВР.400.04.00.008	Корпус циліндра	1	
БК	9		26.КВР.400.04.00.009	Кришка задня	1	
БК	10		26.КВР.400.04.00.010	Патрубок	1	
БК	11		26.КВР.400.04.00.011	Кільце	1	
БК	12		26.КВР.400.04.00.012	Манжета	2	
БК	13		26.КВР.400.04.00.013	Шпонка	2	
БК	14		26.КВР.400.04.00.014	Штир	3	
БК	15		26.КВР.400.04.00.015	Прокладка	2	
БК	16		26.КВР.400.04.00.016	Поршень	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		17		Гайка М18	1	
		18		Гвинт М6×18	4	

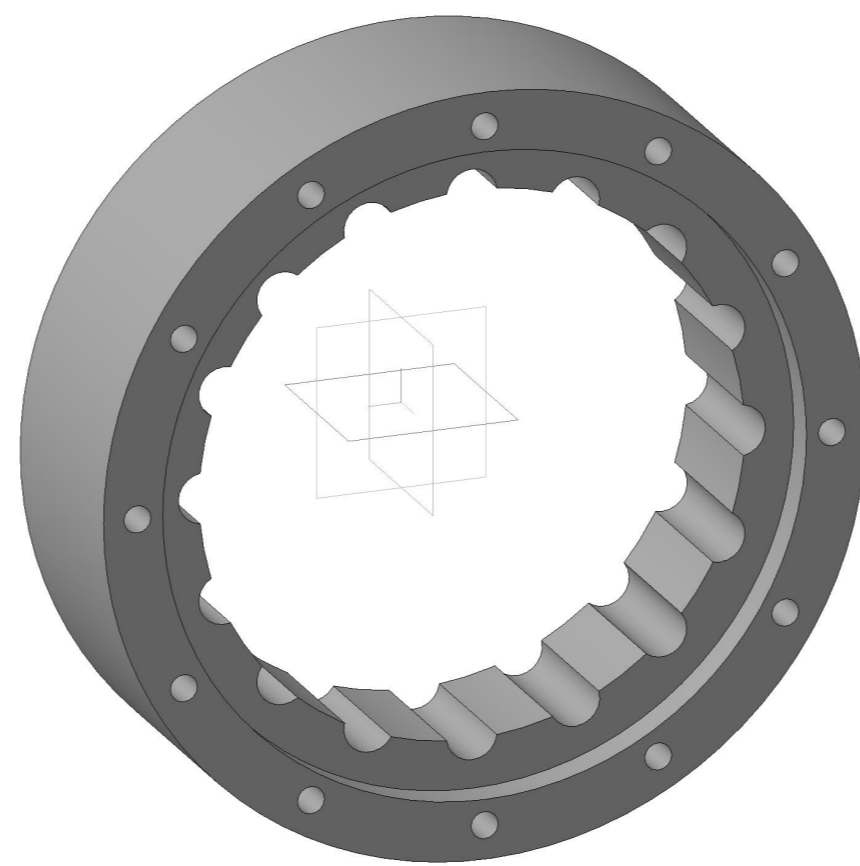
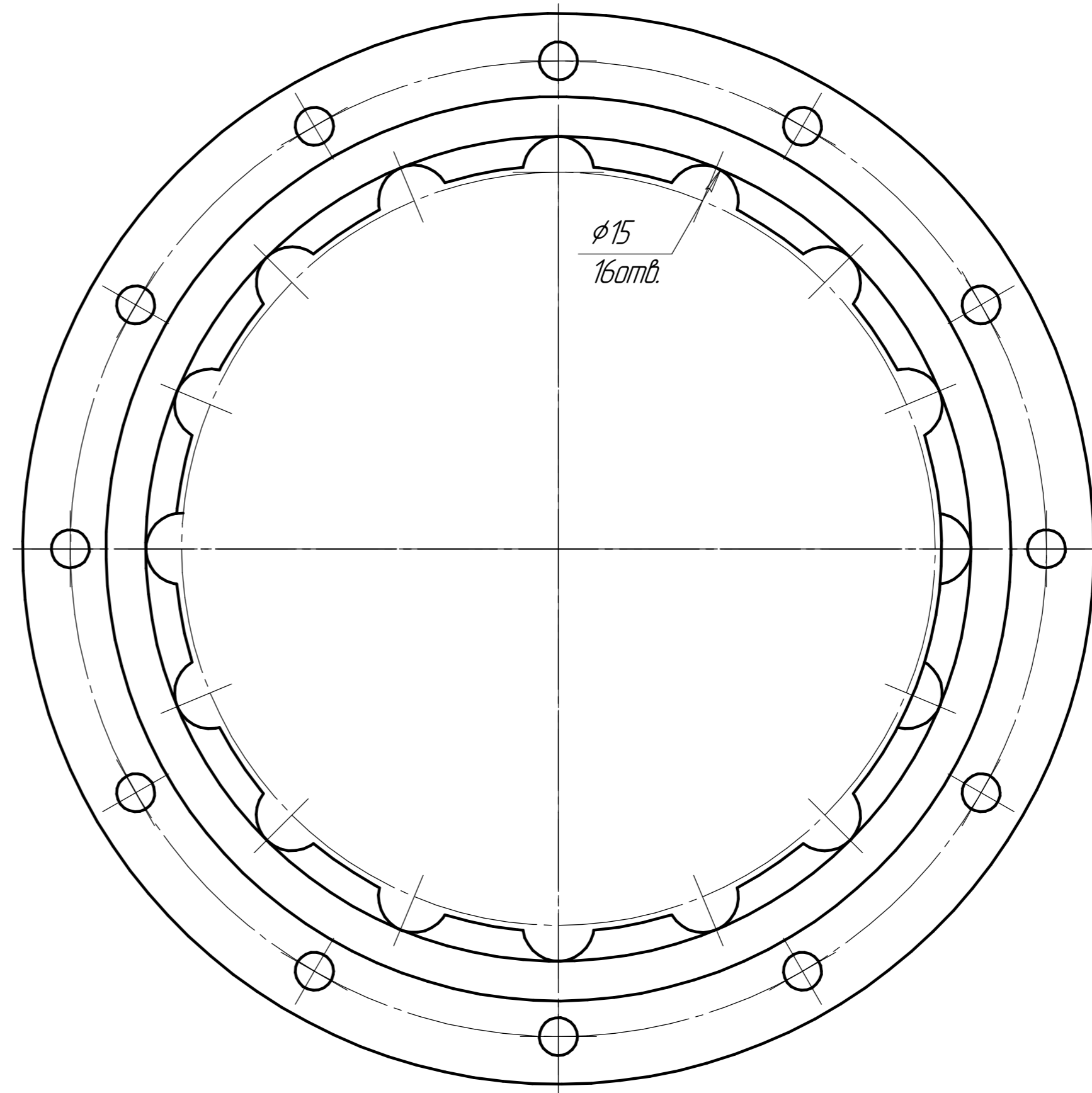
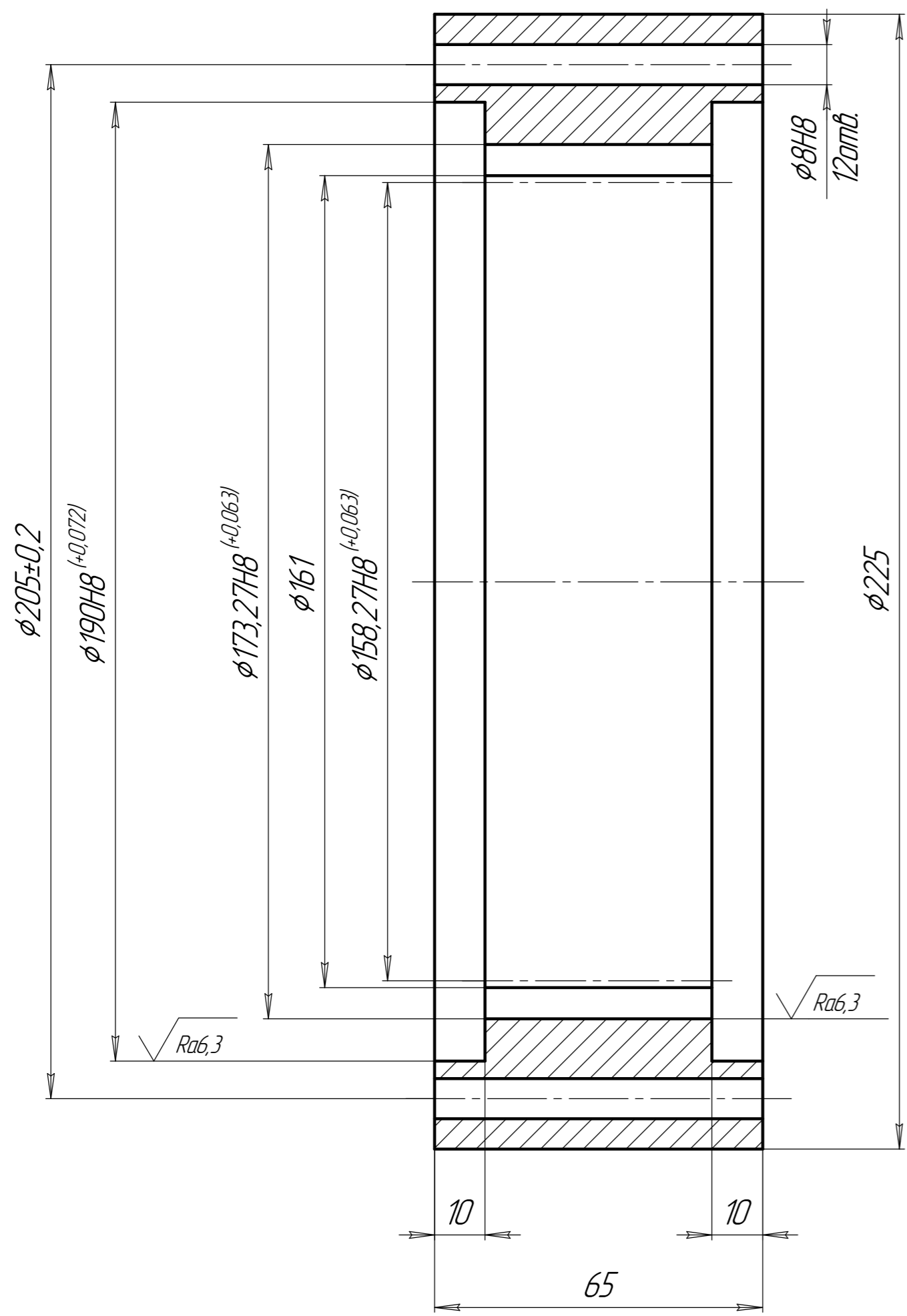
26.КВР.400.04.00.000

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Розроб.	Горак
Перевір.	Кодельник
Реценз.	
Н. Контр.	Волошин
Затвер.	

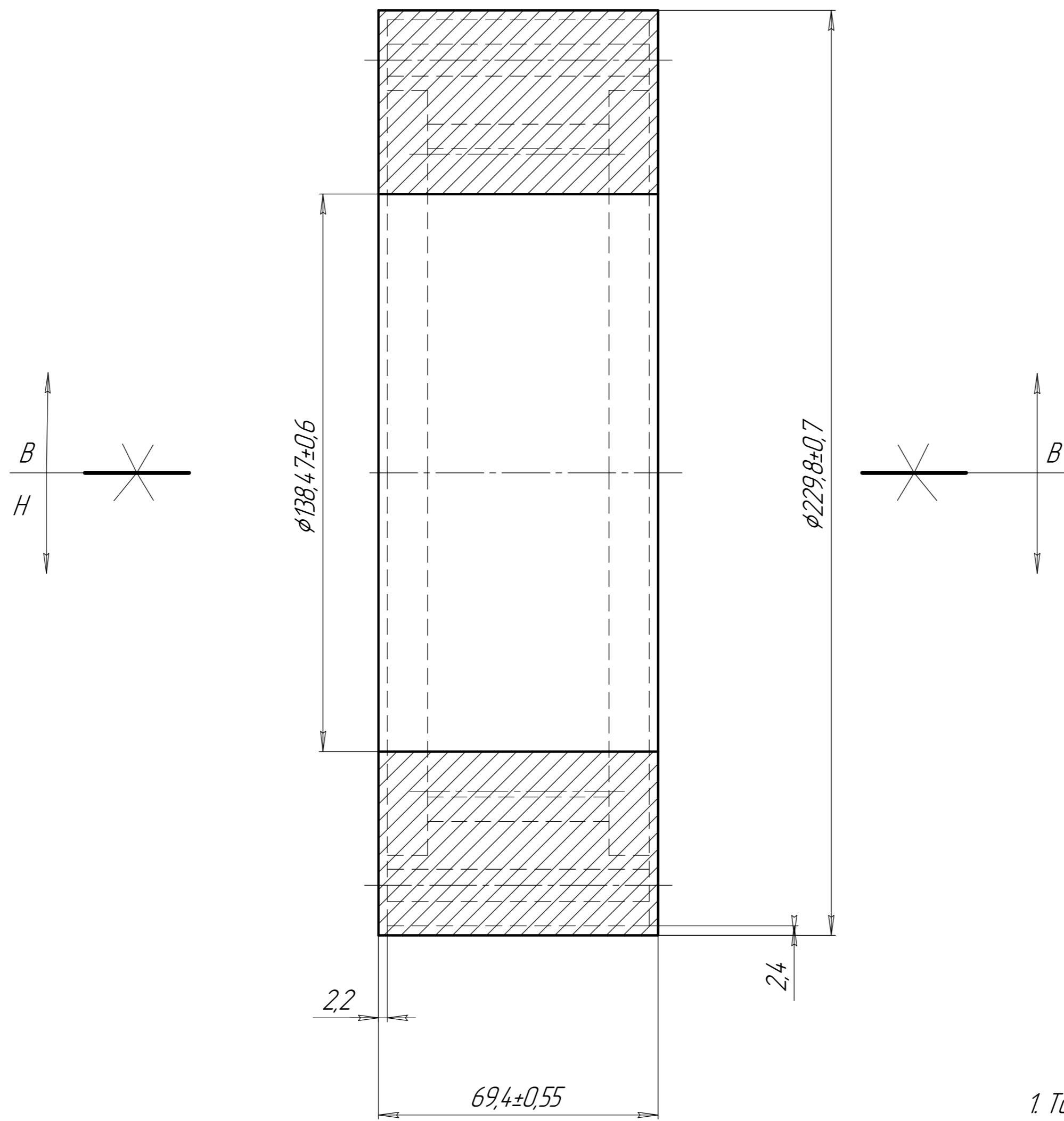
Пристосування затискне для свердлильного верстату з ЧПК 2254ВМФ4

Літ.	Аркцш	Аркцшів
Н	1	2
ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		



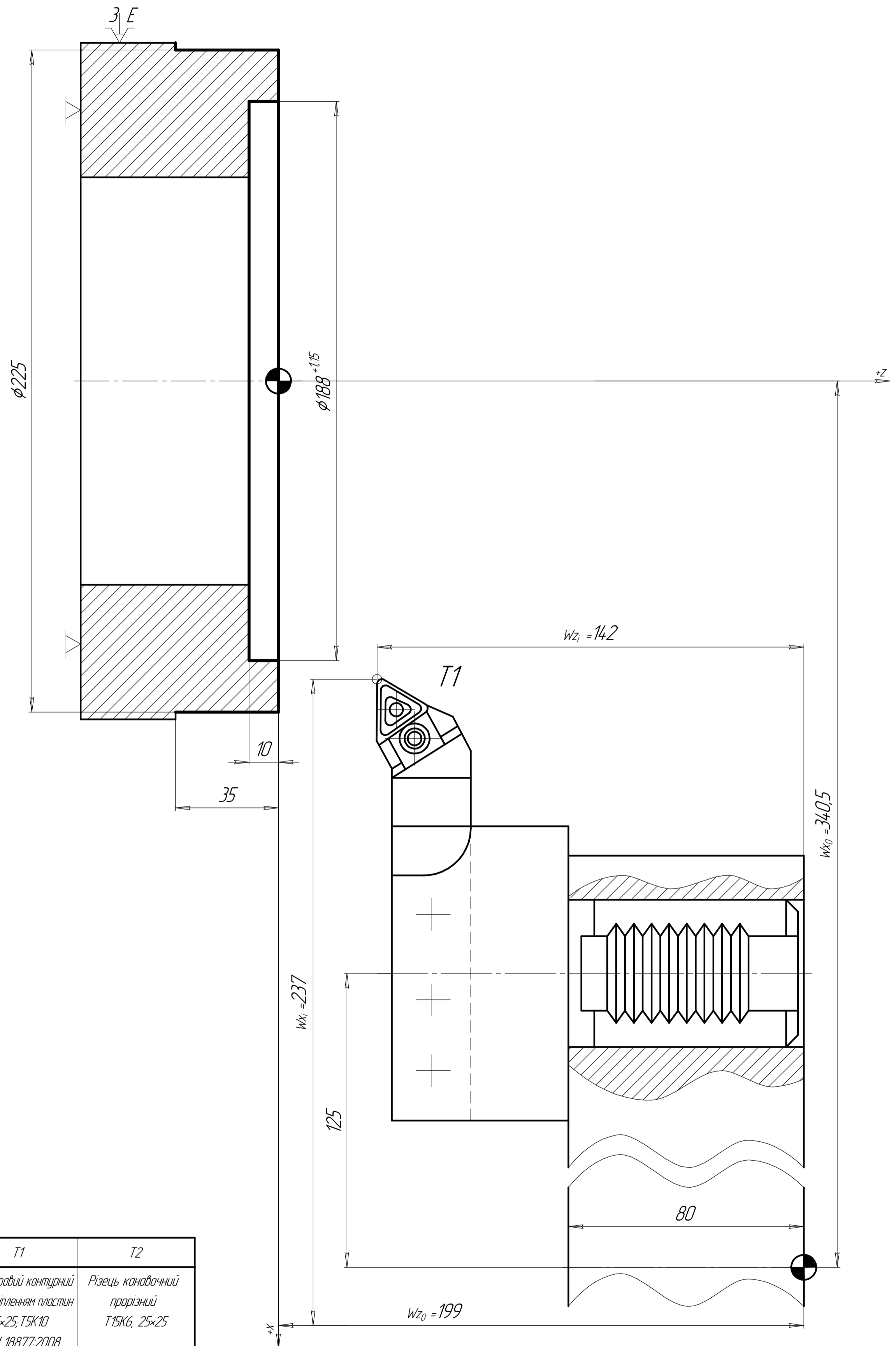
1. *Розміри для довідок.
2. 230.260 HB.
3. Гострі краї притупити радіусом або фаскою 0,2 max.
4. Не вказані граничні відхилення розмірів H14, h14, ±IT14/2.
5. Решта технічних вимог по СТБ 1014-95.

				26.KBP.400.04.00.000				
Зм	Арх	Нрідаким	Лідпис	Дата	Одбуїма	Лит	Маса	Масштаб
Розроб	Горак					H	7,54	1:1
Перевір	Кодельник					Аркши	Аркши 1	
Г. контр.						С420 ДСТУ 8833:2019		
Реценз	Волошин					ТК ТНТУ, гр. МГ-400		
Н. контр.						м. Тернопіль		
Затв								



1. Точність виливка 6-0-0-6 згідно ДСТУ 8781:2018.
2. Неказані ливарні радіуси 2,5мм.
3. Неказані ливарні нахили 1,3°.
4. Допускається виготовляти з матеріалу С425 ДСТУ 8833:2019.

				26.KBP.400.04.00.000				
Зм	Арх	Нрідаким	Лідпис	Дата	Корпус (виплибак)	Лит	Маса	Масштаб
Розроб	Горак					H	12,82	1:1
Перевір	Кодельник					Аркши	Аркши 1	
Г. контр.						С420 ДСТУ 8833:2019		
Реценз	Волошин					ТК ТНТУ, гр. МГ-400		
Н. контр.						м. Тернопіль		
Затв								



№ позиції	T1	T2
Різальний інструмент	Різець прабий контурний з мех. кріпленням пластин 25x25, Т5К10 ДСТУ 18877:2008	Різець канавочний прорізний Т5К6, 25x25
Допоміжний інструмент	Різетримач з циліндричним хвостовиком 1-50 ДСТУ ISO 866:2018	Різетримач з циліндричним хвостовиком 1-50 ДСТУ ISO 866:2018
Wx_1	237	65
Wz_1	142	250

26.KBP.4.00.04.00.000 KH				
Зм.	Арх.	Нрзаким	Підпис	Дата
Розроб.	Горак			
Перевір.	Кодельник			
Т. контр.				
Реценз.				
Н. контр.	Волошин			
Затв.				

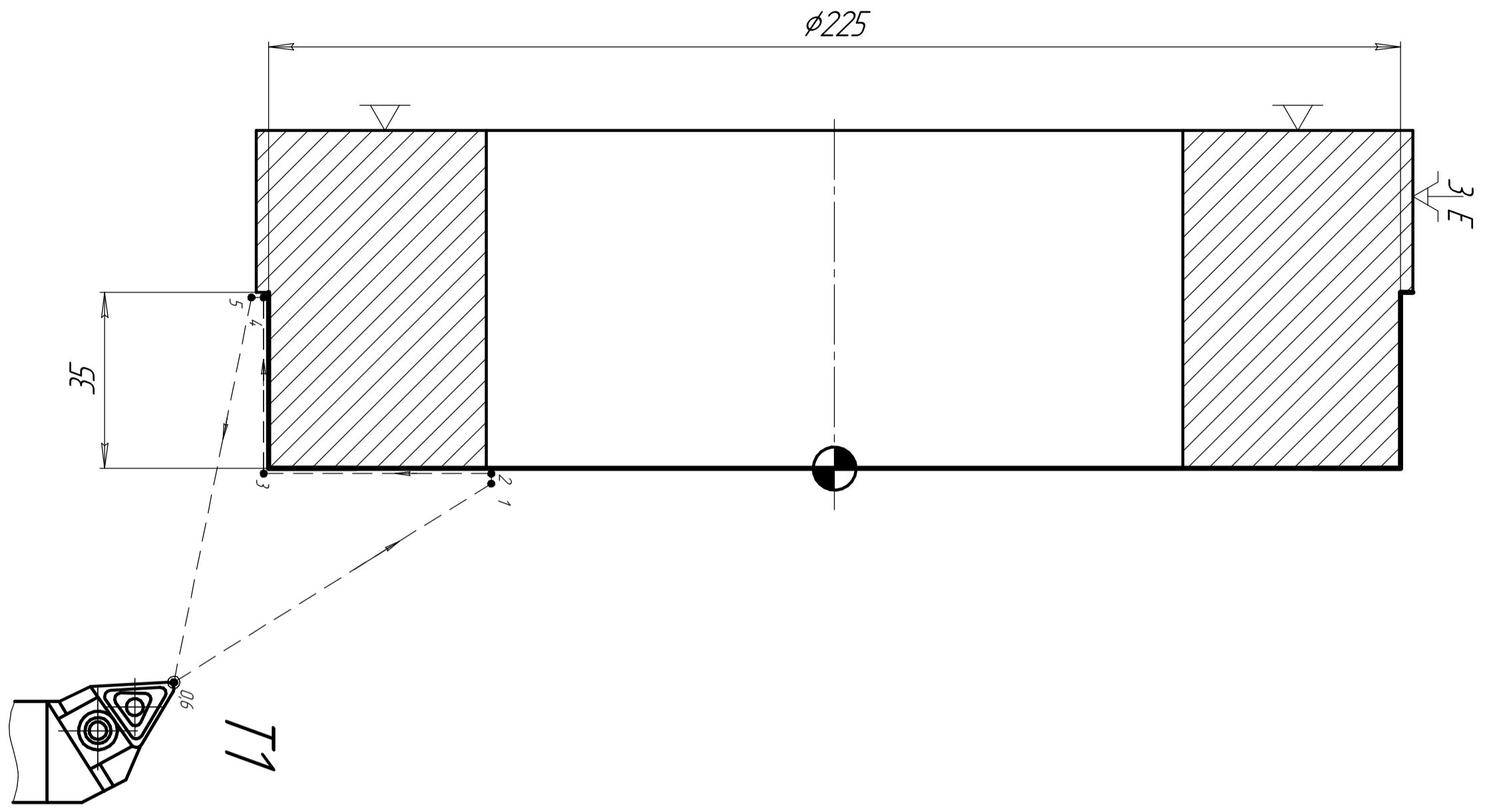
Карта налагодження токарного верстату з ЧПК мод. 16К20Ф3

Лит	Маса	Масштаб
Н	-	-

Архив Архив 1
ВСП "ТФХ ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль

T1 Різець кантурний прабий з мех. кріпленням твердосплавних пластин Т5К6 ДСТУ 254:24-90

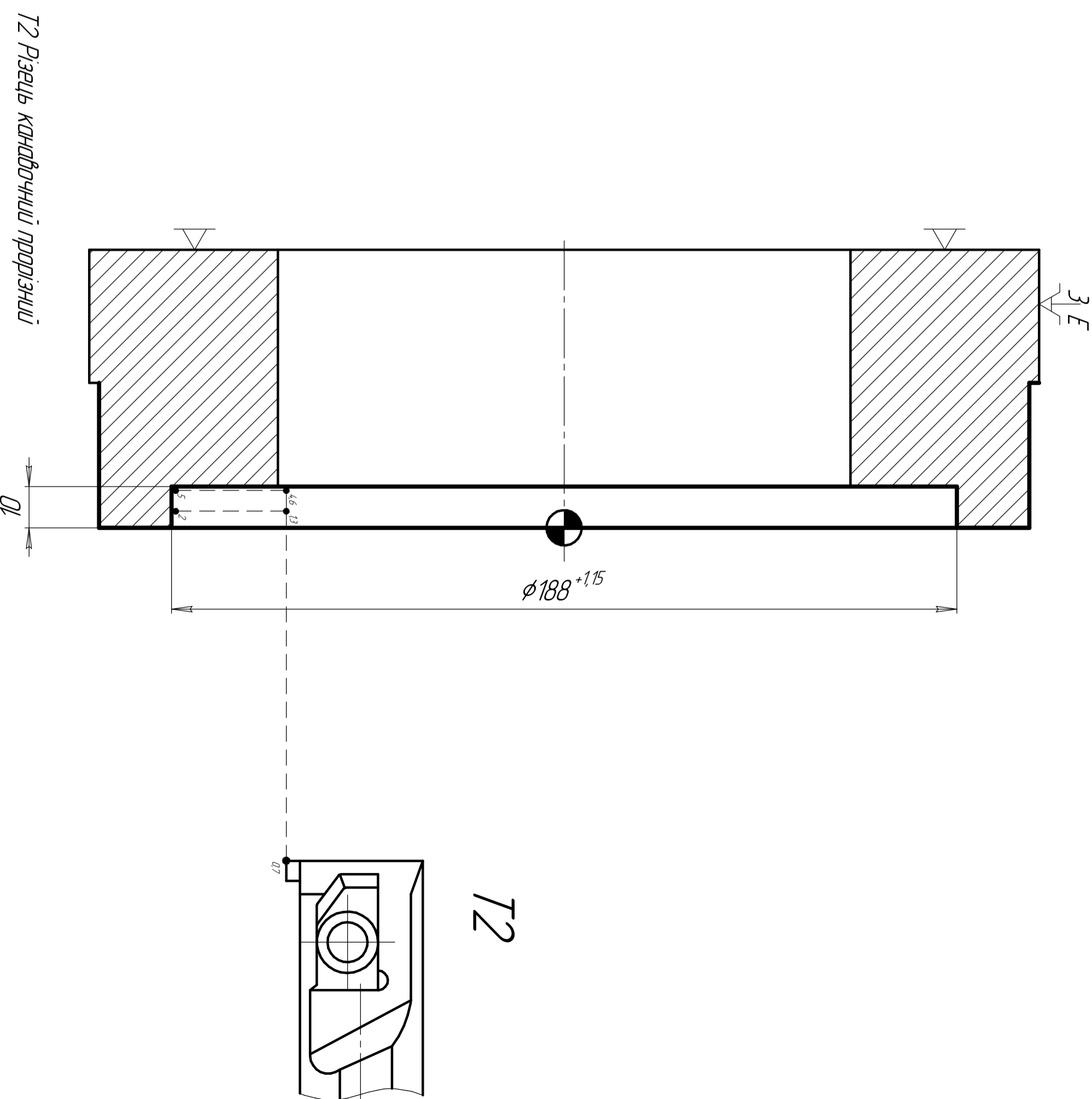
Позиції	0	1	2	3	4	5	6
Z	57	2	0	0	-35	-35	57
X	105	168	168	105	105	175	105



Перевір 02

T2 Різець канавочний прорізний

Позиції	0	1	2	3	4	5	6	7
Z	85	-5	-5	-5	-10	-10	-10	85
X	67	67	94	67	67	94	67	67



Перевір 03

Зм.	Арх.	Нрзаким	Підпис	Дата
Розроб.	Горак			
Перевір.	Кодельник			
Т. контр.				
Реценз.				
Н. контр.	Волошин			
Затв.				

Розроблювач-технологічна карта на 005 - токарний операцій з ЧПК

Лит	Маса	Масштаб
Н	-	-

Архив Архив 1
ВСП "ТФХ ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль

