

**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**  
**«Корпус» 26.КВР.400.12.00.000**

**Виконав:** студент IV курсу, групи МГ-400  
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”  
Скальського Василя Миколайовича

**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**

Скальському Василю Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**Тема роботи** Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.12.00.000

**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 1200 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 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 )

Василь СКАЛЬСЬКИЙ

\_\_\_\_\_  
( прізвище та ініціали )

Керівник проекту

( підпис )

\_\_\_\_\_  
( прізвище та ініціали )

Оксана КОБЕЛЬНИК

## АНОТАЦІЯ

Скальський В.М. Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.12.00.000: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026, \_\_\_ с.

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз конструктивних характеристик виробу та обґрунтовано вибір способу отримання заготовки. Розроблено маршрут механічної обробки із застосуванням верстатів з програмним керуванням. Для підготовки технологічної документації та виконання необхідних розрахунків використовувався комп'ютер. Проведено вибір інструменту, оснащення та режимів обробки.

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

## ANNOTATION

Skalsky V. Development and feasibility study of the technological process of mechanical processing of the part "Casing" 26.KVR.400.12.00.000: 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.

In the qualification work, an analysis of the design characteristics of the product was performed and the choice of the method of obtaining the workpiece was justified. A machining route was developed using CNC machines. A computer was used to prepare technological documentation and perform the necessary calculations. The tool, equipment and processing modes were selected.

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

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі	8
1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь	9
1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей	12
1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	17
2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу	17
2.1.1 Вибір технологічних операцій	17
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	21
2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірного інструменту	23
2.2.3 Розрахунок режимів різання	27
2.2.4 Розрахунок технічних норм часу	29
3 ВИБІР ТА ОБґРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ	32
3.1 Призначення, будова та принцип роботи пристосування	32
3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування	33
3.3 Розрахунок зусиль затиску	34
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	34
4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу	36
4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі	40

					<b>26.КВР.400.12.00.000 ПЗ</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Скальський				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Кобельник				5		
Реценз.					ВСП ТФК ТНТУ		
Н. Контр.					МГ-400		
Затверд.					м. Тернопіль		

Розробка технологічного процесу  
механічної обробки деталі  
«Корпус» 26.КВР.400.12.00.000  
Пояснювальна записка

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу	44
<b>5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ</b>	<b>48</b>
5.1 Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці	48
5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці	50
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ</b>	<b>52</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b>	<b>53</b>
Специфікація на пристосування	
Додатки	

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		<b>6</b>

## ВСТУП

У сучасному машинобудуванні технологічна підготовка виробництва та вдосконалення процесів механічної обробки є важливими чинниками забезпечення високої якості продукції, продуктивності праці та конкурентоспроможності підприємств. Саме механічна обробка дозволяє отримати необхідні геометричні параметри деталей, задану точність, шорсткість поверхонь і забезпечити надійну роботу виробів у процесі експлуатації

Деталі типу «Корпус» широко застосовуються у різних галузях машинобудування як базові елементи механізмів і вузлів. Вони забезпечують взаємне розташування окремих деталей, сприймають експлуатаційні навантаження та впливають на точність роботи всієї конструкції. Через складність конфігурації, наявність відповідальних поверхонь і підвищені вимоги до точності виготовлення обробка корпусних деталей потребує ретельного вибору методів обробки, технологічного оснащення та режимів різання.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення ефективного технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» для умов середньосерійного виробництва із забезпеченням необхідної точності, якості поверхонь та раціонального використання виробничих ресурсів. Для досягнення поставленої мети виконано аналіз конструктивних і технологічних особливостей деталі, обґрунтовано вибір способу отримання заготовки, сформовано послідовність технологічних операцій, здійснено підбір металорізального обладнання, ріжучого та контрольно-вимірювального інструменту, а також визначено режими різання та технічні норми часу.

Особливу увагу в роботі приділено підвищенню продуктивності обробки, забезпеченню стабільної якості виготовлення та зниженню виробничих витрат. Запропонований технологічний процес може бути використаний на машинобудівних підприємствах під час виготовлення аналогічних деталей, а отримані результати сприятимуть удосконаленню організації виробництва.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.

Корпусні деталі є важливими елементами машин і механізмів, оскільки вони призначені для розміщення, фіксації та взаємного розташування складальних одиниць і окремих деталей. Основним їхнім завданням є забезпечення постійності положення встановлених у них вузлів та механізмів як у статичному стані, так і під час роботи машини. Тому корпуси повинні характеризуватися високою жорсткістю, міцністю та стабільністю геометричних параметрів, що гарантує точність і надійність роботи всієї конструкції.

Конструктивно корпусні деталі зазвичай мають основні базові поверхні у вигляді площин, які слугують для встановлення та кріплення їх до станини, рами або до іншого корпусу. Крім того, у конструкції передбачені допоміжні базові поверхні — це, як правило, отвори або додаткові площини, які забезпечують правильне положення корпусу під час складання та експлуатації. Отвори в корпусних деталях поділяють на основні (точні) та допоміжні. Основні отвори призначені для встановлення підшипників, валів та інших елементів, що визначають кінематичну точність механізму. Допоміжні ж використовуються для монтажу кріпильних елементів, таких як болти, штифти або гвинти, і не потребують високої точності виготовлення.

До корпусних деталей висуваються суворі вимоги щодо точності, міцності, жорсткості, зносостійкості, герметичності, а також мінімальних деформацій під дією силових і температурних навантажень. Вони повинні забезпечувати стабільність геометричних форм і розмірів, що є необхідною умовою для надійної роботи механізму.

Основні вимоги до точності виготовлення корпусних деталей визначаються стандартами.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Так, діаметри основних отворів під підшипники виконують із полем допуску Н7 при шорсткості поверхні  $R_a = 0,4 \dots 1,6$  мкм, або з полем допуску Н6 при шорсткості  $R_a = 0,4 \dots 0,2$  мкм. Допуск співвісності отворів не повинен перевищувати половини поля допуску найменшого діаметра, а допуски на конусоподібність і овальність становлять не більше  $0,3 \dots 0,5$  поля допуску відповідного діаметра.

Таким чином, корпусні деталі повинні не лише забезпечувати точне взаємне розташування елементів механізму, а й гарантувати стабільність цих параметрів протягом усього строку експлуатації машини. Від їх конструкції, матеріалу та якості виготовлення значною мірою залежить загальна надійність і довговічність роботи технічної системи.

## 1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь.

Технічні вимоги до деталі «Корпус» визначаються її функціональним призначенням, умовами експлуатації у складі механізму та конструктивними особливостями.

Виконання технічних вимог є запорукою працездатності деталі «Корпус», її герметичності та точності сполучення з іншими елементами механізму. Досягнення необхідних показників можливе лише за умови застосування раціонально розробленого технологічного процесу, використання сучасного металообробного обладнання, високоякісного інструменту та здійснення контролю якості на всіх етапах виготовлення.

У таблиці 1.1 подано основні технічні вимоги до деталі «Корпус», які визначають точність лінійних і кутових розмірів, параметри шорсткості поверхонь, а також вимоги до взаємного розташування конструктивних елементів та інші показники якості. Ескіз деталі, на якому позначено основні та допоміжні поверхні, наведено на рисунку 1.1.

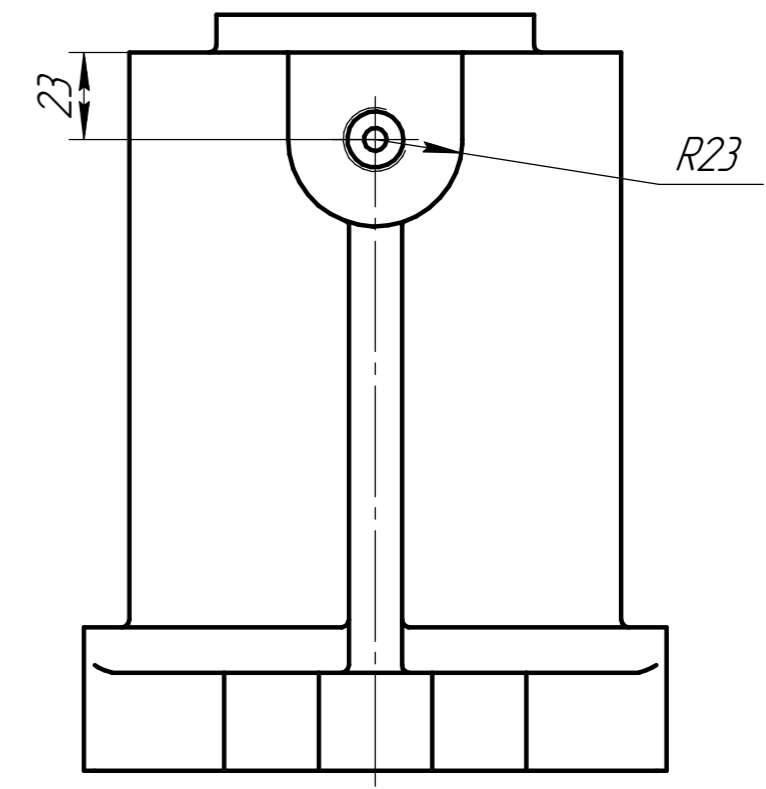
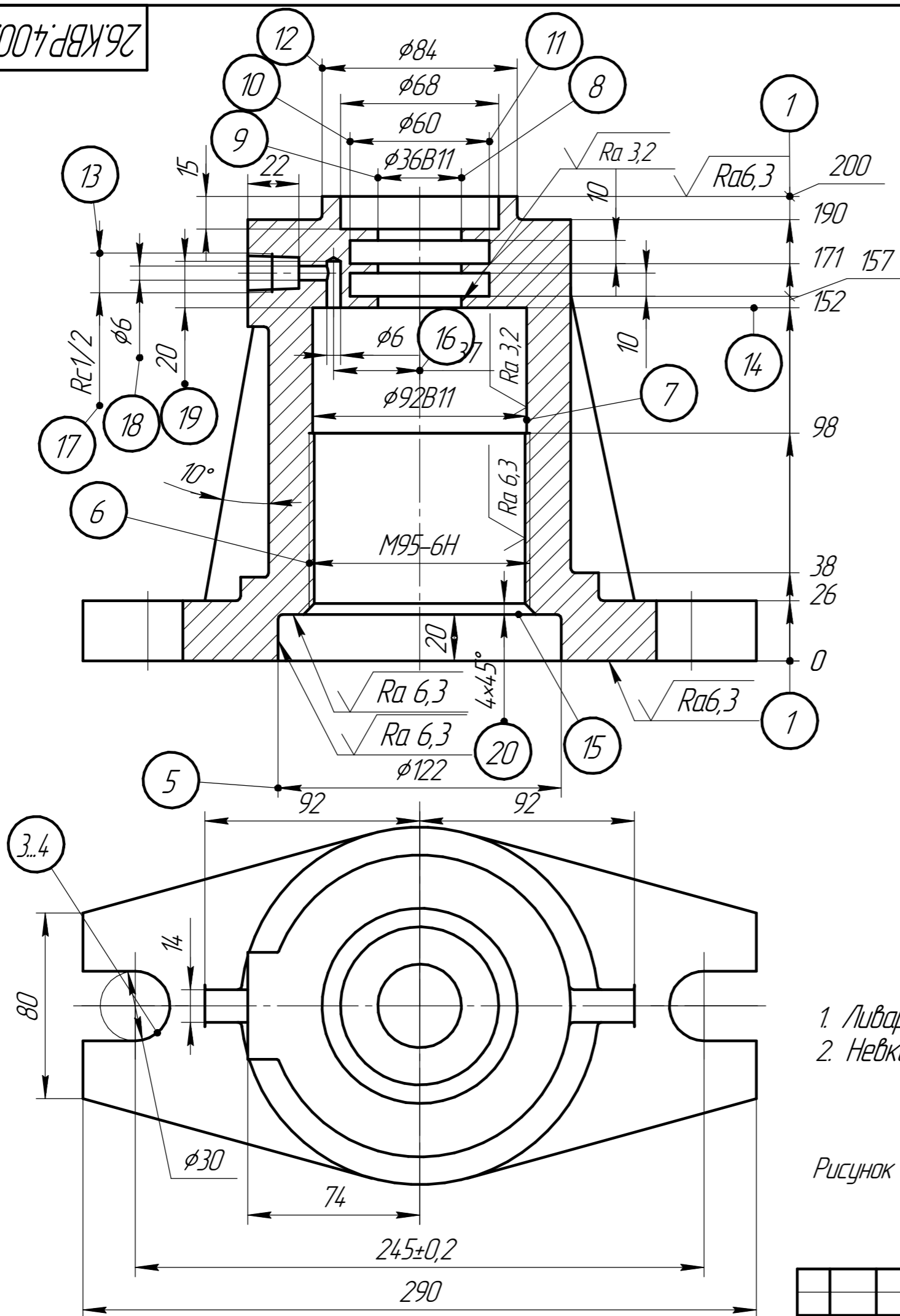
					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

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 ДСТУ ISO 1502:2006
5...8	Ø15H11	Розвертання чистове	Калібр-пробка ДСТУ ISO 1502:2006
9, 10	2,5x45°	Точіння	Шаблон фасочний ДСТУ 9189:2022
11...18	1x45°	Зенкування	Шаблон фасочний ДСТУ 9189:2022
19, 20	2,5x45 °	Зенкування	Шаблон фасочний ДСТУ 9189:2022
21...34	m=8,3	Фрезерування	Шаблон фасонний ДСТУ 9189:2022

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		<b>10</b>

26.KBP.4.00.12.00.000 ПЗ



- 1. Ливарні радіуси – R2 мм.
- 2. Невказані граничні відхилення розмірів H14; h14; ±IT14/2.

Рисунок 1.1 – Ескіз деталі з номерами поверхонь

Інв. № ориг.	Підп. і дата
Зам. інв. №	Інв. № відл.
Підп. і дата	Підп. і дата

Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата

26.KBP.4.00.12.00.000 ПЗ

Арк.

### 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 13,3 кг і річної програми випуску 1200 шт. виробництво середньосерійне.

Середньосерійне 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. Характерною ознакою серійного виробництва є випуск деталей партіями.

Величина оптимальної партії визначається:

$$n = \frac{N \times a}{F}, \quad (1.1)$$

де  $a$  – необхідний запас деталей на склад для безперебійної роботи складального цеху. Для середніх деталей  $a=5$ .

$N$  – річна програма випуску, шт.  $N_{\text{річ}}$ ;

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

$$n = \frac{1200 \times 5}{257} = 23,46 \text{ дет.}$$

Приймаємо розмір партії 23 деталі.

### 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 середньосерійний тип виробництва вибираємо для заданої деталі лиття в піщані форми при машинній формовці.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Визначаємо масу заготовки за формулою:

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

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, впадин, канавок, тощо).

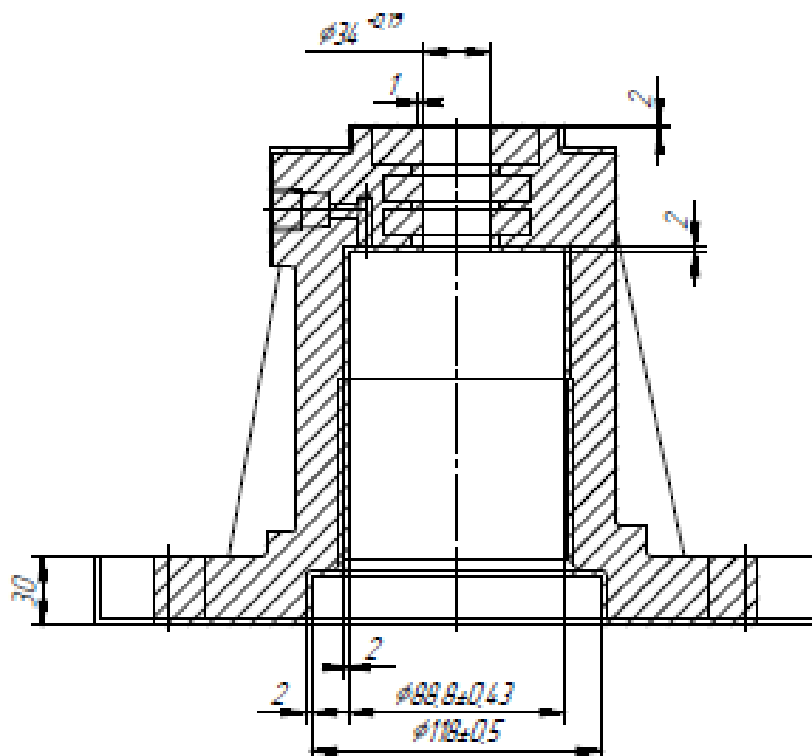


Рисунок 1.2- Ескіз заготовки

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

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
Заготовка відливок 11 клас точності, 3 ряд припусків				
200	12,5	1,150	2,2	204,4 <sup>±0,575</sup>
Паз b=30 R=15	12,5	0,52	1,6	B=26,8
∅122	12,5	1,000	2,0	∅118
M95-6H	6,3	0	-	∅89
∅92 B11	6,3	0,220	1,5	∅89
∅36B11	6,3	0,190	1,0	∅34
∅60	12,5	0,740	-	-
∅68	12,5	0,740	-	-
∅84	12,5	0,870	-	∅88
15	12,5	0,430	1,4	15,8
48	12,5	0,620	1,8	48,4
20	12,5	0,520	1,5	20,7
∅6	6,3	0,300	-	-
Ra1/2	3,2	0,210	-	-
∅6	6,3	0,300	-	-
∅20	12,5	0,520	-	-

Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

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

Загальний об'єм заготовки знаходимо сумуванням простих об'ємів деталі:

$$V_{\text{пр}} = \sum V_i$$

$$V_1 = 0,785 \times (88^2 - 34^2) \times 2,2 = 11334 \text{ мм}^2$$

$$V_2 = 0,785 \times (150^2 - 88^2) \times 2,2 = 25484 \text{ мм}^2$$

$$V_3 = 0,785 \times (36^2 - 34^2) \times 48,4 = 5319 \text{ мм}^2$$

$$V_4 = 0,785 \times (92^2 - 88,8^2) \times 135,3 = 61496 \text{ мм}^2$$

$$V_5 = 0,785 \times (122^2 - 118^2) \times 20,7 = 15600 \text{ мм}^2$$

$$V_6 = 0,785 \times \left( \frac{80 + 125}{2} \right) \times 2,2 = 226 \text{ мм}^2$$

$$\sum V = 119400 \text{ мм}^2$$

$$V_{\text{пр}} = 0,119400 \times 10^{-3} \times 7,62 \times 10^{-3} = 0,91 \text{ кг}$$

Отже, масу заготовки визначаємо за виразом:

$$Q_3 = 13,3 + 0,91 = 14,4 \text{ кг}$$

Собівартість заготовок із виливок визначають за формулою :

$$C_{\text{заг}} = \left( \frac{C_6 \cdot Q_3 \cdot K_{\text{П}}}{1000} \right) - (Q_3 - q) \cdot \frac{S_{\text{відх.}}}{1000} (\text{грн.}) \quad (1.4)$$

де :  $Q_3$  – маса заготовки, кг.

$q$  – маса готової деталі, кг.

$S_{\text{відх.}}$  – ціна 1 тонни відходів, грн.  $S_{\text{відх.}} = 6300 \text{ грн/т.}$  [4] С.360 дод.19

$C_6$  – базова ціна однієї тонни заготовок, грн.  $C_6 = 60000 \text{ грн/т.}$   
ринкова ціна

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

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

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

$$K_1 = 1,13 \cdot [3] \text{ С.351 дод.17.1};$$

$$K_2 = 0,81 \cdot [3] \text{ С.352 дод.17.2};$$

$$K_3 = 1,2 \cdot [3] \text{ С.352 дод.17.3};$$

$$K_4 = 1,13 \cdot [3] \text{ С.354 дод.17.5};$$

$$K_5 = 1,1 \cdot [3] \text{ С.355 дод.17.7.}$$

$$K_{\Pi} = 1,32 \cdot 0,81 \cdot 1,2 \cdot 1,13 \cdot 1,1 = 1,59$$

Собівартість заготовки буде

Вартість заготовки визначаємо за виразом:

$$C = \frac{60000 \times 14,4 \times 1,59}{1000} - (14,4 - 13,3) \times \frac{6300}{1000} = 1367 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{д}}} \quad (1.6)$$

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{13,3}{14,4} = 0,92$$

Висновок: заготовка виливок в піщані форми, при цьому  $K_{\text{в.м.}}$  складає 0,92.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

#### 2.1.1. Вибір технологічних операцій

Для розробки маршрутного технологічного процесу спочатку визначаємо поверхні, які підлягають обробці. Далі для кожної з поверхонь намічають можливі методи і стадії обробки, які забезпечують виконання технічних вимог до цих поверхонь. Методів і стадій як правило можливо декілька.

Керуючись принципами сталості баз, суміщення баз та технологічної сумісності, а також враховуючи тип виробництва, що впливає на концентрацію чи диференціацію операцій, вибирають оптимальний варіант маршруту обробки деталі. Структуру маршруту вибирають паралельно з видами обладнання. Коротко проаналізуємо варіанти, обґрунтовуємо вибраний маршрут обробки.

Операція 005. Вертикально-фрезерна з ЧПК

1. Фрезерувати поверхню ①
2. Фрезерувати 2 пази ⑦, ⑧
3. Розточити отвір ⑨
4. Розточити отвір ⑩
5. Розточити отвір ⑩ остаточно
6. Розточити фаску ⑮
7. Нарізати різьбу М96-6Н на глибину 60 в отвір ⑩

Операція 010. Токарно-гвинторізна

1. Підрізати торець ②

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2. Точити поверхню ⑮
3. Підрізати торець ③
4. Зенкерувати отвір ⑫
5. Розточити отвір ⑪
6. Розточити канавки ⑬ і ⑭

Операція 015. Горизонтально-розточна

1. Підрізати торець
2. Зацентрувати отвір ⑰
3. Свердлити отвір ⑰
4. Розсвердлити отвір ⑱
5. Нарізати різьбу в отворі

Операція 020. Вертикально-свердлильна

1. Свердлити отвір ⑯

### 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.

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.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Вибираємо універсально-налагоджувальні, універсально- безналагоджувальні, універсально-збірні пристосування. Враховуючи вище вказане, приймаємо такі види обладнання та оснащення для виготовлення деталі (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 — Вибір обладнання та оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
005	Фрезерна з ЧПК	6P11MФ3	Пристосування фрезерне (лещата самоцентрівні)
010	Токарна з ЧПК	16K20Ф3	Патрон трьох кулачковий (на розтиск)
015	Горизонтально – розточна	2A611	Пристосування (на площину і 2 пальці)
020	Вертикально – свердлильна	2H118	Кондуктор (самоцентрівні призми і упор)

### 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 зворотному ходу технологічного процесу обробки. [3] “Визначення припусків табличним методом”. Проміжні припуски та розміри визначають починаючи від фінішного переходу до чорнового, або заготовки в направленні зворотному ходу технологічного процесу обробки. Операційні та проміжні припуски з таблиць ( [4] “Визначення припусків табличним методом”). З таблиці У1 ст. 102 для розточування Ø92В11 приймаємо припуск на сторону 2,0 мм, для напівчистового точіння приймаємо припуск на сторону 0,8 мм. Сумарний припуск становить 2z.

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

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						<b>19</b>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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
Отвір; Ø62H7					
Заготовка (випуск)	15	Ra 50	1,200	—	Ø58,02
Розточування чорнове	14	Ra 12,5	0,740	2,5	Ø60,52
Розточування напівчистове	11	Ra 6,3	0,190	1,2	Ø61,72
Розточування чистове	8	Ra 1,6	0,046	0,2	Ø61,92
Розточування тонке	7	Ra 0,40	0,030	0,08	Ø62H7

## 2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

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

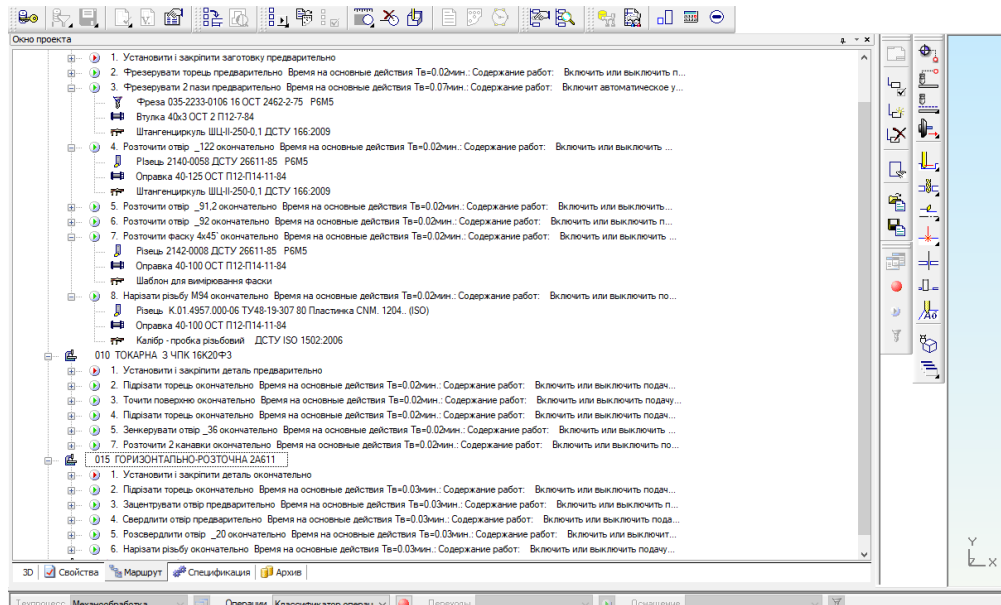


Рисунок 2.1 Загальний вигляд вікна технологічного процесу у САПР ТП

### 2.2.1 Вибір технологічних переходів

У програмному середовищі технологічні переходи формуються на основі заданих користувачем вихідних даних: конструктивних особливостей деталі, вимог до точності та якості поверхонь.

На основі введених даних система дозволяє призначати допуски для окремих поверхонь та автоматизовано підбирати варіанти технологічних переходів з урахуванням типу поверхні, способу обробки, необхідної точності та умов виробництва. Це спрощує та прискорює процес технологічного проектування.

Основна увага приділяється формуванню раціональної послідовності основних і допоміжних переходів під час обробки деталі (рисунок 2.2), що забезпечує необхідну точність і якість при мінімальних витратах часу та ресурсів.

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ				

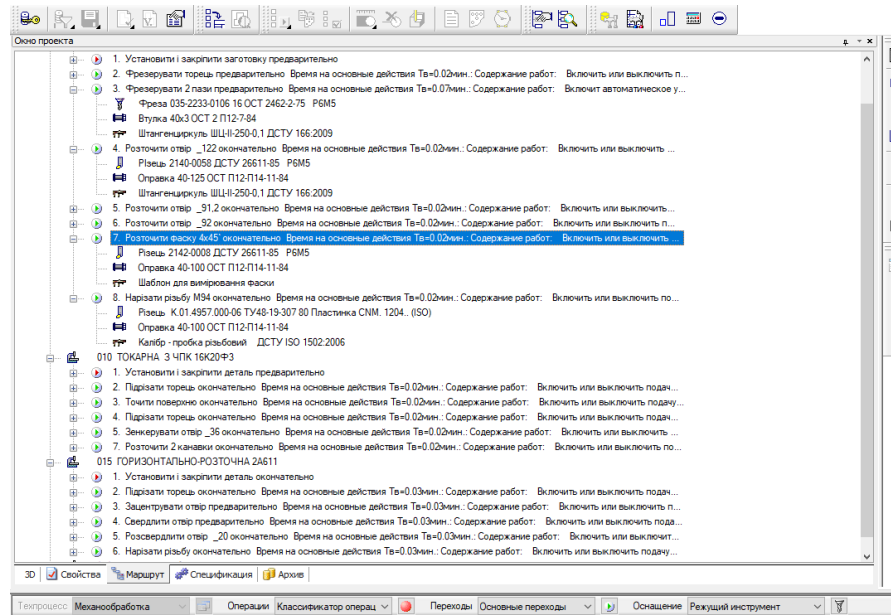


Рисунок 2.2 Видягд вiкна переходiв у середовищi САПР ТП

Основними критерiями вибору варiанту структури операцiї, що проектується – оперативний час, штучний час, якi зменшуються за умови скорочення числа переходiв та їх одночасного виконання. Можливість сумiщення переходiв залежить вiд кiлькостi iнструментiв, якi використовуються, плану обробки поверхонь та технологiчної сумiсностi переходiв.

### Операцiя 005. Вертикально-фрезерна з ЧПК

1. Фрезерувати поверхню ①, витримавши р-р 26
2. Фрезерувати 2 пази ⑦, ⑧, витримавши р-р 245
3. Розточити отвір ⑨  $\varnothing 122$  на глибину 20
4. Розточити отвір ⑩  $\varnothing 92B11$
5. Розточити отвір ⑩  $\varnothing 92B11$  остаточно
6. Розточити фаску ⑮  $4 \times 45^\circ$
7. Нарiзати рiзьбу М96-6Н на глибину 60 в отв ⑩

Змн.	Арк.	№ докум.	Пiдпис	Дата

26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ

Арк.

22

### Операція 010. Токарно-гвинторізна

1. Підрізати торець <sup>(2)</sup> в р-р 200
2. Точити поверхню <sup>(15)</sup> Ø84 на довжину 10
3. Підрізати торець <sup>(3)</sup>
4. Зенкерувати отвір <sup>(12)</sup> в Ø36В11
5. Розточити отвір <sup>(11)</sup> Ø68 на глибину 10
6. Розточити канавки <sup>(13)</sup> і <sup>(14)</sup> Ø60 витримавши р-р згідно креслення

### Операція 015. Горизонтально-розточна

1. Підрізати торець в р-р 74
2. Зацентрувати отвір <sup>(17)</sup>
3. Свердлити отвір <sup>(17)</sup> Ø6 на глибину 37
4. Розсвердлити отвір <sup>(18)</sup> Ø20 на глибину 22
5. Нарізати різьбу в отворі

### Операція 020. Вертикально-свердлильна

Свердлити отвір <sup>(16)</sup> Ø6 витримавши р-р 37

### 2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольного-вимірювального інструменту

У програмному середовищі ADEM вибір ріжучого інструменту здійснюється за допомогою вбудованих бібліотек, у яких інструменти систематизовані за видами обробки та призначенням. Це забезпечує швидкий підбір необхідного оснащення відповідно до технологічної операції.

Система також дозволяє створювати власні інструменти із заданими параметрами та зберігати їх у бібліотеці для подальшого використання. Такий

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



Таблиця 2.3 - Вибір різального, допоміжного і вимірювального інструменту

Номер та назва переходу	Інструмент		
	Різальний	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
<b>005 Токарно-гвинторізна</b>			
1)Фрезерувати торець	Фреза 2241-0167 ДСТУ ISO 240:2015	Оправка 191432079 ДСТУ ISO 240:2015	Штангенциркуль
2)Фрезерувати 2 пази	Фреза 035-2233-0106 ДСТУ ISO 240:2015	Втулка 40x3 ДСТУ ISO 240:2015	Штангенциркуль
3)Розточити отвір Ø122	Різець 2140-0058 ДСТУ 18877:2008	Оправка 40-125 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль
4)Розточити отвір Ø91,2	Різець 2140-0058 ДСТУ 18877:2008	Оправка 40-125 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль
5)Розточити отвір Ø92	Різець 2140-0058 ДСТУ 18877:2008	Оправка 40-125 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль
6)Розточити фаску 4x45°	Різець 2142-0008 ДСТУ 18877:2008	Оправка 40-100 ДСТУ 18877:2008	Фаскомір
7)Нарізати різьбу М94	Різець К.01.4957.000-06 ДСТУ 18877:2008	Оправка 40-100 ДСТУ 18877:2008	Калібр – пробка
<b>010 Токарна з ЧПК</b>			
1)Підрізати торець	Різець 2103-0711 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль
2)Точити поверхню	Різець 2103-0711 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль

1	2	3	4
3)Підрізати торець	Різець 2103-0711 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль
4)Зенкерувати отвір Ø36	Зенкер 035-2320-0129 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна 1918831214 ДСТУ ISO 235:2018	Калібр – пробка
5)Розточити отвір Ø68	Різець 2140-0058 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 1917111046 ДСТУ 18877:2008	Калібр – пробка
6)Розточити 2 канавки	Різець 035-2128-0547 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 1917111046 ДСТУ 18877:2008	Шаблон для вимірювання канавок
Операція 015. Горизонтально-розточувальна			
1)Підрізати торець	Різець SCLCR 0808 EOG TY2-035-1040 86	Борштанга 6300-0404 МН2647-61	Штангенциркуль
2)Зацентрувати отвір	Свердло 2317-0007 ДСТУ 10902:2017	Патрон 19111-3040 ДСТУ 18432:2006	Калібр – пробка
3)Свердлити отвір	Свердло 2300-0181 ДСТУ 10902:2017	Патрон 19111-3040 ДСТУ 18432:2006	Калібр – пробка
4)Розсвердлити отвір Ø20	Свердло 2301-4113 ДСТУ 10902:2017	Втулка 191831063 ДСТУ 18432:2006	Калібр-пробка
5)Нарізати різьбу	Мітчик Rc ½ 0019 ДСТУ 261:2005	Мітчикотримач 19122130А-050	Калібр різьбовий
Операція 020. Вертикально-свердлильна			
1)Свердлити отвір Ø6	Свердло 2300-0181 ДСТУ 10902:2017	Втулка 6100-0141 ДСТУ 18432:2006	Калібр – пробка



При цьому детальний розрахунок виконується для одного технологічного переходу, а результати для всіх переходів узагальнюються у таблиці режимів різання.

Режими різання (глибина різання  $t$ , подача  $S$ , швидкість різання  $V$ ) визначаються табличним методом згідно з довідковими даними для обробки сірого чавуну (або сталі, залежно від матеріалу заготовки) при середньосерійного типу виробництва.

Отримані значення всіх показників режимів різання для даного переходу та інших операцій зведено у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання

Зміст та номер переходу	$t$ , мм	$L$ , мм	$i$	$T_m$ , хв	$s$ , мм/об	$n$ , об/хв	$v$ , м/хв	$S_{хв}$ , мм/хв	$T_o$ , хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>005 Фрезерна з ЧПК</b>									
1)Фрезерувати торець	2,2	300	1	180	0,4	160	83	1024	0,29
2)Фрезерувати 2 пази	30	120	1	120	0,24	100	9	96	1,25
3)Розточити отвір Ø122	26	22	1	60	0,5	315	125,6	-	0,12
4)Розточити отвір Ø91,2	1,6	128	1	60	0,6	400	125,6	-	0,53
5)Розточити отвір Ø92	0,4	128	1	60	0,4	500	115,2	-	0,64
6)Розточити фаску 4x45°	4	6	1	60	0,6	400	125,6	-	0,01
7)Нарізати різьбу М94	2	72	5	60	6	800	63	-	0,45

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>010 Токарна з ЧПК</b>									
1)Підрізати торець	2,2	44	1	60	0,5	630	144		
2)Точити поверхню	2,0	10	1	60	1,0	630	144		
3)Підрізати торець	2,2	23	1	60	0,5	630	144		
4)Зенкерувати отвір Ø36	1,0	60	1	50	1,0	160	18		
5)Розточити отвір Ø68	1,0	12	16	60	0,8	400	125,6		
6)Розточити 2 канавки	5	12	2	60	0,2	400	75		
<b>015 Горизонтально-розточувальна</b>									
1)Підрізати торець	2,0	40	1	60	0,5	630	144	-	0,12
2)Зацентрувати отвір	-	3	1	35	0,1	1600	45	-	0,03
3)Свердлими отвір	3	38	2	35	0,1	2000	45	-	0,38
4)Розсвердлими отвір Ø20	7	25	1	60	0,3	500	33	-	0,17
5)Нарізати різьбу	-	15	1	-	1,8	200	14,1	-	0,08
<b>020 Вертикально-свердлильна</b>									
1)Свердлими отвір Ø6	1,0	26	1	60	0,4	400	75	45	0,19

### 2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

У середовищі САПР технологічних процесів розрахунок норм часу для технологічної операції виконується автоматично з урахуванням основного та допоміжного часу. Це дозволяє підвищити точність планування виробничого процесу й оптимізувати технологічну підготовку виробництва.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					<b>29</b>

Приклад вікна операції з розрахованими нормами часу наведено на рисунку

2.5.

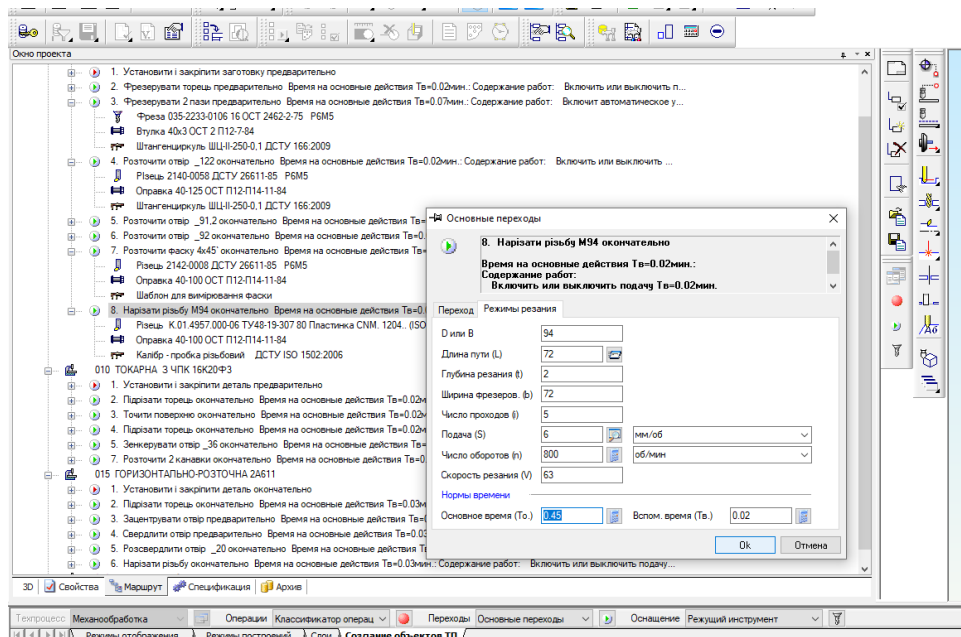


Рисунок 2.5 Вигляд вікна розрахунку технічних норм часу у САПР ТП

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:

$$T_{шт} = T_0 + T_{доп} + T_{тех. обл.} + T_{орг. обл.} + T_{відп.} \quad (2.1)$$

де  $T_{шт}$  — норма штучного часу;

$T_0$  — основний час;

$T_{доп}$  — допоміжний час;

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

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ				

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

$T_{\text{відп.}}$  — час на відпочинок.

Допоміжний час на операцію визначається за формулою

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

де  $t_{\text{уст}}$  — час на встановлення;

$t_{\text{пер}}$  — час переходу;

$t_{\text{вим}}$  — 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, $T_{\text{оп}}$ , хв	Час обслу- го- вуван- ня, %		$T_{\text{від}}$ %	$T_{\text{шт}}$ , хв
		$T_{\text{уст}}$	$T_{\text{пер}}$	$T_{\text{вим}}$		$T_{\text{гх}}$	$T_{\text{ор}}$ г		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Фрезерна з ЧПК	3,29	3,45	0,42	7,16	8	7,73	63,4	10,25	
Токарна з ЧПК	12,61	12,87	0,51	3,37	1,07	14,44	52,4	16,54	
Горизонтально- розточувальна	0,78	-	0,62	1,4	8	1,51	43,2	3,24	
Вертикально- свердлильна	0,19	-	0,53	0,72	8	0,78	43,4	2,51	

### 3. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ

#### 3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Розроблене пристосування призначене для встановлення на стіл фрезерного верстата та забезпечення надійного закріплення заготовки під час виконання операції фрезерування. Використання пристосування дозволяє забезпечити необхідну точність базування та достатнє зусилля затиску відповідно до технологічних вимог.

Конструкція пристосування забезпечує стійке положення деталі в процесі механічної обробки, сприймає сили різання та запобігає зміщенню заготовки під час роботи. Це сприяє підвищенню точності обробки, покращенню якості поверхонь та зменшенню допоміжного часу на встановлення деталі.

Основними елементами конструкції пристосування є:

основа (корпус) — масивна плита, на якій розміщені всі складові елементи пристосування;

силові приводи — пневматичні або гідравлічні циліндри, розташовані з обох боків конструкції та призначені для створення необхідного зусилля затиску;

затискні елементи (губки) — рухомі елементи, що безпосередньо контактують із заготовкою та забезпечують її фіксацію;

напрямні та опори — елементи, які забезпечують точне переміщення затискних механізмів і правильне позиціонування деталі;

елементи кріплення до верстата — болти та шпонки, за допомогою яких пристосування встановлюється у Т-подібні пази стола фрезерного верстата.

Принцип роботи пристосування

Перед початком обробки заготовка встановлюється у центральній частині пристосування між робочими губками. Після цього в силові циліндри подається стиснене повітря або робоча рідина, внаслідок чого штоки приводів переміщуються та через проміжні ланки передають зусилля на затискні губки.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Губки переміщуються назустріч одна одній, здійснюючи центрування та надійну фіксацію заготовки. Після закріплення деталі виконується операція фрезерування відповідно до технологічного процесу.

Після завершення механічної обробки тиск у силових циліндрах знижується або подається у зворотну порожнину приводу, у результаті чого губки повертаються у вихідне положення. Після розтиску оброблену деталь виймають із пристосування, а система готова до встановлення наступної заготовки.

### 3.2 Розрахунок похибки базування

Похибка базування виникає внаслідок неточного встановлення заготовки відносно прийнятих технологічних баз і впливає на точність розташування оброблюваних поверхонь. Величина похибки базування залежить від способу встановлення деталі, точності виготовлення базових елементів пристосування та величини зазорів між контактними поверхнями.

Для даного пристосування заготовка встановлюється на опорні елементи та фіксується затискними губками, що забезпечує її центрування та надійне закріплення. Оскільки технологічна база збігається з вимірювальною базою, похибка базування є мінімальною.

Похибка базування визначається за формулою:

$$\varepsilon_d = \Delta_{\text{вст}} + \Delta_{\text{заз}} \quad (3.1)$$

де:  $\Delta_{\text{вст}}$ -похибка встановлення заготовки;

$\Delta_{\text{заз}}$  – похибка, спричинена наявністю зазорів між базовими поверхнями та елементами пристосування.

При встановленні деталі у пристосуванні з використанням жорстких опор та centruючих губок величина похибки базування є незначною і для умов середньосерійного виробництва не перевищує допустимих значень.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		<b>33</b>

За умови точного виготовлення базових елементів пристосування та дотримання вимог складання можна прийняти:

- похибку встановлення  $\Delta_{вст} = 0,02\text{мм}$
- похибку від зазорів  $\Delta_{заз} = 0,01\text{мм}$

Тоді загальна похибка базування становитиме:

$$\varepsilon_d = 0,02 + 0,01 = 0,03\text{мм}$$

Отримане значення похибки базування не перевищує допустимих значень для заданої операції фрезерування, тому розроблене пристосування забезпечує необхідну точність встановлення та обробки деталі.

### 3.3 Розрахунок сили затиску

Під час механічної обробки на заготовку діють сили різання, які можуть спричинити її зміщення або провертання відносно базових поверхонь. Для забезпечення надійної фіксації деталі необхідно визначити мінімальне зусилля затиску, яке гарантує стійке положення заготовки в процесі фрезерування.

Зусилля затиску визначають із умови рівноваги сил, що діють на заготовку:

$$Q \geq \frac{K \cdot P}{f} \quad (3.2)$$

де:  $Q$  — необхідне зусилля затиску, Н;

$K$  — коефіцієнт запасу;

$P$  — сила різання, Н;

$f$  — коефіцієнт тертя між поверхнями контакту.

Для умов фрезерування приймаємо:

- сила різання  $P = 2500\text{Н}$

- коефіцієнт запасу  $K = 1,5$

- коефіцієнт тертя між сталевими поверхнями  $f = 0,2$

Підставляємо значення у формулу:

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$Q = \frac{1,5 \cdot 2500}{0,2} = 18750 \text{ Н}$$

Отже, необхідне зусилля затиску становить:

Отже, необхідне зусилля затиску становить:

$$Q = 18,75 \text{ кН}$$

Оскільки у конструкції пристосування застосовано два силові приводи, зусилля, що припадає на один затискний елемент, дорівнює:

$$Q_1 = \frac{187500}{2} = 9375 \text{ Н}$$

Таким чином, кожен силовий привід повинен забезпечувати зусилля затиску не менше:

$$Q_1 = 9,4 \text{ кН}$$

Отримане значення забезпечує надійне закріплення заготовки та виключає можливість її зміщення під час виконання операції фрезерування.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						<b>35</b>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 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 <sup>2</sup>	Корисна площа, м <sup>2</sup>	Загальна площа, м <sup>2</sup>
Вертикально-фрезерний з ЧПК 6P11MФ3	верстат	1	1,7×2,6	4,42	20
Токарний з ЧПК 16K20Ф3	верстат	1	3,7×2,3	8,51	34
Горизонтально-розточний 2A611	верстат	1	4,9×2,5	12,25	43
Вертикально-свердлильний 2H118	верстат	1	0,9×0,6	0,54	3
Всього:					$S_{кор}$ 100

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

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$S_{зб} = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ м}^2$$

в) визначення виробничої площі

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

$$S_{вир} = 100 + 50 = 150 \text{ м}^2$$

г) визначення додаткової площі

$$S_{дод} = S_{вир} \cdot 0,4 \quad (4.4)$$

$$S_{дод} = 150 \cdot 0,4 = 99 \text{ м}^2$$

д) визначення загальної площі

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

$$S_{б\gamma\delta} = 150 + 99 = 249 \text{ м}^2$$

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  $1 \text{ м}^2$  будівлі, грн./ $\text{м}^2$ ;

$$B_{б\gamma\delta} = 1400 \times 249 = 348600 \text{ грн.}$$

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:

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

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

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						<b>37</b>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$N_i$  – 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.
Вертикально-фрезерний з ЧПК 6P11MФ3	1	1000000	1000000	1350000
Токарний з ЧПК 16K20Ф3	1	850000	850000	1147500
Горизонтальн-розточний 2А611	1	500000	500000	675000
Вертикально-сверлильний 2Н118	1	80000	80000	108000
Всього:	3		1615000	3280500

Визначення вартості інструменту.

Вартість інструментів та приладів ( $V_{\text{інстр}}$ ) 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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 3280500 \times 0,02 \times 1,1 = 72171 \text{ грн.}$$

Визначення вартості виробничого та господарського інвентарю

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		<b>38</b>

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 3280500 \times 0,03 \times 1,1 = 108257 \text{ грн.}$$

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

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

$$\text{ПІ} = 348600 + 3280500 + 72171 + 108257 = 3809528 \text{ грн.}$$

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.

$$A_{\text{інстр}1} = \frac{72171 \times 25}{100} = 18043 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{інв}2} = \frac{108257 \times 25}{100} = 27064 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{обл}3} = \frac{3280500 \times 20}{100} = 656100 \text{ грн.}$$

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

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						<b>39</b>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн.
Будівлі	–	–
Обладнання	3280500	656100
Інструменти та прилади	72171	18043
Виробничий та господарський інвентар	108257	27064
Всього:	3460928	466029

#### 4.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

$$V_M = 1367 \times 1,04 = 1422 \text{ грн}$$

де  $V_3$  – вартість заготовки, (обчислено у п. 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]:

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

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

$C_r$  – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт, грн./год.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

На операцію 005:

$$P_{\text{від1}} = \frac{10,45 \cdot 220}{60} = 38,3 \text{ грн}$$

На операцію 010:

$$P_{\text{від2}} = \frac{16,54 \cdot 220}{60} = 60,7 \text{ грн}$$

На операцію 015:

$$P_{\text{від3}} = \frac{3,24 \cdot 180}{60} = 9,7 \text{ грн}$$

На операцію 020:

$$P_{\text{від4}} = \frac{2,51 \cdot 180}{60} = 7,7 \text{ грн}$$

Дані розрахунків слід звести в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок основної заробітної плати

Назва операції	Т <sub>шт.</sub> , хв.	Розряд	Годинна тари- фна ставка, грн.	Відрядна розцінка, грн.
005 Вертикально фрезерна	10,45	5	220	38,3
010 Вертикально-свердлильна	16,54	5	220	60,7
015 Розточувальна з ЧПК	3,24	4	180	9,7
020 Алмазно-розточувальна	2,51	4	180	7,7
Всього:	19,08			116

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]:

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

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

$n$  – кількість операцій.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 116 \times 0,11 = 13 \text{ грн.}$$

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

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

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

де  $\alpha$  – відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%).

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (116 + 13) = 28 \text{ грн.}$$

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

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

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

$$B_{\text{уео}} = \frac{225}{100} \times (116 + 13) = 290 \text{ грн.}$$

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

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

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{320}{100} \times (116 + 13) = 413 \text{ грн.}$$

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

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

$$S_{\text{вир}} = 1422 + 116 + 13 + 28 + 290 + 413 = 2282 \text{ грн.}$$

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

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

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$S_{пов} = 2282 + \frac{12}{100} \times (116 + 13) = 2298 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Калькуляція собівартості виробу

Найменування статей витрат	На одиницю продукції
1. Витрати матеріалів	1422
2. Основна заробітна плата виробничих робітників	116
3. Додаткова заробітна плата виробничих робітників	13
4. Відрахування на соціальні заходи	28
5. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	290
6. Загальновиробничі витрати	413
<i>Разом виробнича собівартість (сума 1-6)</i>	2282
7. Позавиробничі витрати	13
<i>Повна собівартість, (сума 1-7) у тому числі витрати:</i>	2282,15
– змінні (сума 1-4), $V_{зм.од}$	1579
– умовно-постійні (сума 5-7), $V_{уп.од}$	716

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%);

$$Ц_{од.пр.} = 2298 \times 1,2 = 2758 \text{ грн.}$$

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

### 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]:

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

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.

$$Pr = (2758 - 2298) \times 1200 = 652000 \text{ грн}$$

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

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

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

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

$$ЧП = 652000 - 652000 \times \frac{18}{100} = 552640 \text{ грн.}$$

Собівартість всього виробництва розраховується за формулою [9]:

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

$$S_{повq} = 2298 \times 1200 = 2757600 \text{ грн.}$$

2) Рентабельність продукції визначається за формулою [9]:

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

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

де  $P_n$  - рентабельність продукції, %;

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

$$P_n = \frac{552640}{2757600} \times 100\% = 20\%$$

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

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

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

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

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

$$Q_{кр} = \frac{859200}{2758-1579} = 729 \text{ од.}$$

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

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

$$Q_{кр.в} = 2758 \times 729 = 2010582 \text{ грн.}$$

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

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.

$$ГП = 552640 + 701207 = 1293847 \text{ грн.}$$

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

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$ЧТВ = ТВ - П \quad (4.26)$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків, грн.

б) 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.

$$ТВ = \frac{1293847}{(1+0,1)^1} + \frac{1293847}{(1+0,1)^2} + \frac{1293847}{(1+0,1)^3} + \frac{1293847}{(1+0,1)^4} = 4116842 \text{ грн}$$

$$ЧТВ = 4116842 - 3809528 = 307314 \text{ грн.}$$

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

$$ІП = \frac{ТВ}{П} \quad (4.28)$$

де  $ІП$  - індекс прибутковості інвестицій.

$$ІП = \frac{4116842}{3809528} = 1,1$$

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

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

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

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

де  $t$  - кількість років інвестування.

$$ГП_{диск} = \frac{4116842}{4} = 1029211 \text{ грн.}$$

$$T_{окдиск} = \frac{3809528}{1029211} = 3,7 \text{ роки}$$

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.	1200
Собівартість виробу	грн./од.	2282
Ціна одиниці виробу	грн./од.	2758
Величина початкових інвестицій	грн.	3809528
Чистий прибуток	грн.	<b>552640</b>
Рентабельність виробу	%	20
Беззбитковий обсяг виробництва виробу	од.	729
	грн.	<b>2010582</b>
Чиста теперішня вартість проекту	грн.	307314
Індекс прибутковості	-	1,1
Дисконтований термін окупності інвестицій	років	3,7

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### 5.1 Характеристика виробничої ділянки з точки зору охорони праці

Виробнича ділянка розташована на території машинобудівного підприємства, яке відповідно до вимог СН 245-71 належить до IV класу небезпеки із санітарно-захисною зоною 100 м. Планувальні рішення виробничого приміщення прийняті з урахуванням технологічної послідовності виконання операцій, вимог виробничої санітарії, пожежної безпеки та забезпечення безпечного руху персоналу і внутрішньоцехового транспорту.

Висота виробничого приміщення становить 4,5 м, що відповідає нормативним вимогам для розміщення металорізального обладнання. Евакуаційні виходи мають розміри 1,2 × 2,2 м, ширина основних проходів між обладнанням становить 1,5 м, а транспортних проїздів — 2,5 м. Для зменшення тепловтрат у холодний період року зовнішні входи обладнані тамбурами з повітряно-тепловими завісами.

Проектування ділянки виконано відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010 із забезпеченням можливості подальшої модернізації виробництва та зміни технологічного оснащення. Виробниче приміщення належить до категорії робіт Па та має III ступінь вогнестійкості.

Для забезпечення безпечних умов праці будівельні конструкції, небезпечні зони та елементи обладнання позначені сигнальними кольорами й знаками безпеки згідно з вимогами ДСТУ ISO 7010:2020. Внутрішнє оздоблення приміщення виконане із застосуванням зносостійких матеріалів, придатних до систематичного вологого прибирання. Підлога виробничого приміщення відповідає вимогам ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016: має неслизьку поверхню, достатню механічну міцність, герметичність та стійкість до дії мастильно-охолоджувальних рідин.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Розташування технологічного обладнання виконано з урахуванням ергономічних та технологічних вимог. Відстань між верстатами та елементами будівельних конструкцій забезпечує зручність обслуговування і безпечне виконання виробничих операцій. З боку робочої зони передбачено проходи не менше 1 м, з неробочого боку — не менше 0,6 м.

Усі робочі місця забезпечені інструкціями з охорони праці, а також необхідними засобами колективного та індивідуального захисту. На підприємстві функціонує система управління охороною праці відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці». Контроль за станом безпеки праці, проведення інструктажів та навчання персоналу здійснює служба охорони праці підприємства. Мікроклімат виробничого приміщення відповідає вимогам ДСТУ EN ISO 7730:2018. Температура повітря в холодний період року підтримується в межах 18–20 °С, у теплий — 21–23 °С. Відносна вологість повітря становить 40–60 %, швидкість руху повітря — 0,1–0,2 м/с у холодний період та до 0,3 м/с у теплий період року. Інтенсивність теплового випромінювання від обладнання не перевищує допустимих значень.

Для забезпечення нормативних параметрів повітряного середовища передбачено природну та механічну загальнообмінну вентиляцію, виконану відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013. Система опалення — водяна, низького тиску.

Освітлення виробничої ділянки комбіноване — природне та штучне. Природне освітлення забезпечується через віконні прорізи шириною 4,5 м. Штучне освітлення відповідає вимогам ДСТУ EN 12464-1:2014. Освітленість робочої зони становить 300 лк. Для аварійного, евакуаційного та охоронного освітлення передбачені окремі системи освітлення відповідно до нормативних вимог. Як джерела світла використовуються лампи типу ДРЛ-80.

Рівні шуму та вібрації на робочих місцях не перевищують допустимих значень і відповідають вимогам ДСТУ ISO 2631-1:2018 та ДСТУ ISO 1996-1:2003.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Для забезпечення електробезпеки всі металеві частини технологічного обладнання заземлені. На дільниці передбачено контур захисного заземлення та систему блискавкозахисту, виконану відповідно до вимог ДСТУ EN 62305.

За пожежною небезпекою виробнича дільниця належить до категорії Д. Протипожежний захист приміщення відповідає вимогам ДБН В.2.5-56:2014. Для евакуації персоналу у разі виникнення аварійної ситуації передбачено два незалежні евакуаційні виходи безпосередньо назовні.

Дільниця оснащена первинними засобами пожежогасіння: порошковими та вуглекислотними вогнегасниками, пожежним щитом із необхідним інвентарем, протипожежними покривалами та ящиком із піском. Для своєчасного виявлення пожежі передбачена електрична пожежна сигналізація неадресного типу.

i

## **5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці**

З метою підвищення рівня безпеки праці та покращення умов виробничого середовища на дільниці механічної обробки деталі типу «Корпус» передбачено впровадження комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, підвищення продуктивності праці та забезпечення стабільності технологічного процесу.

Одним із основних напрямів удосконалення виробництва є модернізація технологічного процесу шляхом впровадження елементів механізації та автоматизації. Застосування сучасного обладнання з числовим програмним керуванням і напівавтоматичним циклом роботи дозволяє зменшити частку ручної праці, скоротити допоміжний час та підвищити точність виконання технологічних операцій.

Автоматизація процесів завантаження, закріплення та обробки заготовок забезпечує значне зниження фізичного навантаження на працівників і скорочує тривалість перебування оператора в зоні дії небезпечних факторів. Це сприяє зменшенню ризику виробничого травматизму та підвищує рівень безпеки експлуатації обладнання.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		<b>50</b>

Особливу увагу приділено оновленню технологічного обладнання. Передбачається поступова заміна морально та фізично застарілих універсальних верстатів на сучасні високопродуктивні моделі, оснащені системами автоматичного контролю, блокування, аварійного вимкнення та захисними огороженнями. Використання такого обладнання дозволяє підвищити ергономічність робочих місць, знизити рівень шуму та вібрації, а також покращити енергоефективність виробництва.

Для забезпечення відповідності умов праці нормативним вимогам передбачено проведення атестації робочих місць після модернізації обладнання та впровадження нових технологічних рішень. Атестація дозволить оцінити фактичний стан виробничого середовища, визначити рівень впливу шкідливих факторів та підтвердити відповідність умов праці вимогам чинного законодавства у сфері охорони праці.

Додатково передбачено вдосконалення системи інструктажів та навчання персоналу з питань охорони праці, пожежної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях. Працівники забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт.

Реалізація запропонованих заходів дозволить створити безпечні та комфортні умови праці, підвищити надійність виробничого процесу, знизити рівень професійних ризиків і виробничого травматизму, а також забезпечити ефективне функціонування виробничої ділянки відповідно до сучасних вимог охорони праці.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		<b>51</b>

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено технологічний процес механічної обробки деталі типу «Корпус» для умов середньосерійного виробництва з урахуванням сучасних вимог до точності, продуктивності та економічної ефективності виробництва.

На основі аналізу конструктивних і технологічних особливостей деталі обґрунтовано вибір заготовки у вигляді безшовної трубної заготовки. Використання такого виду заготовки дозволило зменшити припуски на механічну обробку, скоротити витрати металу та підвищити коефіцієнт використання матеріалу.

У роботі розроблено маршрутний та операційний технологічний процес виготовлення деталі, визначено послідовність виконання операцій, підбрано необхідне технологічне обладнання, різальний і вимірювальний інструмент. Проведено розрахунки режимів різання, припусків, міжопераційних розмірів та норм часу, що забезпечило вибір оптимальних параметрів механічної обробки.

В економічному розділі визначено витрати на впровадження розробленого технологічного процесу та виконано розрахунок собівартості виготовлення деталі. Проведена оцінка економічної ефективності показала, що запропоновані технічні рішення є економічно доцільними та забезпечують зниження виробничих витрат.

У розділі охорони праці проведено аналіз умов праці на виробничій ділянці, розглянуто основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, а також запропоновано комплекс заходів щодо покращення безпеки праці. Передбачено заходи з удосконалення вентиляції, освітлення, зниження рівня шуму та вібрації, модернізації обладнання та підвищення рівня автоматизації виробничих процесів.

Отримані результати свідчать про те, що розроблений технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус» є технічно обґрунтованим, забезпечує необхідну точність і продуктивність обробки та може бути рекомендований до впровадження у виробничих умовах.

					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

## 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

i					<b>26.КВР.400.12.00.00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		<b>53</b>

ДОДАТКИ

















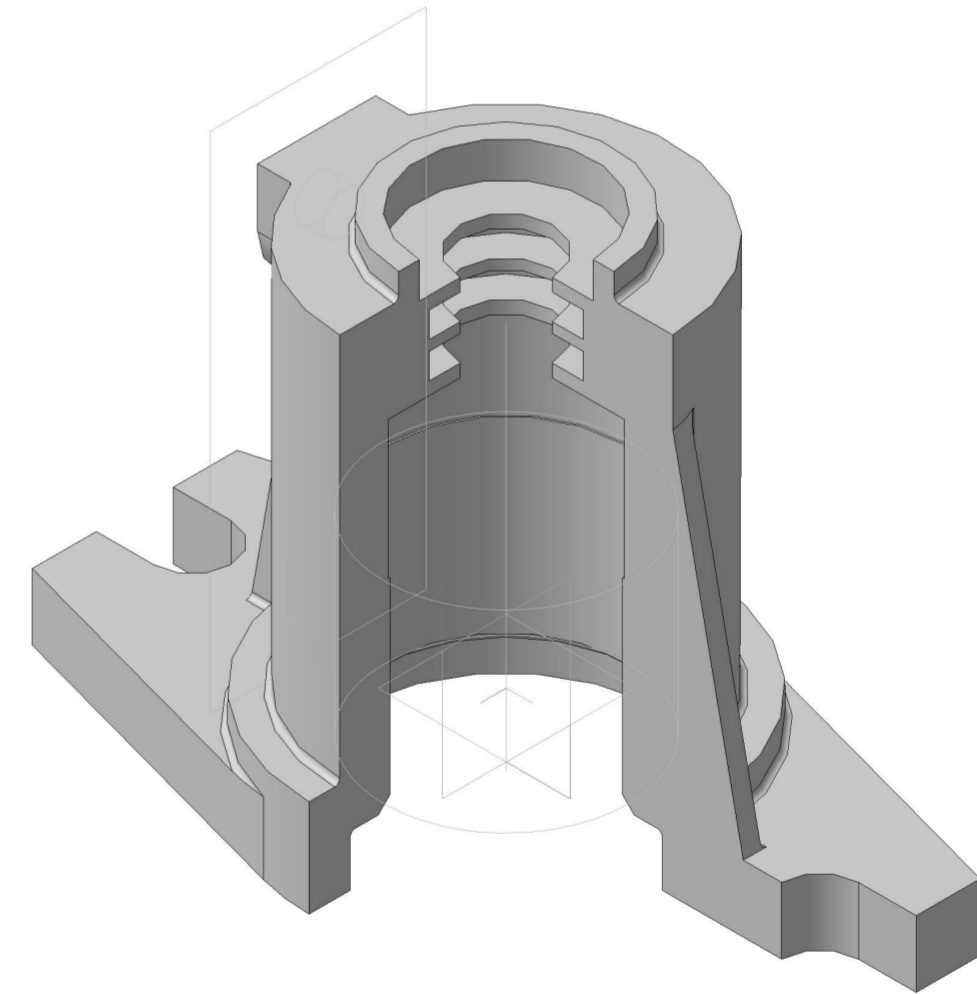
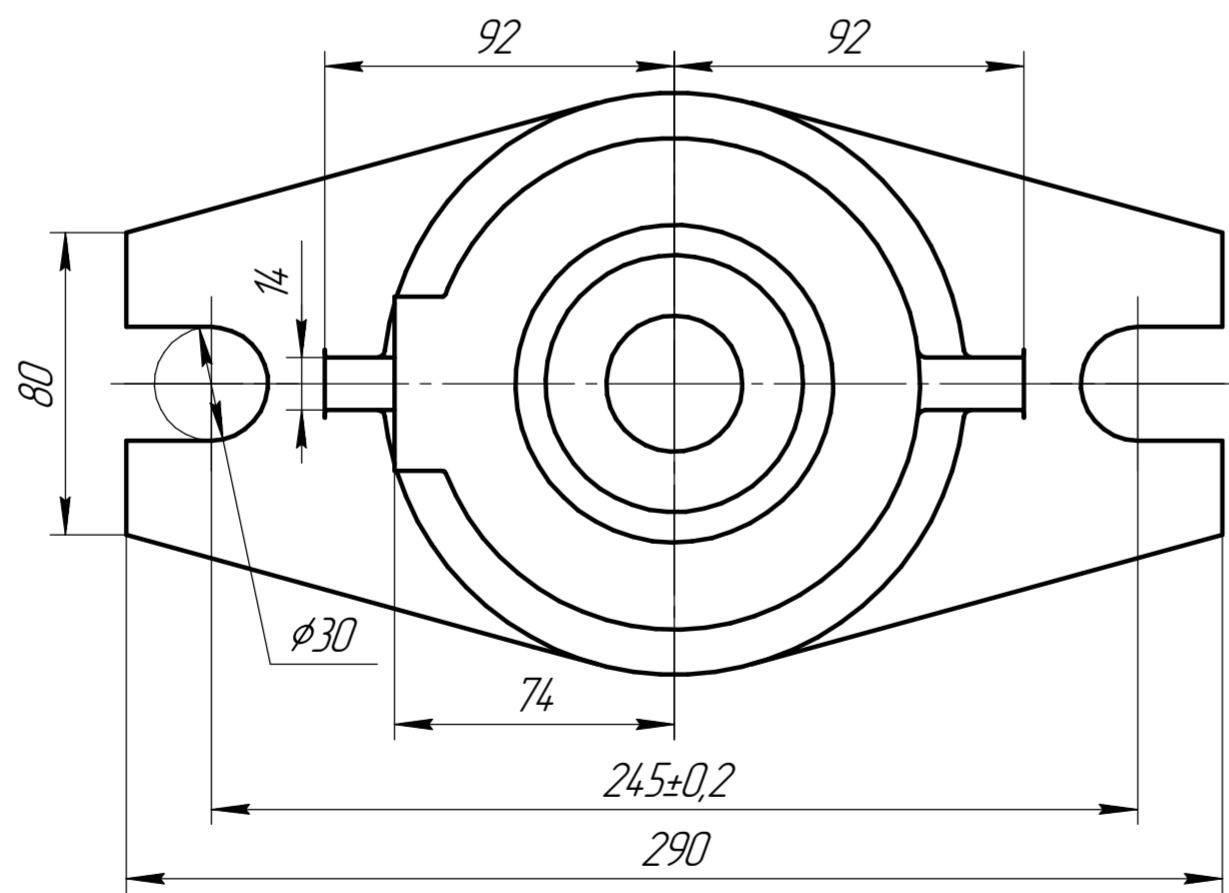
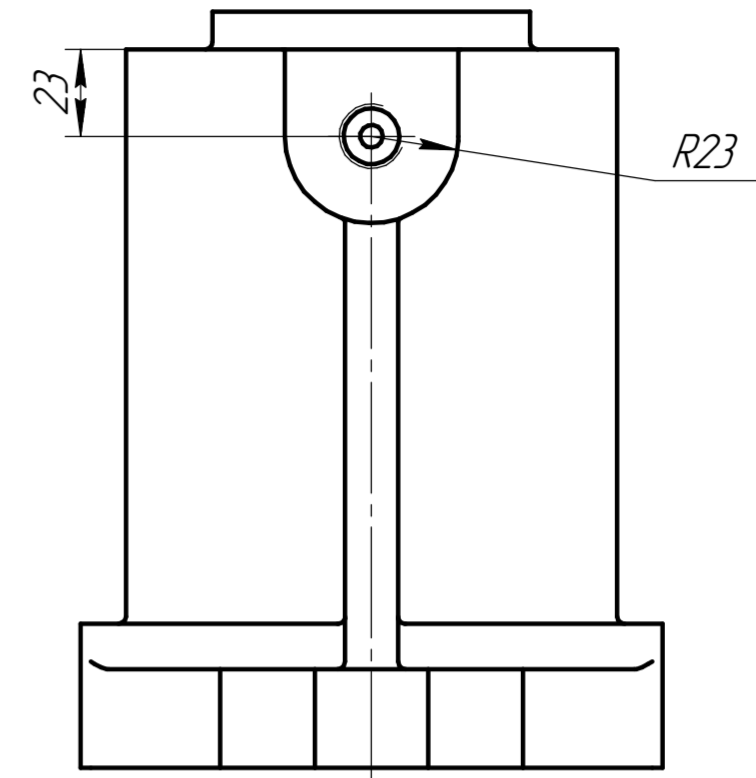
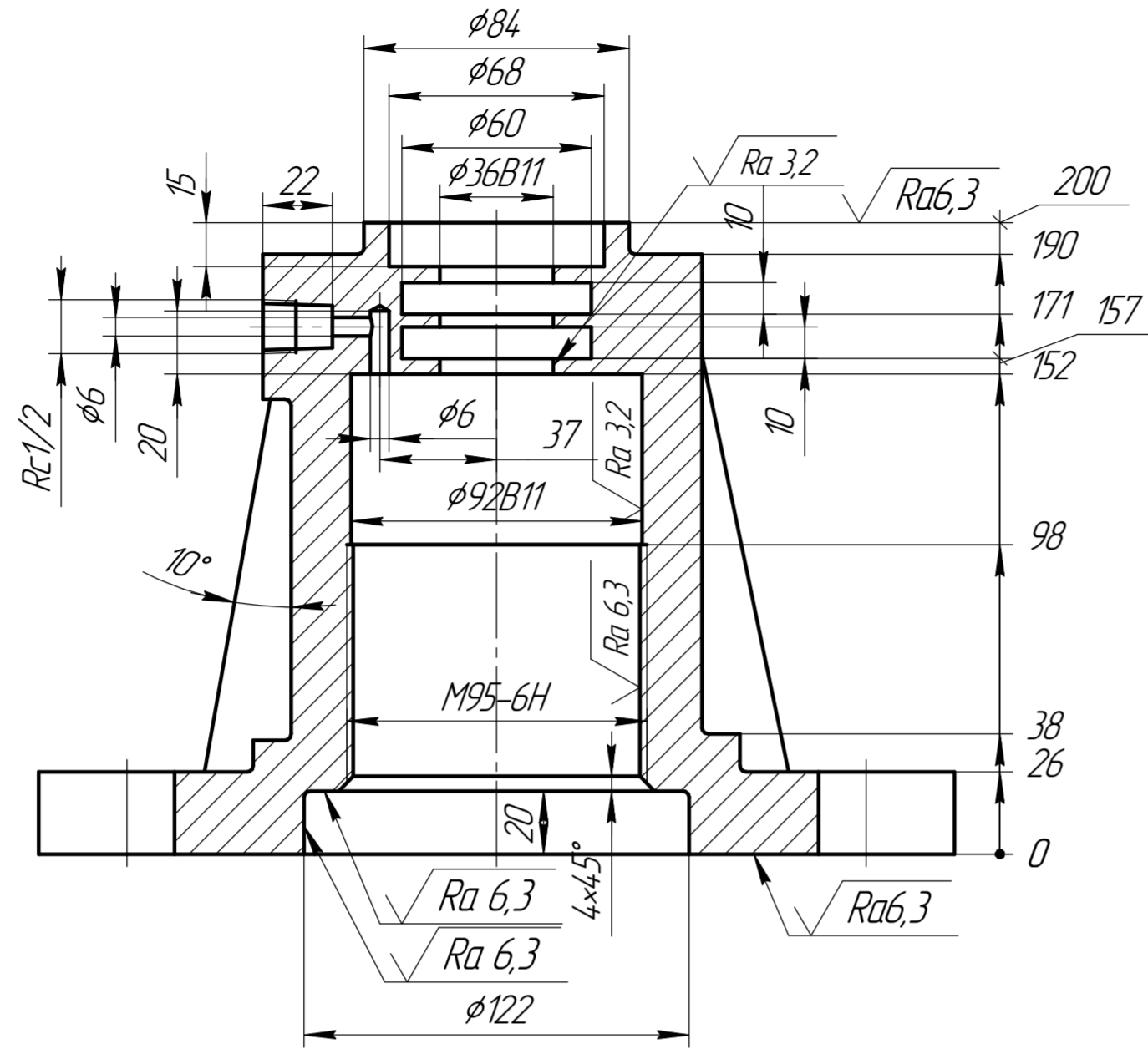




Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кільк.	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			26.КВР.400.12.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
БК	1		26.КВР.400.12.01.000	Пневмоциліндр	2	
				<u>Деталі</u>		
БК	2		26.КВР.400.12.00.001	Основа	1	
БК	3		26.КВР.400.12.00.002	Напрямна	1	
БК	4		26.КВР.400.12.00.003	Плита опорна	2	
БК	5		26.КВР.400.12.00.004	Рухома гудка	1	
БК	6		26.КВР.400.12.00.005	Ступінчаста гудка	1	
БК	7		26.КВР.400.12.00.006	Гайка сферична	2	
БК	8		26.КВР.400.12.00.007	Палець	3	
БК	9		26.КВР.400.12.00.008	Шпонка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		10		Гвинт М4х14	2	
		11		Гвинт М12х32	4	
		12		Гвинт М12х70	2	

					<b>26.КВР.400.12.00.000</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Скальський			Пристосування для фрезерного верстату	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Кодельник				Н	1	2
Реценз.						ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Волошин						
Затвер.								

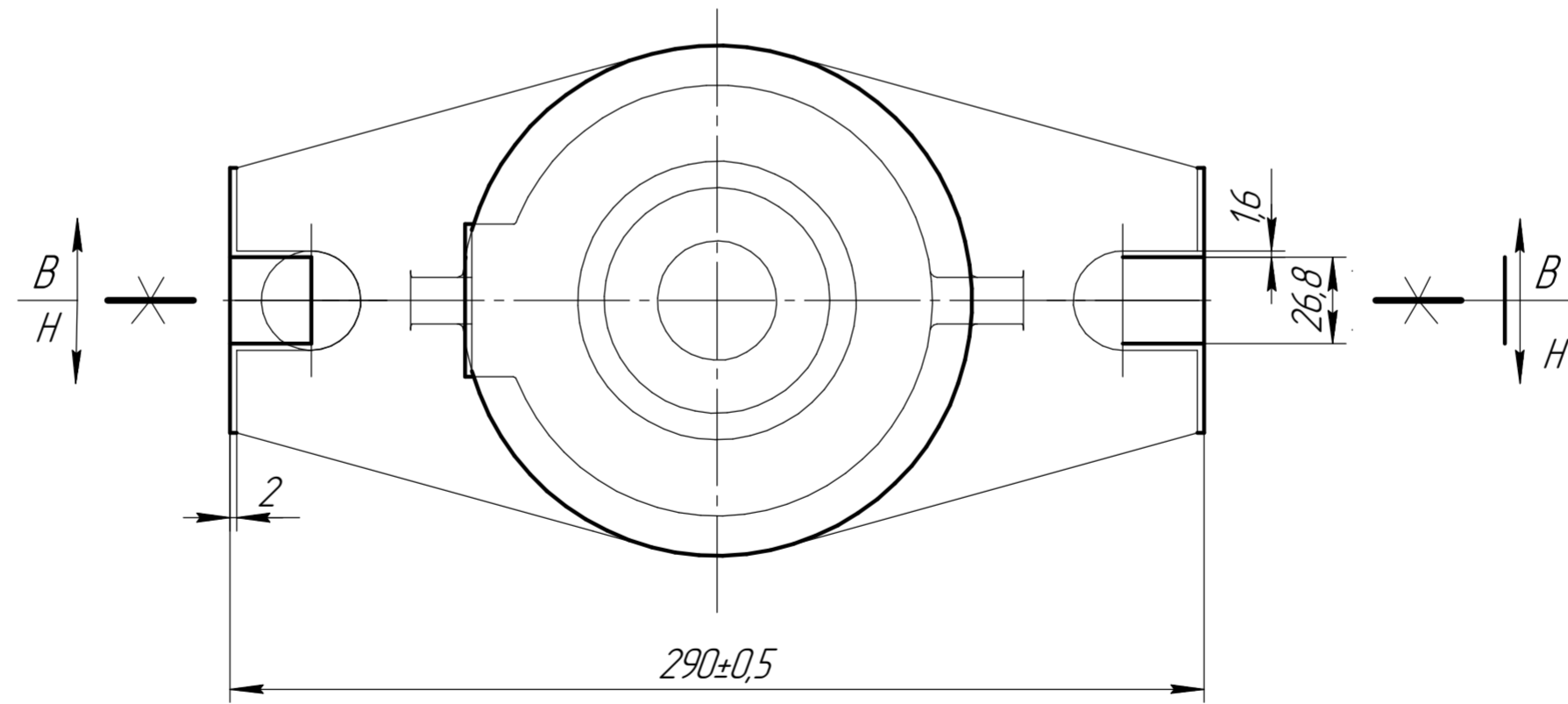
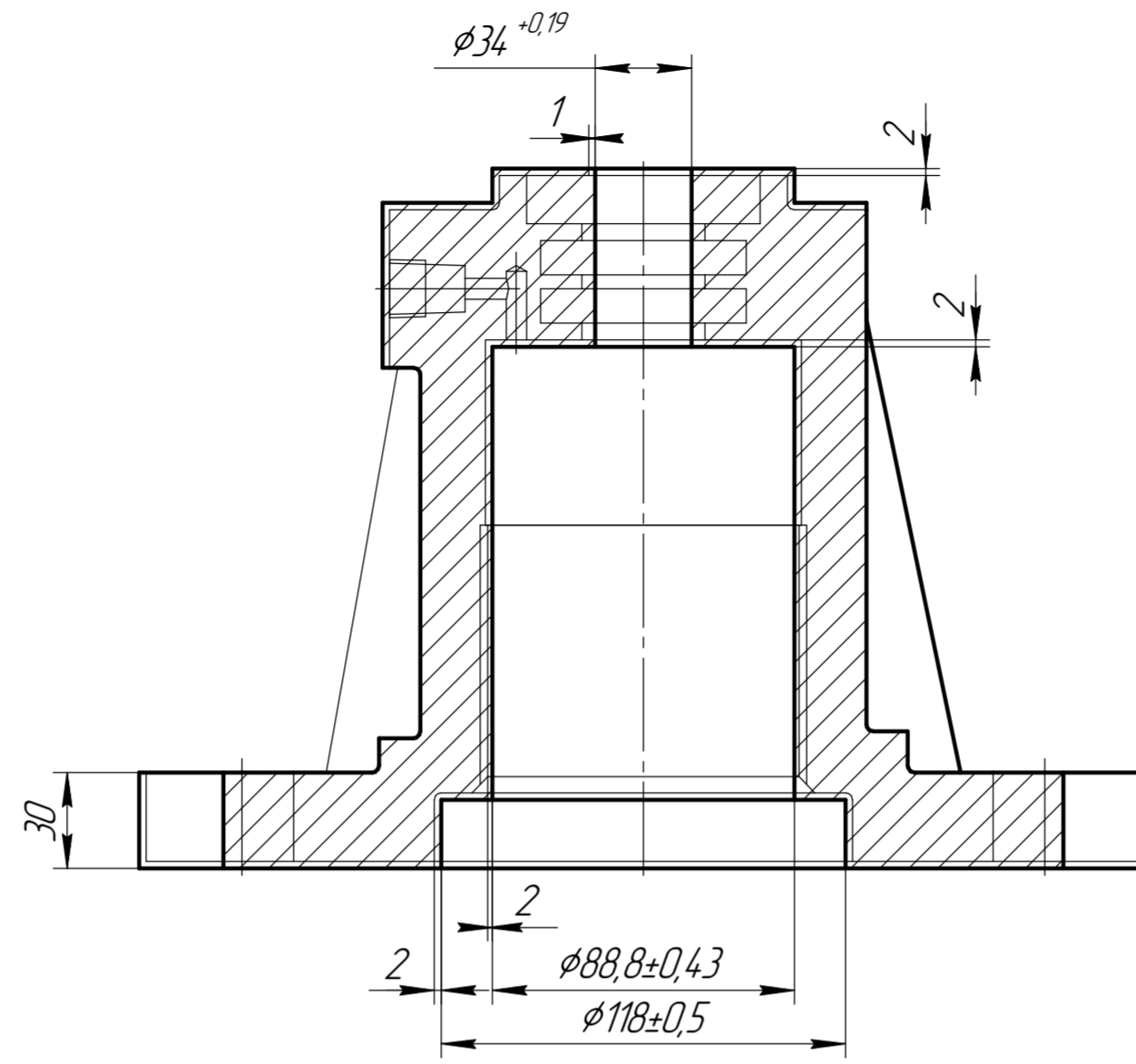




1. Ливарні радіуси - R2 мм.
2. Невказані граничні відхилення розмірів H14; h14;  $\pm IT14/2$ .

№ в. № арх. Підп. і дата  
Зам. № арх. № Підп. і дата  
№ в. № арх. Підп. і дата

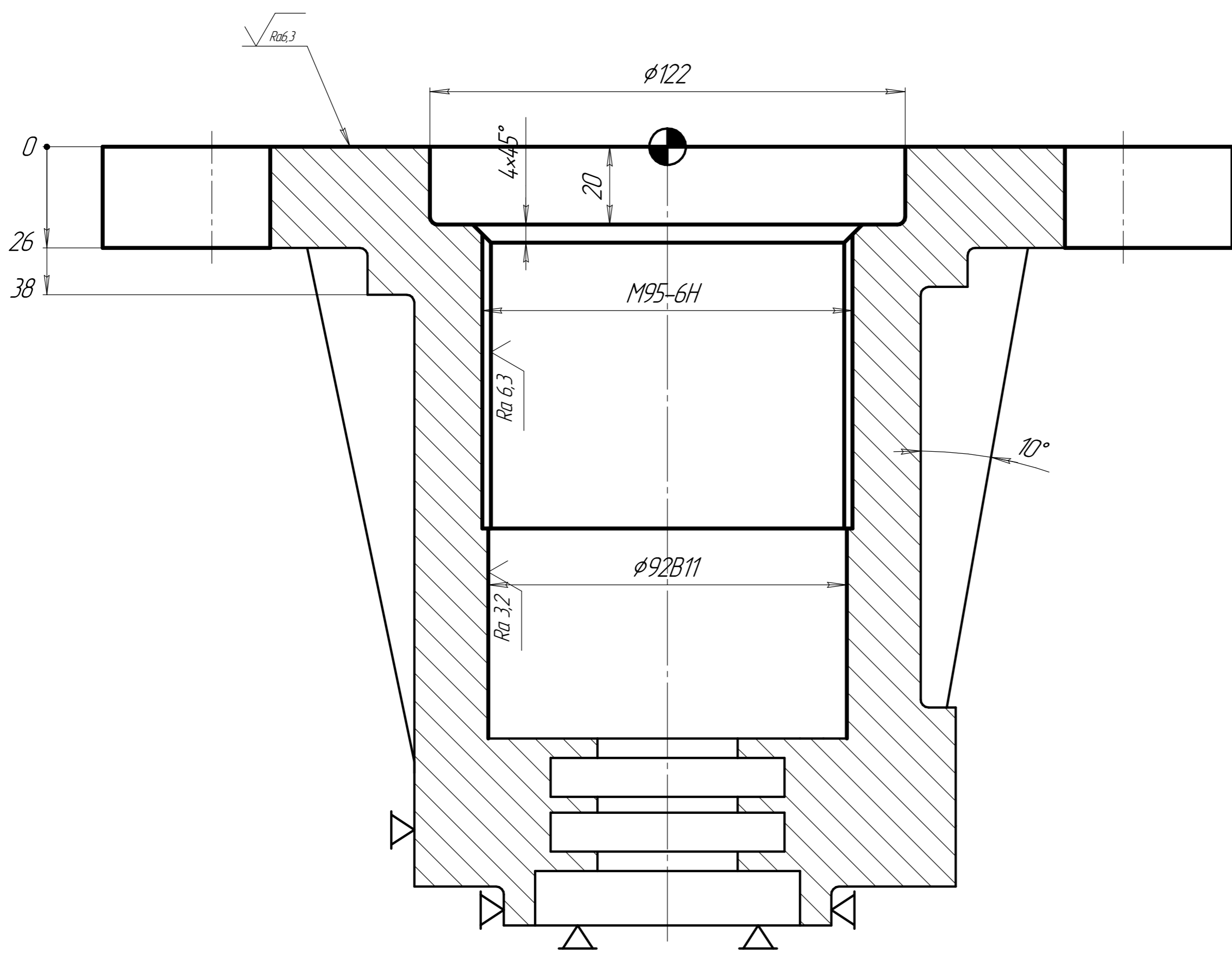
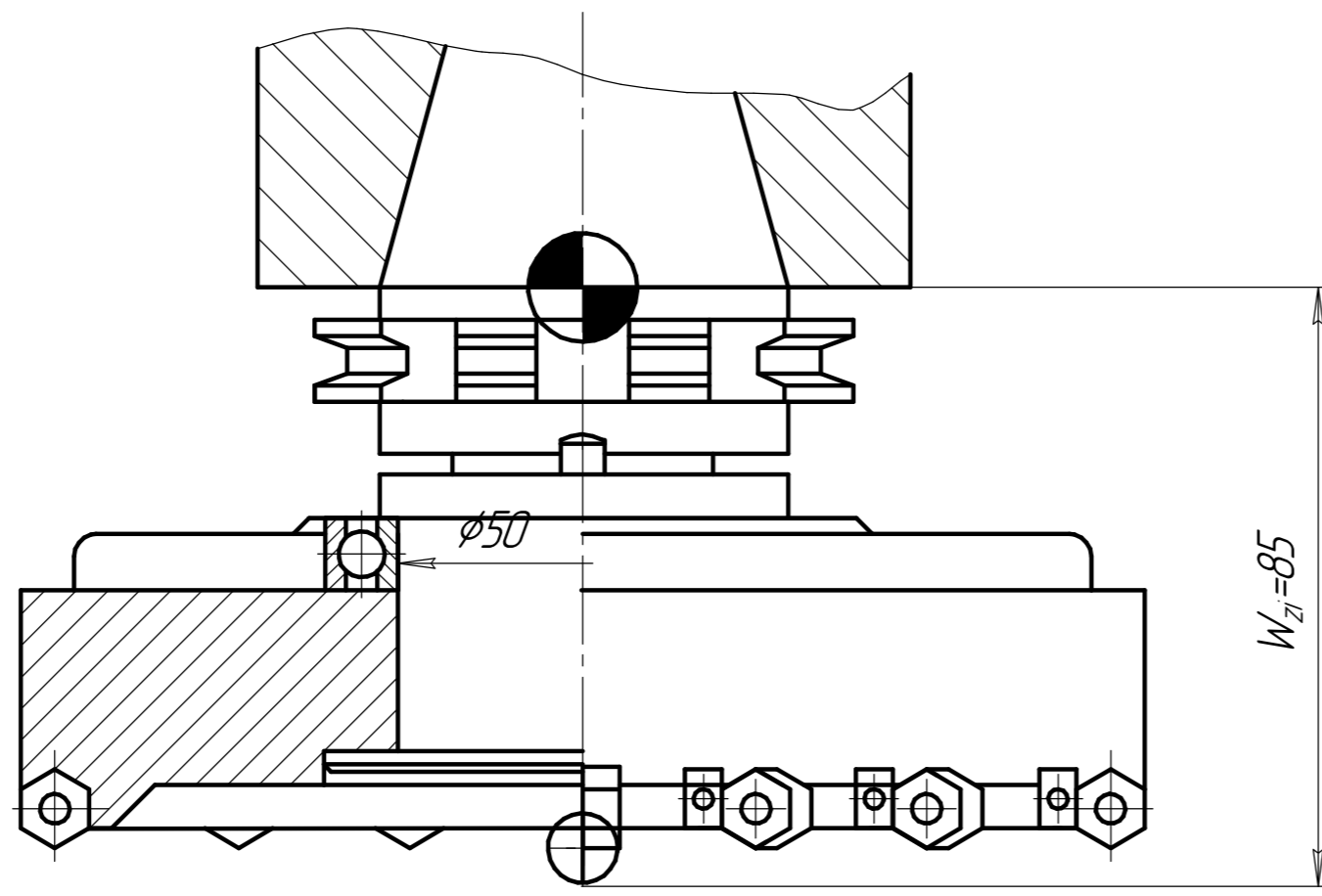
					26.KBP.4.00.12.00.000		
Зм.	Арх.	№ док. кум.	Підпис	Дата	<b>Корпус</b>		
Разроб.	Скальський						
Перевір.	Кодельник				Лит.	Маса	Масштаб
Т. контр.					H	13,3	1:1
Реценз.					Архив		Архив 1
Н. контр.	Волошин				СЧ15-32 ДСТУ 8833:2019		
Затв.					ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		



1. Ливарні радіуси - R2 мм.
2. Невказані граничні відхилення розмірів H14; h14; ±IT14/2.

№ в. № арх.	Підп. і дата
Зам. № в. №	Підп. і дата
І-в. № арх.	Підп. і дата

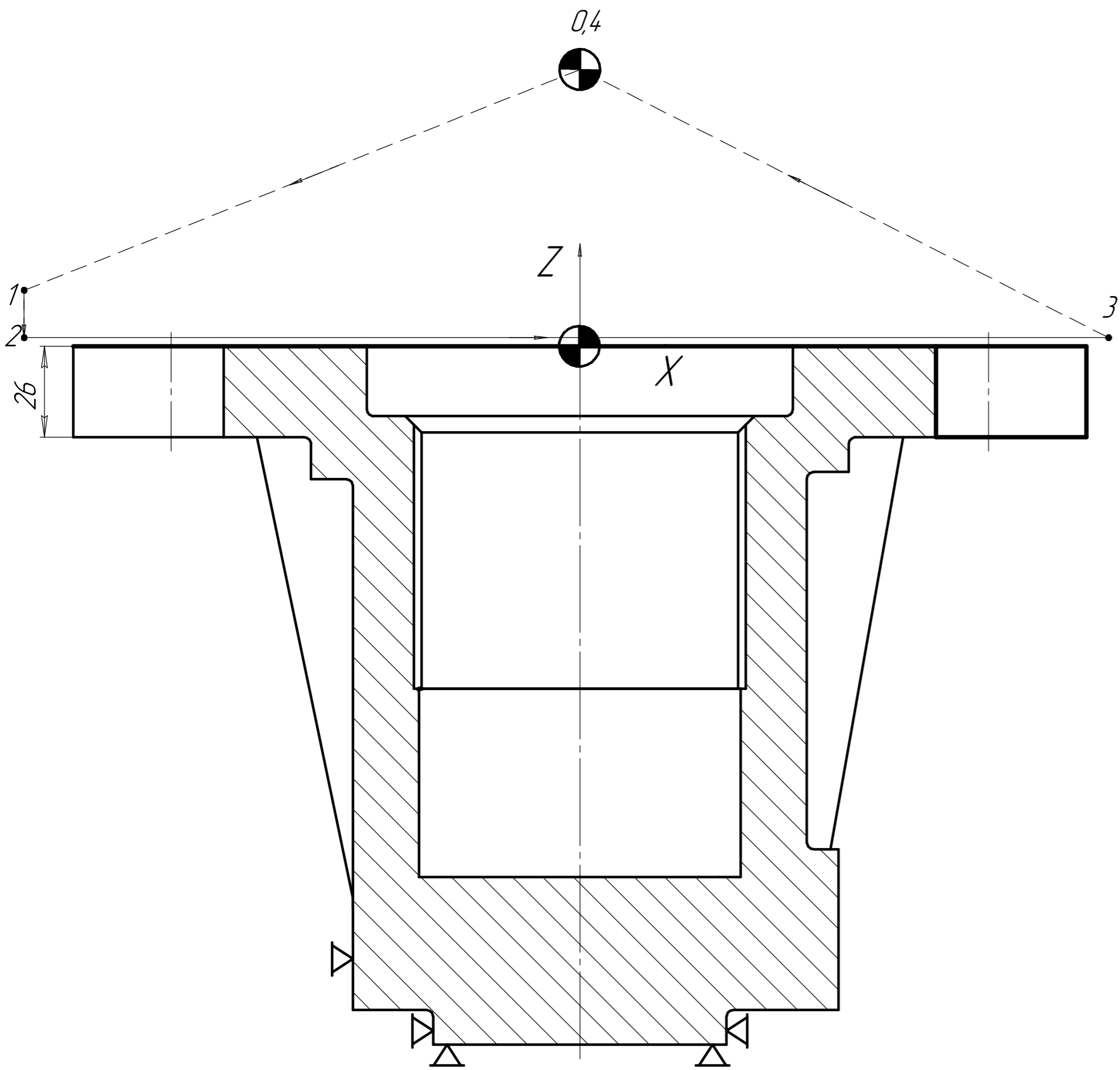
26.KBP.400.12.00.000				
Зм.	Арх.	№ док. ким	Підпис	Дата
Разроб.	Скальський			
Перевір.	Кодельник			
Т. контр.				
Реценз.				
Н. контр.	Волошин			
Затв.				
<b>Корпус</b> впливок			Лит.	Маса
			H	14,4
			Архив	Архив 1
СЧ15-32 ДСТУ 8833:2019			ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль	



№позиції	T1	T2	T3
Ріжучий інструмент	Фреза торцева $\phi 160$ 224-1-0167	Фреза 035-2233-0106 Марзе 3	Різець 2140-0058
Допоміжний інструмент	Оправка 1914-32079	Оправка 2-50 D=50	Оправка 40-125
$W_x$	0	0	0
$W_y$	0	0	0
$W_z$	122	82	60
№позиції	T4	T5	T6
Ріжучий інструмент	Різець 2142-0008	Різець К.014957. 000-06	
Допоміжний інструмент	Оправка 40-100	Оправка 40-100	
$W_x$	0	0	
$W_y$	0	0	
$W_z$	70	80	
№позиції	T7	T8	

26.KBP.4.00.12.00.000 KH					Лит	Маса	Масштаб
Зм	Арх	№реквиз	Підпис	Дата	Н	-	-
Розроб	Скальський				Аркши	Аркши 1	
Перевір	Кодельник				ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		
Т. контр.							
Реценз							
Н. контр.	Волошин						
Затв							

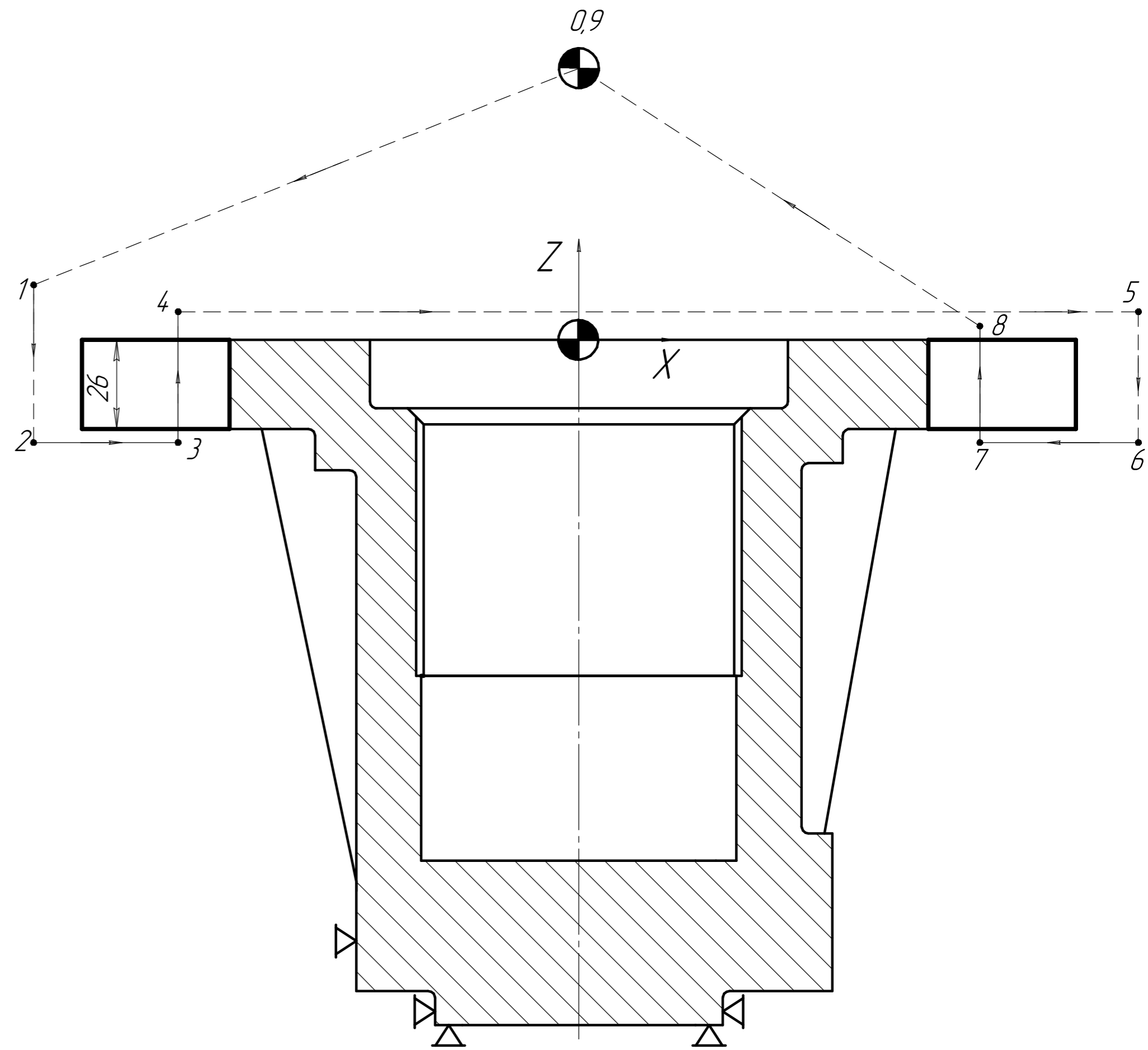
Перехід 02



T1 Фреза торцева  $\phi 160$  224-1-0167

№точки	0	1	2	3	4
x	0	-129	-129	129	0
y	0	0	0	0	0
z	122	5	0	0	122

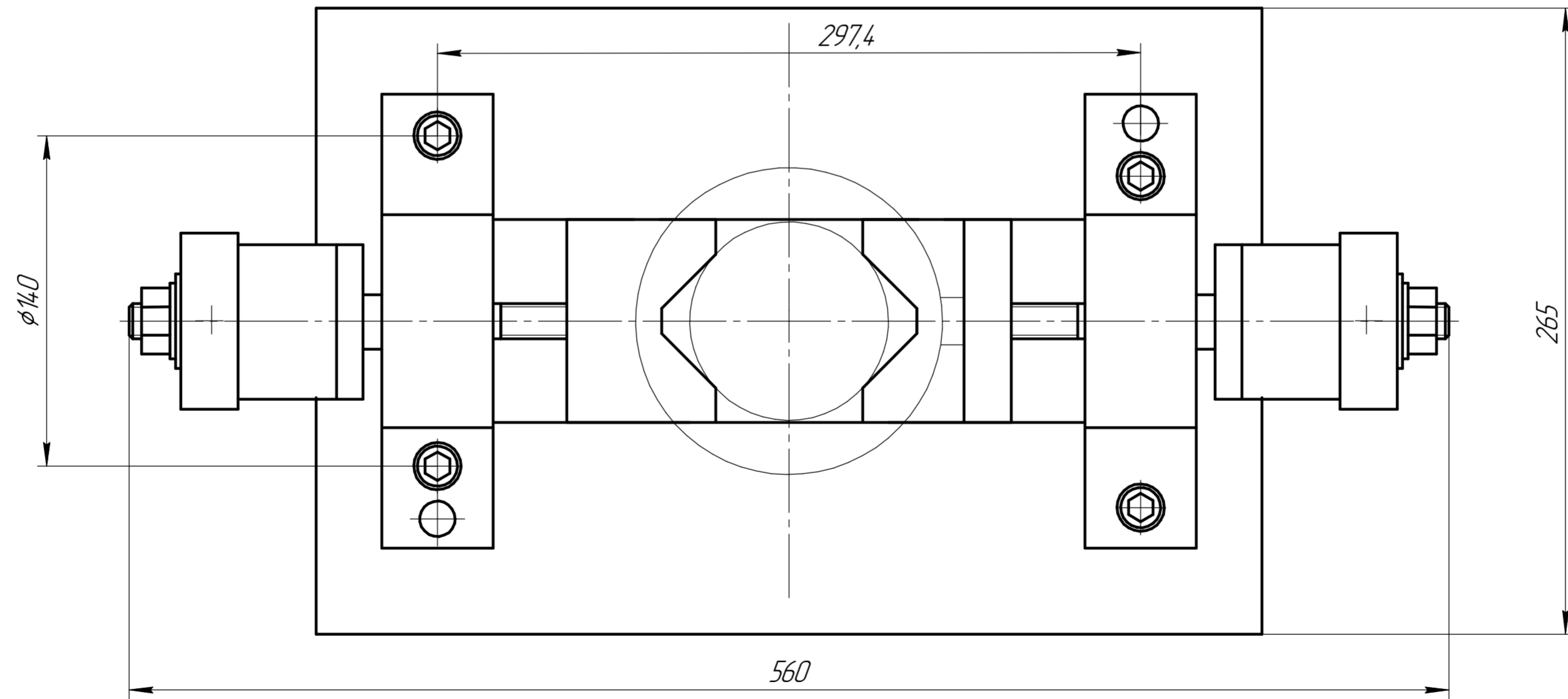
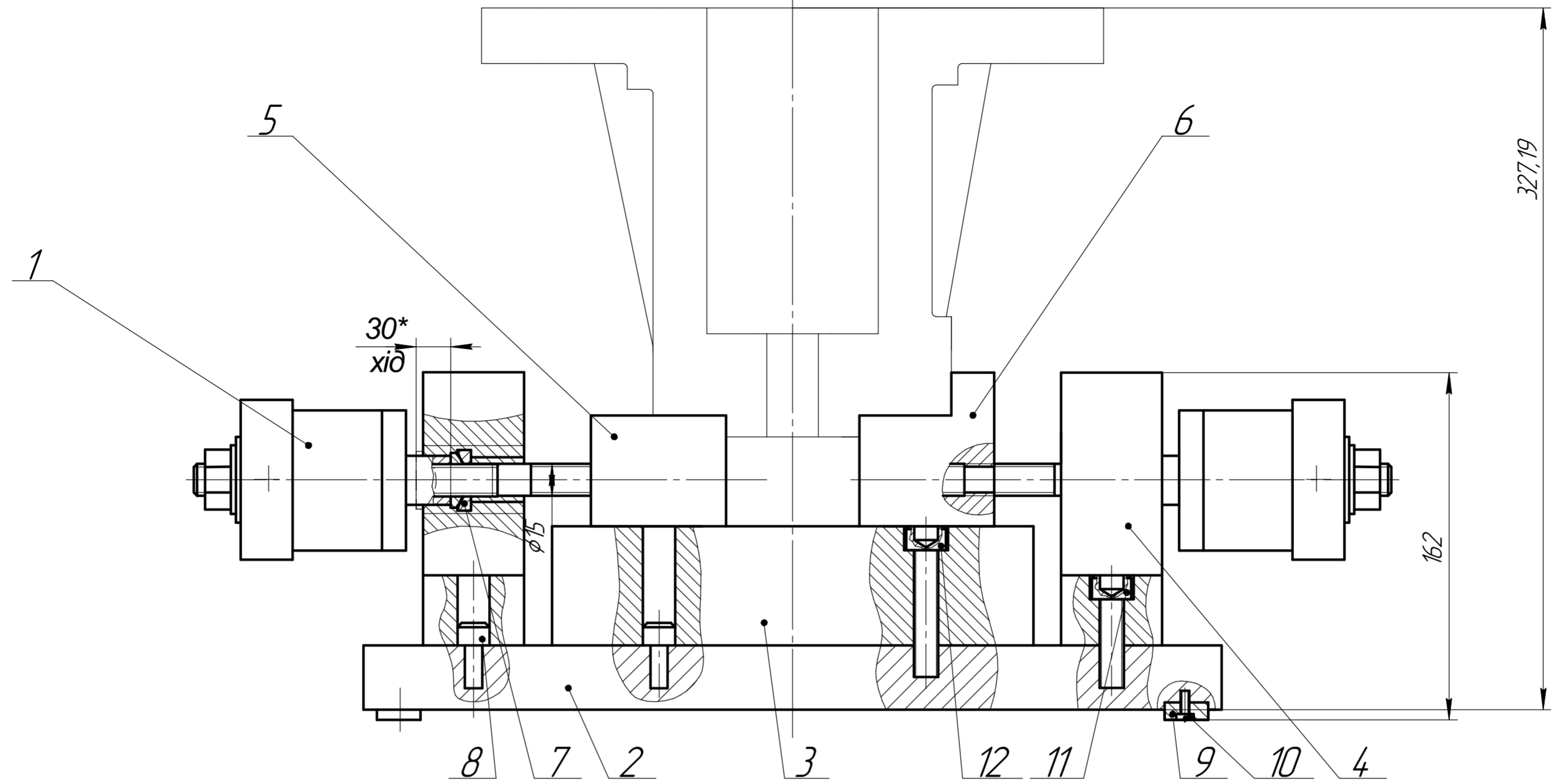
Перехід 03



T2 Фреза 035-2233-0106 Марзе 3

№точки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x	0	-88	-88	-60	-60	88	88	58	58	0
y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
z	122	5	-28	-28	2	2	28	28	2	122

26.KBP.4.00.12.00.000 PTK					Лит	Маса	Масштаб
Зм	Арх	№реквиз	Підпис	Дата	Н	-	-
Розроб	Скальський				Аркши	Аркши 1	
Перевір	Кодельник				ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		
Т. контр.							
Реценз							
Н. контр.	Волошин						
Затв							



- 1 \* Розміри для довідок.
- 2. Зусилля затиску 10000Н
- 3. Обладнання:

				<b>26.KBP.400.12.00.000 СК</b>				
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Приспособлення для фрезерного верстату Складальне креслення	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Скальський					Н		1:1
Перевір.	Кодельник					Аркцш	Аркцшів	1
Т. контр.						ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400		
Реценз.						м. Тернопіль		
Н. контр.	Волошин							
Затв.								

№ в. № арх. Підп. і дата  
Зам. № в. № Підп. і дата  
І-в. № арх. № Підп. і дата