

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.400.03.00.000

Виконав: студент IV курсу, групи МГ-400
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”
Годза Євгена Ярославовича

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

Годзу Євгену Ярославовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.03.00.000

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 2500 штук

Зміст розрахунково-пояснювальної записки _____

1 Загальна частина

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

2 Технологічна частина

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1 Вибір технологічних операцій

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

2.2.1 Вибір технологічних переходів

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольованого інструменту)

2.2.3 Розрахунок режимів різання

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

3 Вибір та обґрунтування пристосування на операцію

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування

3.3 Розрахунок зусиль затиску

4 Економічна частина

4.1 Обсяг інвестицій для реалізації проекту технологічного процесу

4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу

5 Охорона праці та безпеки життєдіяльності

5.1 Характеристика виробничої ділянки з точки охорони праці

5.2 Заходи з покращення умов праці на виробничій ділянці

Перелік графічного матеріалу:

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

Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Євген ГОДЗ

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Оксана КОБЕЛЬНИК

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Годз Є.Я. Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.03.00.000: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026, ___ с.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз вихідних даних, визначено основні технічні вимоги та обґрунтовано вибір заготовки. Розроблено послідовність механічної обробки із застосуванням верстатів з програмним керуванням, що забезпечують високу точність і стабільність виробничого процесу. У роботі наведено рекомендації щодо вибору обладнання, інструменту та режимів різання.

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

ANNOTATION

Godz E. Development and feasibility study of the technological process of mechanical processing of the part "Casing" 26.KVR.400.03.00.000: 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 qualification work analyzed the initial data, determined the main technical requirements and justified the choice of the workpiece. The sequence of mechanical processing was developed using software-controlled machines, which ensure high accuracy and stability of the production process. The work provides recommendations for the selection of equipment, tools and cutting modes.

Keywords: qualification work, CNC machines, technological process of manufacturing parts, 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	10
1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки	13
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	17
2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів	18
2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП	20
2.2.1 Вибір технологічних переходів	20
2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірною інструменту	23
2.2.3 Розрахунок режимів різання	26
2.2.4 Розрахунок технічних норм часу	30
3 ВИБІР ТА ОБґРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ	34
3.1 Призначення, будова та принцип роботи пристосування	34
3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування	34
3.3 Розрахунок зусиль затиску	36
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	38
4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу	38
4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі	42

					26.КВР.400.03.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.03.00.000 Пояснювальна записка	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Годз</i>						5	
<i>Перевір.</i>	<i>Кобельник</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								ВСП ТФК ТНТУ МГ-400 м. Тернопіль

4.3	Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу	46
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	51
5.1	Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці	51
5.2	Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці	53
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	55
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	57
	Специфікація на пристосування	
	Додатки	

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні механічна обробка посідає одне з провідних місць у структурі виробничого процесу, оскільки саме на цьому етапі забезпечується досягнення необхідної точності, якості поверхонь та відповідності геометричних параметрів деталей заданим вимогам. В умовах інтенсивного розвитку промисловості та зростання вимог до якості продукції важливості набуває вдосконалення технологічних процесів обробки, спрямоване на підвищення надійності, довговічності виробів і економічної ефективності виробництва.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус»» зумовлена широким використанням таких деталей у різних галузях машинобудування, де вони виконують відповідальні функції та потребують високої точності виготовлення.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення раціонального та економічно обґрунтованого технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус», який забезпечує досягнення заданих технічних вимог при мінімальних витратах на виробництво. Для досягнення мети необхідно вирішити такі основні завдання: провести аналіз конструкції деталі та умов її експлуатації; обґрунтувати вибір заготовки; розробити маршрут обробки; здійснити вибір технологічного обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту; визначити оптимальні режими різання та розрахувати техніко-економічні показники процесу.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їх використання на підприємствах машинобудівної галузі для підвищення ефективності виготовлення деталей типу «Корпус», зниження собівартості продукції та покращення її якості. Крім того, результати роботи можуть бути використані як основа для подальших досліджень у сфері оптимізації технологічних процесів механічної обробки.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.

Деталь «Корпус» належить до другої групи корпусних деталей, які мають гладкі внутрішні циліндричні поверхні, довжина яких перевищує їх діаметральні розміри. Такі деталі зазвичай використовуються для розміщення та фіксації валів, підшипників та інших елементів передач.

Корпус є основною базовою деталлю вузла, що забезпечує взаємне розташування і надійне кріплення складових частин механізму. Він виконує несучу функцію, сприймаючи основні навантаження, що передаються від валів через підшипники, і забезпечує точність взаємного розміщення осей обертання.

Конструктивно корпус має циліндричну порожнину, у якій розміщуються два підшипники кочення — кульковий і роликовий, що сприймають радіальні та осьові навантаження під час роботи механізму. Внутрішні циліндричні поверхні корпусу слугують посадковими місцями для підшипників, тому до них висувуються підвищені вимоги щодо:

- точності діаметральних розмірів;
- співвісності отворів;
- геометричної форми (овальності, конусності);
- параметрів шорсткості.

Оскільки ці поверхні працюють у зоні тертя та зношування, до них також ставляться високі вимоги щодо зносостійкості та якості поверхневого шару. Для підвищення довговічності може застосовуватися шліфування, хонінгування або притирання.

Зовні корпус оснащений двома лапами, за допомогою яких він кріпиться до рами або станини машини болтами. Таке кріплення забезпечує стійкість деталі під час роботи та зручність монтажу або демонтажу.

На торцях корпусу передбачено чотири різьбові отвори для кріплення кришок, які закривають підшипникові гнізда і захищають їх від потрапляння пилу, мастила

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

чи сторонніх частинок. Крім того, на фланці корпусу виконано шість отворів під болти, призначених для встановлення захисного кожуха або кришки.

Матеріалом корпусу є сірий чавун СЧ20 (за ДСТУ EN 1561:2019), який забезпечує необхідну міцність, добрі ливарні властивості, демпфування вібрацій і достатню зносостійкість. Для виготовлення заготовки використовується лиття у піщані форми, що дозволяє отримати складну конфігурацію з мінімальними витратами механічної обробки.

Основними оброблюваними поверхнями є:

1. внутрішній циліндричний отвір під підшипники;
2. торцеві поверхні під кришки;
3. площини лап для кріплення до основи;
4. отвори під кріпильні болти.

Для забезпечення точності при обробці корпус має базові поверхні, до яких належать нижня площина лап і одна з торцевих поверхонь отвору. Вони використовуються як технологічні бази під час механічної обробки, контролю та складання.

Таким чином, корпус виконує ключову функцію опори та з'єднання всіх елементів механізму, забезпечуючи точність, жорсткість і надійність роботи вузла. Його конструкція є технологічною, зручною для виготовлення, складання, обслуговування та ремонту.

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь.

Виконуємо аналіз технічних вимог.

Виходячи від конструктивного виконання і службового призначення до корпусу (рисунок 1.1) ставляться наступні технічні вимоги:

1. Точність геометричної форми плоских базових поверхонь. До поверхонь розміром менше 500мм відхилення від площинності і паралельності зазвичай знаходяться в межах 0,01-0,07мм.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

2. Точність відстаней між двома паралельними площинами знаходиться в межах 0,02-0,5мм.

3. Точність діаметральних розмірів і форм отворів.

Діаметральні розміри головних отворів, виконуючі в основному роль базуючих поверхонь під підшипники, відповідають 6-8 квалітету точності.

4. Точність відносного положення осей головних отворів, відносно плоскої базової поверхні 0,01/200-0,15/200.

5. Точність відстані від осей головних отворів до базової площини становить 0,02-0,5мм. Відхилення від співвісності отворів 0,02-0,5мм

6. Параметри шорсткості плоскої базової поверхні $Ra=1,25\dots 6,3$, поверхонь головних отворів $Ra=1,25\dots 0,16$.

Провівши технологічний контроль креслення з точки зору точності і шорсткості, точності форми та розташування поверхонь, присвоюємо поверхням деталі номери від 1...26 та виконуємо аналіз технічних вимог на її виготовлення.

Вивчаючи креслення деталі з точки зору якості поверхонь, можна виділити серед них основні та допоміжні.

До основних поверхонь відносяться:

- два отвори $\text{Ø}62\text{H}7$ Ra 6,3 які служать для посадки підшипників.

До допоміжних поверхонь можна віднести:

- 8 різьбових отворів $M8 -8G$, які призначені для приєднання кришки.

- 6 отворів $\text{Ø}10\text{H}14$ з міжосьовою відстанню $\text{Ø}135$ для проходження стяжних болтів

- 2 отвори $\text{Ø}15$ Ra 1,6 з міжосьовою відстанню $\text{Ø}100$ для приєднання корпусу до рами.

З точки зору забезпечення заданої точності і шорсткості поверхонь деталь не представляється складною.

Аналіз технічних вимог до деталі подано в таблиці 1.1.

					26.КВР.400.03.00.00.000 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;25	190Н11	Чорнове фрезерування торців	ШЦ-I-125 ДСТУ 166:2009 Зразки шорсткості поверхонь ДСТУ 2413-94.
3...8	Ø15Н12	Свердління	ШЦ-II-250 ДСТУ 166:2009 Зразки шорсткості поверхонь ДСТУ 2413-94.
17...24	Ø6,8Н12	Свердління під різьбу	ШЦ-II-250 ДСТУ 166:2009
17...24	Ø8	Нарізання різьби	Різьбовий калібр ДСТУ 1422-83
2, 26	Ø62Н7	Розточування	Калібр-пробка ДСТУ 1422-83
9...16	2 x45 °	Зенкування	Шаблон фасонний
27, 28	90Н12	Фрезерування	ШЦ-I-125 ДСТУ 166:2009 Зразки шорсткості поверхонь ДСТУ 2413-94.
29, 30	Ø15Н9	Свердління	Калібр-пробка ДСТУ 1422-83

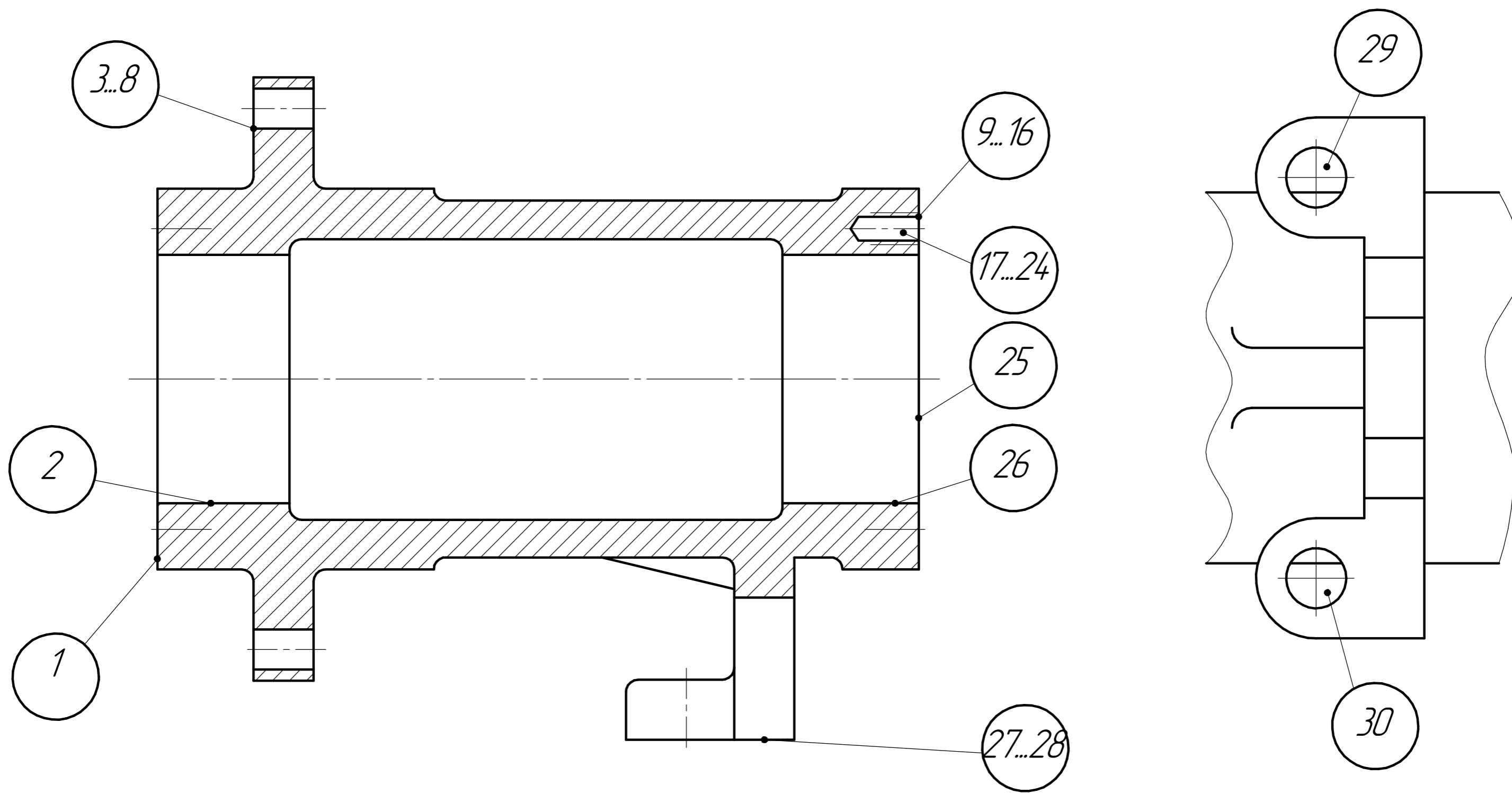


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі з номерами поверхонь

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

Для попереднього визначення типу виробництва використовуємо таблиці 3.2.5.2 с.14 [2]. Виходячи з маси деталі 8,52 кг і річної програми випуску 250 шт. встановлюємо тип виробництва-дрібносерійне. Дрібносерійне виробництво характеризується предметно-потоковою формою організації виробничого процесу, розміщення технологічного обладнання за типами верстатів, періодичною повторюваністю партій, різною кваліфікацією робітників, типовим і одиничним видом технологічних процесів, універсальним технологічним обладнанням, універсальними різальними інструментами, широким застосуванням розмітки. Кількість деталей в партії 5шт.

$$П = \frac{N \cdot a}{257} = \frac{250 \cdot 5}{257} = 4,86 = 5 \text{ шт}$$

Отже, величина партії деталей становить 5шт. при роботі дільниці в одну зміну.

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Вибір методу отримання заготовки залежить від конструкції деталі, її матеріалу та обсягу виробництва.

Техніко економічне обґрунтування вибору заготовки.

Для машинної формовки приймаємо ряд припуску 2, маса деталі 8,52 згідно [4] с. 96.

Визначаємо масу заготовки:

$$Q_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \times \rho \quad (1.1)$$

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Перед тим, як розрахувати масу заготовки, визначають її розміри з врахуванням припусків, обчислених табличним методом.

Загальні припуски на розміри заготовки приведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 — Загальні припуски на розміри заготовки

Оброблювана поверхня, її розміри і точність	Параметри шорсткості деталі, Ra, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск на сторону, мм	Розмір заготовки з граничними відхиленнями
Литво з машинною формовкою (7) ряд-2				
190	6,3	±1,4	2,4	194±0,7
∅95	6,3	±1,1	1,6	∅98,2±0,55
∅62H7	0,63	±1,0	2,0	∅58±0,5
90	3,2	±1,1	1,6	91,6±0,55

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_z = m_d + m_{пр} + m_n, \quad (1.2)$$

де m_d - маса деталі;

$m_{пр}$ - маса припуску;

m_n - маса напуску.

Визначаємо об'єм припуску:

$$V_{пр} = \sum V_i \quad (1.3)$$

$$V_{пр} = 59192 = 0,059 \times 10^{-3} \text{ м}^3$$

Визначаємо масу припуску:

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$$m_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \times J_{\text{пр}} \quad (1.4)$$

$$J_{\text{пр}} = 7,1 \times 10^3 \text{ кг/м}$$

$$m_{\text{пр}} = 0,059 \times 7,1 = 0,4189 = 0,42 \text{ кг}$$

Визначаємо масу напуску:

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

$$V_{\text{н}} = \sum V_{\text{н}} = 6029 + 7065 = 13094 \text{ мм} = 0,013 \times 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$m_{\text{н}} = 0,013 \times 7,61 = 0,10 \text{ кг}$$

$$m_3 = 8,52 + 0,42 + 0,1 = 9,04 \text{ кг}$$

Вартість заготовки визначаємо за формулою:

$$S = \frac{C_{\text{заг.}}}{1000} = Q_{\text{заг}} \times K_{\text{вт}} \times K_{\text{вмс}} \times K_{\text{вс}} \times K_{\text{вмт}}, \quad (1.6)$$

де $K_{\text{вт}} = 1,32$ додаток 21, [4].

Група серійності 9

Для групи серійності 9 визначаємо $K_{\text{вп}} = 1,30$ додаток 23 [4].

$K_{\text{вмс}} = 0,91$ додаток 24 [4].

$K_{\text{вс}} = 1,0$ додаток 25. [4] Для тіл обертання типу дисків.

$K_{\text{вмт}} = 1,04$ додаток 26. [4] Для СЧ, отриманого в земляних формах.

Базова вартість вилівка, отримана в земляні форми визначається згідно ринкових цін виробників.

Приймаємо для розрахунків $C_{\text{заг.}} = 80000$ грн/т.

$$S = \frac{80000}{1000} \times 9,04 \times 1,3 \times 0,91 \times 1 \times 1,04 = 890 \text{ грн}$$

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

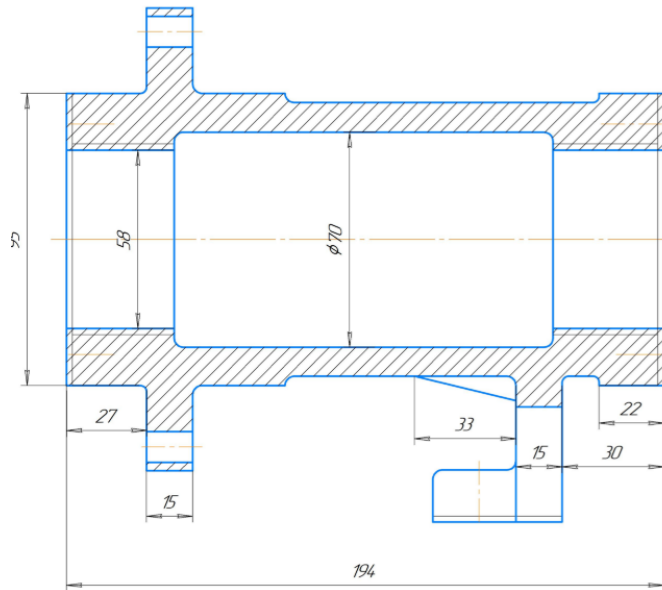


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки

Вартість заготовки з врахуванням відходів:

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{вил}} - \frac{(m_{\text{заг}} - m_{\text{д}})}{1000} \text{Ц}_{\text{стр}} \quad (1.7)$$

$$S_{\text{заг}} = 890 - \frac{(9,04 - 8,52)}{1000} 5 = 860 \text{грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу для двох заготовок за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{з}}} \quad (1.8)$$

$$K_{\text{вт}} = \frac{8,52}{9,04} = 0,94$$

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1. Вибір технологічних операцій

Враховуючи тип виробництва – дрібносерійний, складаємо маршрут виготовлення деталі “Корпус”:

Операція 005. Фрезерна: фрезерування поверхонь (27)(28)

Операція 010. Вертикально-свердлильна: свердління отворів (29)(30)

Операція 015. Розточувальна з ЧПК: фрезерування торців (1)...(25), центрування і свердління отворів (3)...(8), (17)...(24), зенкування фасок в отворах (17)...(24), нарізання різьби в отворах (17)...(24), розточування отворів (2), (26) послідовно.

Операція 020. Алмазно-розточувальна: розточування отворів (2), (26) послідовно.

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення

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

Для дрібносерійного виробництва приймаємо універсальні верстати і верстати з ЧПК.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

При виборі оптимального варіанта пристосування повинні враховуватись технічні вимоги на виготовлення деталі, кількість оброблюваних деталей, необхідна продуктивність, вимоги техніки безпеки та промислової санітарії, затрати на виготовлення пристосування.

Для дрібносерійного виробництва вибираємо універсально-налагоджувальні, універсально безналагоджувальні, універсально-збірні пристосування. Враховуючи вищевказане, приймаємо такі види обладнання та оснащення (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 — Вибір обладнання та оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
1	2	3	4
005	Фрезерна	6P12	УЗП
010	Вертикально свердлильна	2Н118	Спеціальне пристосування для свердління отворів
015	Розточувальна з ЧПК	2204ВМФ4	УЗП
020	Алмазно-розточувальна	2Е78П	УЗП

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 напрямленні зворотному ходу технологічного процесу обробки. [3] “Визначення припусків табличним методом”.

Операційні та проміжні припуски з таблиць довідників задаються в залежності від стадії обробки (чорнова, напівчистова, чистова, тонка).

Припуски визначенні табличним методом на механічну обробку вносимо в таблицю 2.2.

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 (виливок)	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

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

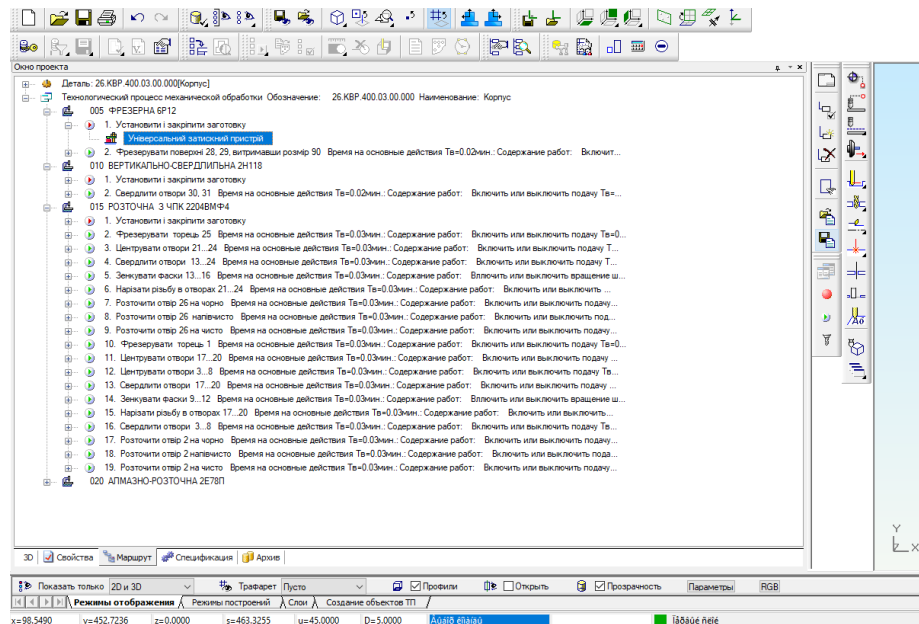


Рисунок 2.1 Загальний вигляд вікна технологічного процесу у САПР ТП

2.2.1 Вибір технологічних переходів

У програмному середовищі формування технологічних переходів виконується не вручну у повному обсязі, а на основі заданих користувачем вихідних умов. До них належать конструктивні особливості деталі, вимоги до точності та якісні характеристики поверхонь. Геометричні параметри оброблюваних елементів визначаються за кресленням або ескізом і слугують базою для подальших розрахунків.

З урахуванням цих даних система дозволяє призначати допуски для кожної поверхні відповідно до технічних вимог, а також автоматизовано підбирати або пропонувати варіанти технологічних переходів.

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.KBP.400.03.00.00.000 ПЗ				

Вибір здійснюється з урахуванням типу поверхні, методу обробки, необхідного класу точності та виробничих умов, що значно спрощує процес проектування.

У межах поставленого завдання операційна технологія розробляється для однієї конкретної операції. Основна увага приділяється формуванню логічно обґрунтованої та ефективної послідовності як основних, так і допоміжних переходів під час обробки поверхонь деталі (рисунок 2.2), що забезпечує досягнення необхідної точності та якості при мінімальних витратах часу і ресурсів.

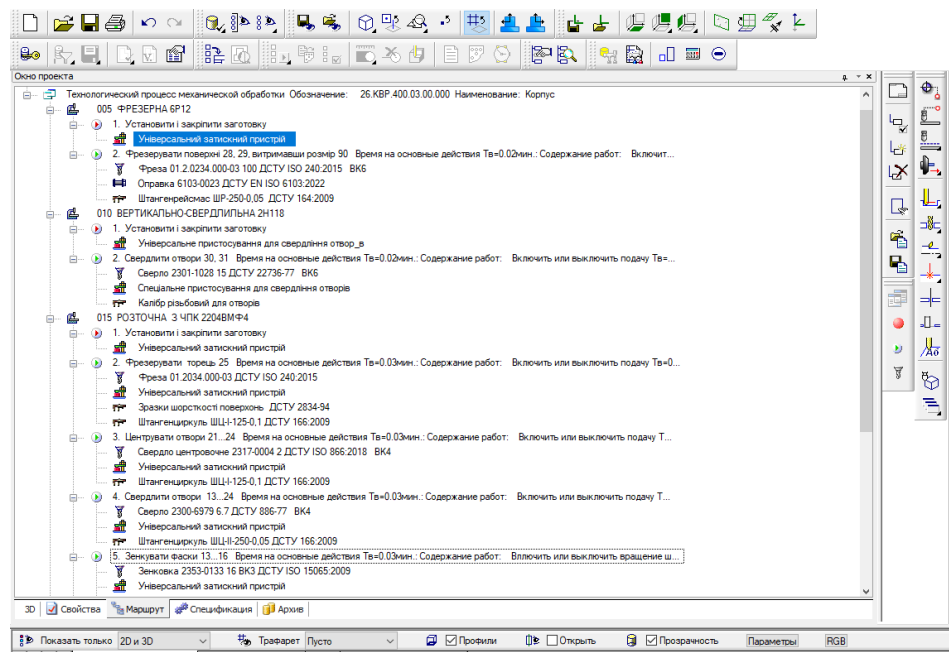


Рисунок 2.2 Вигляд вікна переходів у середовищі САПР ТП

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

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Операція 005. Фрезерна

1. Установити і закріпити заготовку;
2. Фрезерувати поверхні $\textcircled{23}$ $\textcircled{24}$ витримавши розмір 90;
3. Зняти деталь;
4. Контроль розмірів.

Операція 010. Свердлильна

1. Установити і закріпити заготовку;
2. Свердлити 2 отвори $\textcircled{25}$ $\textcircled{26}$ на $\textcircled{\varnothing}15$
3. Зняти деталь;
4. Контроль розмірів.

Операція 015. Розточувальна з ЧПК

1. Встановити заготовку і закріпити;
2. Фрезувати торець $\textcircled{25}$ витримавши розмір 192_{-460} ;
3. Центрувати отвори $\textcircled{27}$... $\textcircled{24}$ на $\textcircled{\varnothing}2^{+100}$;
4. Свердлити отвори $\textcircled{21}$... $\textcircled{24}$ на $\textcircled{\varnothing}6,8^{+150}$;
5. Зенкувати фаски $\textcircled{13}$... $\textcircled{16}$ $2 \times 45^\circ$;
6. Нарізати різьбу М8-8G в отворах $\textcircled{21}$... $\textcircled{27}$;
7. Розточити отвір $\textcircled{26}$ на розмір 62^{+60} ;
8. Повернути стіл зворотнім боком;
9. Фрезерувати торець $\textcircled{1}$ на розмір 190_{-460} ;
10. Центрувати отвори $\textcircled{17}$... $\textcircled{20}$ $\textcircled{\varnothing}2^{+100}$;
11. Центрувати отвори $\textcircled{3}$... $\textcircled{8}$ $\textcircled{\varnothing}2^{+100}$;
12. Свердлити отвори $\textcircled{17}$... $\textcircled{20}$ $\textcircled{\varnothing}6,8^{+150}$;
13. Зенкувати фаску $\textcircled{9}$... $\textcircled{12}$ $2 \times 45^\circ$;

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

14. Нарізати різьбу в отворах ①⑦ ... ②① M8-8G;
15. Свердлити отвори ③ ... ⑧ $\varnothing 10^{+360}$;
16. Розточити отвір ② $\varnothing 62^{+60}$;
17. Зняти деталь;
18. Перевірити розміри.

Операція 020 Алмазно-розточувальна

1. Встановити заготовку і закріпити;
2. Розточити отвір ②⑥ $\varnothing 62^{+30}$
3. Розточити отвір ② $\varnothing 62^{+60}$
4. Зняти деталь;
5. Перевірити розміри.

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольного-вимірювального інструменту

У програмному середовищі ADEM підбір ріжучого інструменту здійснюється з використанням інтегрованих бібліотек, у яких інструменти впорядковані відповідно до видів обробки та їхнього функціонального призначення. Така структура спрощує пошук і вибір необхідного оснащення залежно від технологічного завдання.

Окрім стандартних рішень, система надає можливість користувачу створювати власні інструменти із заданими параметрами та зберігати їх у бібліотеці. Це забезпечує повторне використання налаштованих інструментів у майбутніх проєктах і підвищує ефективність роботи.

На знімку екрана (рисунок 2.3) відображено реалізацію цього процесу в графічному інтерфейсі програмного забезпечення.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

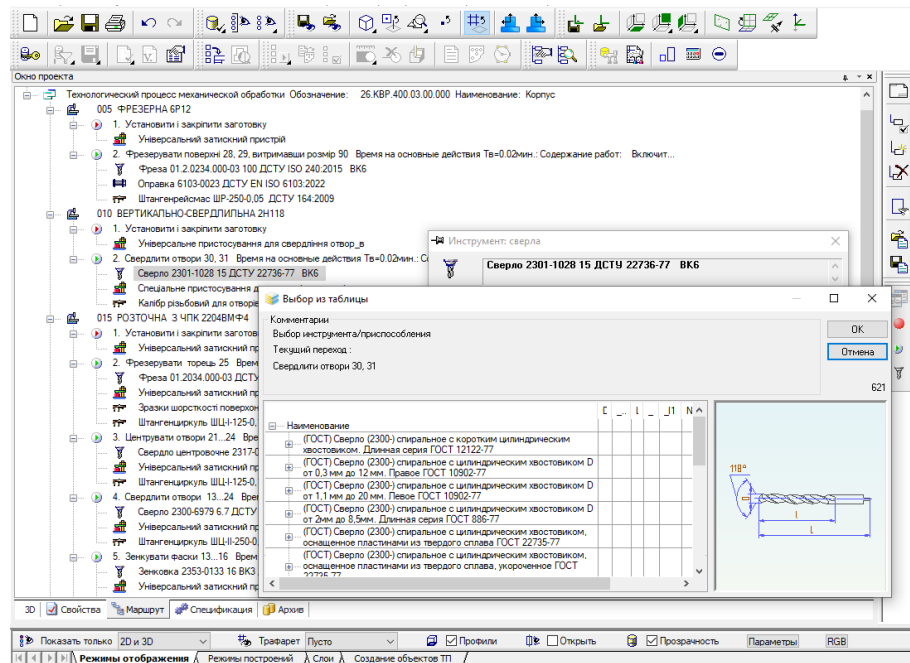


Рисунок 2.3 Вигляд вікна вибору інструменту у середовищі САПР ТП

При виборі типу і конструкції ріжучого інструменту враховують метод обробки, тип верстата, розмір, конфігурацію і матеріал оброблюваної деталі, необхідну якість поверхні, точність обробки, характер виробництва.

Для обробки чавуну, найчастіше використовують інструмент із ріжучою частиною з вольфрамових твердих сплавів (ВК4, ВК6, ВК8).

Результати вибору інструменту заносимо у таблицю 2.3

Таблиця 2.3 - Вибір різального, допоміжного і вимірювального інструменту

Номер та назва переходу	Інструмент		
	Різальний	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
005. Фрезерна			
-Фрезерування поверхонь ²³ ₂₄	Фреза 01.2.0234.000-03 ВК6 ДСТУ ISO 240:2015	Оправка 6103-0023 ДСТУ ISO 240:2015	Штангенрейсмас

Продовження таблиці 2.3

010. Свердлильна			
-Свердління отворів ⁽²⁹⁾ ⁽³⁰⁾	Свердло 2301-1028 В1 (Морзе1) ДСТУ ISO 235:2018	Спеціальне прис- тосування для све- рдління отворів	Калібр різьбовий для отворів
015. Розточувальна з ЧПК			
Фрезування поверхонь ⁽¹⁾ ⁽²⁵⁾	Фреза 01.2034.000-03	УЗП	ШЦ-I-125 ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 Зразки шорсткості поверхонь ДСТУ ISO 4287
Центрування отворів ⁽³⁾ ... ⁽⁸⁾ , ⁽¹⁷⁾ ... ⁽²⁴⁾	Центрувальне свердло ДСТУ ISO 235:2018	УЗП	ШЦ-I-125 ДСТУ ISO/IEC 17025:2017
Свердління отворів ⁽³⁾ ... ⁽⁸⁾	Свердло ДСТУ ISO 235:2018	УЗП	ШЦ-II-250 ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 Зразки шорсткості поверхонь ДСТУ ISO 4287
Свердління отворів ⁽¹⁷⁾ ⁽²⁴⁾	Свердло ДСТУ ISO 235:2018	УЗП	ШЦ-II-250 ДСТУ ISO/IEC 17025:20173 разки шорсткості поверхонь ДСТУ ISO 4287
Зенкування фасок в отво- рах ⁽¹⁷⁾ ... ⁽²⁴⁾	Зенківка ДСТУ ISO 235:2018	УЗП	Шаблон фасонний
Нарізання рі- зьби в отво- рах ⁽¹⁷⁾ ... ⁽²⁴⁾	Мітчик ДСТУ ISO 529	УЗП	Різьбовий калібр ДСТУ ISO 1502
Розточування отворів ⁽²⁾ ⁽²⁶⁾	Різець розточувальний ДСТУ ISO 8051	УЗП	Калібр-пробка ДСТУ ISO 1938

2.2.3 Розрахунок режимів різання табличним методом

Середовище ADEM дозволяє автоматично розраховувати режими різання на основі параметрів, введених користувачем, таких як довжина обробки, тип матеріалу, обраний інструмент і умови виконання операції. Це значно підвищує точність обчислень і ефективність проектування технологічного процесу.

На знімку екрана (рисунок 2.4) показано приклад виконання такого розрахунку в інтерфейсі програми.

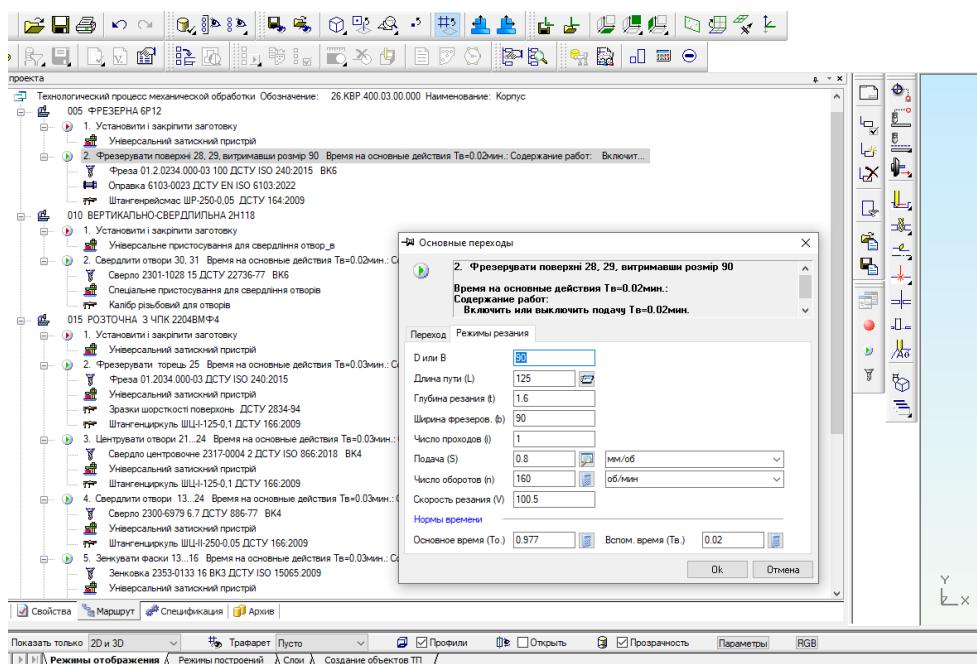


Рисунок 2.4 Вигляд вікна вибору режимів різання у САПР ТП

Виконуємо розрахунок режимів різання табличним методом для 1 технологічного переходу. Операція 005, Установ А, перехід 3. Точіння поверхні

③ в розмір 190h14

Глибина різання:

$$t = \frac{d_3 - d_2}{2} \quad (2.1)$$

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

26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ

$$t = \frac{194 - 190}{2} = 2 \text{ мм}$$

Подача:

З таблиці 75 с222 [1]:

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

Приймаємо $S_{\text{табл}} = 0,8 \text{ мм/об}$

Швидкість різання:

З таблиці 76 с222 [1]

$$v_T = 101 \text{ м/хв}$$

Враховуємо поправочні коефіцієнти з таблиці 79 с.225 [1]:

$$K_1=1; K_2=1; K_3=0,8; K_4=1,2; K_5=0,8; K_6=0,8; K_7=1,15; K_8=1; K_9=1,16;$$

$$K_{10}=0,88$$

$$V = V_{\text{табл}} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \times K_7 \times K_8$$

$$V = 101 \times 1 \times 1 \times 0,8 \times 1,2 \times 0,8 \times 0,8 \times 1,15 \times 1 \times 1,6 \times 0,88 = 100,5 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} \quad (2.2)$$

$$n = \frac{1000 \times 100,5}{3,14 \times 160} = 200 \text{ об/хв}$$

По паспорту приймаємо $n = 200 \text{ об/хв}$

Основний час:

$$T_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{рз}} + l_1 + l_2}{S_o} \cdot i \quad (2.3)$$

$$T_{\text{осн}} = 0,5 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків для решти операцій зводимо в таблицю 2.4.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання

Зміст та номер переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	s, мм/об	n, об/хв	v, м/хв	S _{хв} , мм/хв	T _о , хв	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Фрезерна										
1. Фрезерувати поверхні (28)(29) витримавши розмір 90	1,6	125	1	240	-	160	100,5	160	0,93	
010 Свердлильна										
1. Свердлити отвори (30)(31)	6,4	21	1	45	0,2	500	23,5	-	0,21	
015 Розточувальна з ЧПК										
1.Фрезерувати торець (25)	2	177	1	180	4,16	200	100,5	352	0,5	3,6
2.Центрувати отвори (21) ... (24)	1	7	4	50	0.06	2000	13	120	0,06	0,2
3.Свердлити отвори (13) ... (24)	3,4	19	4	25	0,3	800	25	240	0,88	1,1
4.Зенкувати фаски (13) ... (16)	2	5	4	25	0,1	1000	27	100	0,05	0,4
5.Нарізати різьбу в отворах (21) ... (24)	0,62	21	8	90	1,25	160	40	200	0,10	1,9
6.Розточити отвір (26) на чорно	2,5	37	1	90	0.5	360	70	180	0,2	
7.Розточити отвір (26) напівчисто	1,2	37	1	90	0,3	400	80	120	0,3	
8.Розточити отвір (26) на чисто	0,2	37	1	90	0,15	540	105	81	0,45	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ

Арк.

28

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9.Фрезерувати торець ⁽¹⁾	2	177	1	180	4,16	200	100,5	352	0,5	3,6
10. Центрувати отвори ^{(17) ... (20)}	1	7	4	50	0.06	2000	13	120	0,06	0,2
11. Центрувати отвори ^{(3) ... (8)}	1	7	6	50	0.06	2000	13	120	0,06	0,2
12. Свердли отвори ^{(17) ... (20)}	3,4	19	4	25	0,3	800	25	240	0,88	1,1
13. Зенкувати фаски ^{(9) ... (12)}	2	5	4	25	0,1	1000	27	100	0,05	0,4
14. Нарізати різьбу в отворах ^{(17) ... (20)}	0,62	21	8	90	1,25	160	40	200	0,10	1,9
15. Свердли отвори ^{(3) ... (8)}	5	21	6	26	0,35	800	25	280	0,08	1,3
16. Розточити отвір ⁽²⁾ на чорно	2,5	37	1	90	0.5	360	70	180	0,2	
17. Розточити отвір ⁽²⁾ напівчисто	1,2	37	1	90	0,3	400	80	120	0,3	
18. Розточити отвір ⁽²⁾ на чисто	0,2	37	1	90	0,15	540	105	81	0,45	
020 Розточувальна										
1. Розточити отвір ⁽²⁶⁾ тонко	0,08	37	1	90	0,05	560	110	28	1,3	
2. Розточити отвір ⁽²⁾ тонко	0,08	37	1	90	0,05	560	110	28	1,3	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ

Арк.

29

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

У середовищі САПР технологічних процесів норми часу для створеної операції обчислюються автоматично з урахуванням як основного, так і допоміжного часу. Це забезпечує точне планування виробничого процесу та підвищує ефективність технологічної підготовки. Вікно відповідної операції наведено на рисунку 2.5.

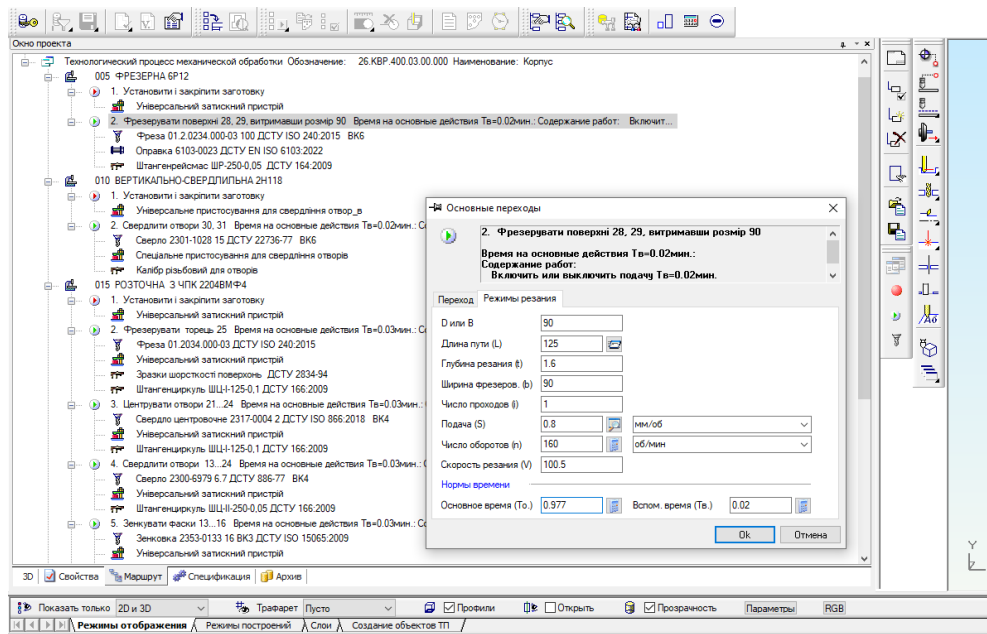


Рисунок 2.5 Вигляд вікна розрахунку технічних норм часу у САПР ТП

Технічні норми часу необхідно визначити для всіх технологічних операцій. На одну або дві операції, що розроблялись в п.2.5 розрахунок проводиться розрахунково-аналітичним методом. На інші операції основний та штучний час розраховується по наближених формулах додатків.

Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{дод}} + T_{\text{тех. обл.}} + T_{\text{орг. обл.}} + T_{\text{відп.}} \quad (2.4)$$

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

де $T_{шт}$ - норма штучного часу;

T_o - основний час;

$T_{дод}$ - допоміжний час;

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

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

$T_{відп.}$ - час на відпочинок.

Допоміжний час на операцію визначається за формулою:

$$T_{дод} = t_{уст} + t_{пер} + t_{вим} \text{ (хв)} \quad (2.5)$$

де $t_{уст}$ — час на встановлення;

$t_{пер}$ — час переходу;

$t_{вим}$ — час на вимірювання.

Складові норми часу вибрані з літератури [5].

В магазині 7 інструментів, а час зміни інструментів:

$$T_{зі} = 0,2 \cdot 7 = 1,4 \text{ хв} \quad (2.6)$$

$$T_{па} = 6,22 + 1,5 + 0,24 + 1,4 = 9,40 \text{ хв}$$

Допоміжний час, який не перекривається допоміжним автоматичним часом визначається за формулою:

$$T_d = T_y + T_o + T_v \quad (2.7)$$

де T_y - час на встановлення і зняття деталі, приймаємо $T_y = 0,18$ хв;

T_o - час пов'язаний з виконанням операції, приймаємо $T_o = 2,24$ хв;

T_v - час на вимірювання, приймаємо $T_v = 2,71$ хв.

$$T_d = 0,8 + 2,24 = 2,42 \text{ хв}$$

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Оперативний час:

$$T_o = T_{п.а} + T_d \quad (2.8)$$

$$2,42 + 9,4 = 11,82 \text{ хв}$$

Час на обслуговування 9% від оперативного:

$$A_{тo} = \frac{11,82 \cdot 9}{100} = 1,06$$

Штучний час на виконання операції:

$$T_{шт} = (T_{п.а} + T_d) \cdot \left(1 + \frac{A_{тo}}{100}\right) \quad (2.9)$$

$$T_{шт} = 11,95 \text{ хв}$$

Норма підготовчо-заключного часу на налагодження і налаштування верстату:

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пр.обр} \quad (2.10)$$

де $T_{пз1} = 18 \text{ хв}$, $T_{пз2} = 27,05 \text{ хв}$, $T_{пр.обр} = 2,55 \text{ хв}$

$$T_{пз} = 18 + 27,05 + 2,55 + 47,6 \text{ хв}$$

Норма часу на виготовлення деталі складе:

$$H = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} \quad (2.11)$$

$$H = 11,95 + \frac{47,6}{5} = 21,47 \text{ хв}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.4.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 — Норми часу для операцій

Номер та назва переходу	T _о , хв	Допоміжний час, хв			Оперативний час, T _{оп} , хв	Час обслуговування, %		T _{від} , %	T _{шт} , хв
		T _{уст}	T _{пер}	T _{вим}		T _{гех}	T _{орг}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005. Фрезерна									
Фрезувати поверхні	0,93	0,5	0,47	0,13		3,5 %		4%	
Всього	0,93	0,5	0,47	0,13	1,1	3,5 %		4%	1,18
010. Вертикально-свердлильна									
Свердлити отвори	0,21	0,2	1,06			4 %		4%	
Всього	0,21	0,2	1,06	0,18	4,8	4 %		4%	5,18
020. Алмазно-розточувальна									
Розточити отвори	1,3	1,6	0,78	0,16	3,84	4 %		4%	
Всього	1,3	1,6	0,78	0,16	3,84	4 %		4%	4,15

015. Розточувальна з ЧПК								
Номер та назва операції	T _о , хв	T _{па} , хв	T _д , хв	T _{оп} , хв	Час на обслуговування і відпочинку, хв	T _{шт} , хв	T _{пз} , хв	Н, хв
Розточувати поверхні з ЧПК	6,22	9,40	2,42	11,82	1,06	11,95	18	21,47

3. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Верстатне пристосування використовується для установки і базування деталі “Корпус” і механічного затискання від пневмоприводу.

Базування заготовки здійснюється, встановленням циліндричної поверхні на призму з упором в торець. Крім цього використовується додаткова опора, яка впирається в основу і забезпечує надійну жорсткість з одночасним координуванням заготовки.

Затиск заготовки здійснюється, від подачі повітря в праву порожнину пневмоциліндра, який в свою чергу переміщає поршень зі штоком в ліво.

У конструкції штока є похила поверхня, яка при його переміщенні натискає на підпружинений ролик, що сидить на осі тяги, яка переміщається в низ і притискає заготовку до призми.

Розтиск відбувається при повороті певно перемикача, подача повітря припиняється, пружина тисне на тягу з роликом і піднімає прихват водночас відсуває шток з поршнем в право.

Пристосування встановлюється на стіл свердлильного верстату, вивіряється двома штоками, які входять в пази стола верстату і приєднуються за допомогою 4-х болтів, які входять в пази основи.

3.2 Розрахунок похибки базування

Похибку встановлення деталі у пристосування визначається за формулою:

$$E_y = \sqrt{E_0^2 + E_3^2 + E_{пр}^2} \quad (3.1)$$

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

де E_6 - похибка базування;

E_3 - похибка закріплення;

$E_{пр}$ - похибка пристосування.

При установці деталі в призму похибка розміру 95 визначається за формулою:

$$E_{п} = \frac{B_{д}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) \quad (3.2)$$

де $B_{д}$ -допуск на розмір $\varnothing 95$, величина допуску: $b_{д} = 1100$ мкм;

α -кут призми, $\alpha = 90^\circ$.

$$E_{п} = \frac{1100}{2} \left(\frac{1}{\sin 45} + 1 \right) = 1328 \text{ мкм}$$

Оскільки отвір виготовляється наскрізним дана похибка не впливає на точність довжини $E_6 = 0$

Призма забезпечує симетричність осі симетрії, похибка базування на точність міжосевої відстані $E_l = 0$

E_3 – похибка закріплення

При установці в пристосуванні затиском литої заготовки з поперечним перерізом 80-120 $E_3 = 160$ мкм

$E_{п}$ -похибка пристрою $E_{п} = 106$ мкм – приймається конструктивно.

$$E_y = \sqrt{0^2 + 160^2 + 100^2} = 189 \text{ мкм}$$

Точність розміру 30h14, який необхідно витримати становить $T_d = 0,52$ мкм.

Отже $E_y = 0,19$ мкм $< T_d = 0,52$ мкм

Висновок: обробка можлива.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3.3 Розрахунок сили затиску

Силу затиску деталі в пристосуванні визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{2k \cdot M_{\text{прз}}}{(f_1 + f_2 \cdot \sin \alpha / 2) \cdot d} \quad (3.3)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 12,8}{(0,13 + 0,13 \cdot 0,707) \cdot 15} = 11,600 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Момент кручення визначаємо за формулою:

$$M_{\text{кр}} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.4)$$

Приймаємо $K_p = K_{\text{мр}}$

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = 1$$

HB=190МПа

$$M_{\text{кр}} = 12,8 \text{ Нм}$$

Сила на штоці Г-подібного прихвату:

$$P_{\text{шт}} = \frac{H}{H - 3 \cdot l_1 \cdot f_1} Q \quad (3.5)$$

Конструктивно $H=183$, $l_1 = 111,5$ мм

$$P_{\text{шт}} = 15080 \text{ Н}$$

Силу тяги на шток визначаємо за формулою:

$$P_{\text{шт}} = \frac{\text{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) + \text{tg} \cdot \varphi_1}{1 - \text{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) \text{tg} \cdot \varphi_2} Q \quad (3.6)$$

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{ш} = \frac{\operatorname{tg}(15+2,5)+0,13}{1-\operatorname{tg}(15+2,5)\cdot 0,13} 15080 = 6484 \text{ Н/м}$$

Визначаємо діаметр пневмоциліндра за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{6484}{0,785 \cdot 4 \cdot 0,85}} = 49 \text{ мм}$$

Вибираємо діаметр циліндра $D=56$ мм

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

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
Фрезерний 6P12	верстат	1	2,3×2,0	4,6	21
Вертикально свердлильний 2Н118	верстат	1	1×0,6	0,6	3
Розточувальний з ЧПК 2204ВМФ4	верстат	1	4,5×2,9	13,05	46
Алмазно-розточувальний 2Е78П	верстат	1	1,8×1,5	2,7	12
Всього:					$S_{кор}$ 82

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

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$S_{зб} = 82 \cdot 0,5 = 41 \text{ м}^2$$

в) визначення виробничої площі

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

$$S_{вир} = 82 + 41 = 123 \text{ м}^2$$

г) визначення додаткової площі

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

$$S_{дод} = 123 \cdot 0,4 = 49 \text{ м}^2$$

д) визначення загальної площі

$$S_{буд} = S_{вир} + S_{дод} \quad (4.5)$$

$$S_{буд} = 123 + 49 = 172 \text{ м}^2$$

е) визначення вартості будівлі

$$B_{буд} = C_{буд} S_{буд} \quad (4.6)$$

де $C_{буд}$ – вартість 1 м^2 будівлі, грн./ м^2 ;

$$B_{буд} = 1300 \times 172 = 223600 \text{ грн.}$$

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.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

N_i – кількість одиниць i -го виду обладнання;

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

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

Таблиця 4.2 - Витрати на придбання і монтаж технологічного обладнання

Найменування та устаткування обладнання	Кількість один, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Повна вартість із врахуванням доставки та монтажу, грн.
Фрезерний 6P12	1	350000	350000	472500
Вертикально свердлильний 2Н118	1	65000	65000	87750
Розточувальний з ЧПК 2204ВМФ4	1	1000000	1000000	1350000
Алмазно-розточувальний 2Е78П	1	200000	200000	270000
Всього:	3		1615000	2180250

Визначення вартості інструменту.

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

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

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

$$V_{\text{інстр}} = 2180250 \times 0,02 \times 1,1 = 47966 \text{ грн.}$$

Визначення вартості виробничого та господарського інвентарю

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

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

$$V_{\text{інв}} = 2180250 \times 0,03 \times 1,1 = 71948 \text{ грн.}$$

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

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

$$\Pi = 223600 + 2180250 + 47966 + 71948 = 2523764 \text{ грн.}$$

Визначення величини амортизаційних відрахувань

Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою [9]:

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

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

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

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$A_{\text{інстр1}} = \frac{47966 \times 25}{100} = 11992 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{інв2}} = \frac{71948 \times 25}{100} = 17987 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{облз}} = \frac{2180250 \times 20}{100} = 436050 \text{ грн.}$$

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

Таблиця 4.3 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн.
Будівлі	–	–
Обладнання	2180250	436050
Інструменти та прилади	47966	11992
Виробничий та господарський інвентар	71948	17987
Всього:	2300164	466029

4.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

$$V_M = 860 \times 1,04 = 895 \text{ грн}$$

де V_3 – вартість заготовки, (вказана у вихідних даних до курсової роботи);

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

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

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

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

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:

$$P_{від1} = \frac{1,18 \cdot 180}{60} = 3,54 \text{ грн}$$

На операцію 010:

$$P_{від2} = \frac{1,65 \cdot 180}{60} = 4,95 \text{ грн}$$

На операцію 015:

$$P_{від3} = \frac{11,95 \cdot 220}{60} = 43,8 \text{ грн}$$

На операцію 020:

$$P_{від4} = \frac{4,15 \cdot 180}{60} = 12,45 \text{ грн}$$

Дані розрахунків слід звести в таблицю 4.4.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 4.4 – Розрахунок основної заробітної плати

Назва операції	Т _{шт.} , хв.	Розряд	Годинна тари- фна ставка, грн.	Відрядна розцінка , грн.
005 Вертикально фрезерна	1,18	4	180	3,54
010 Вертикально-свердлильна	1,8	4	180	4,95
015 Розточувальна з ЧПК	11,95	5	220	43,8
020 Алмазно-розточувальна	4,15	4	180	12,45
Всього:	19,08			65

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]:

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

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

n – кількість операцій.

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 65 \times 0,11 = 7 \text{ грн.}$$

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

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

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (65 + 7) = 16 \text{ грн.}$$

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

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

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

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

$$B_{\text{уео}} = \frac{225}{100} \times (65 + 7) = 162 \text{ грн.}$$

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%).

$$B_{\text{зв}} = \frac{320}{100} \times (65 + 7) = 230 \text{ грн.}$$

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

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

$$S_{\text{вир}} = 895 + 65 + 7 + 16 + 162 + 230 = 1375 \text{ грн.}$$

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%).

$$S_{\text{пов}} = 1375 + \frac{12}{100} \times (65 + 7) = 1384 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зводимо в таблицю 4.5.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 4.5 – Калькуляція собівартості виробу

Найменування статей витрат	На одиницю продукції
1. Витрати матеріалів	895
2. Основна заробітна плата виробничих робітників	65
3. Додаткова заробітна плата виробничих робітників	7
4. Відрахування на соціальні заходи	16
5. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	162
6. Загальновиробничі витрати	230
<i>Разом виробнича собівартість (сума 1-6)</i>	1375
7. Позавиробничі витрати	0,15
<i>Повна собівартість, (сума 1-7) у тому числі витрати:</i>	1384
– змінні (сума 1-4), $V_{зм.од}$	983
– умовно-постійні (сума 5-7), $V_{уп.од}$	393

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

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

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

$$C_{од.пр.} = 1384 \times 1,2 = 1400 \text{ грн.}$$

4.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності випуску виробу проводиться за наступними показниками.

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

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

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

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

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

N_p - річна виробнича програма, од.

$$Pr = (2131 - 1384) \times 2500 = 1867500 \text{ грн}$$

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

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

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

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

$$ЧП = 1867500 - 1867500 \times \frac{18}{100} = 1531350 \text{ грн.}$$

Собівартість всього виробництва розраховується за формулою [9]:

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

$$S_{повq} = 1384 \times 2500 = 3500000 \text{ грн.}$$

2) Рентабельність продукції визначається за формулою [9]:

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

де Pn - рентабельність продукції, %;

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

$$P_n = \frac{1531350}{3500000} \times 100\% = 44\%$$

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

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

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

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

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

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

$$Q_{кр} = \frac{982500}{2131 - 393} = 565 \text{ од.}$$

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

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

$$Q_{кр.в} = 2131 \times 565 = 1204665 \text{ грн.}$$

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.

$$ГП = 1531350 + 466029 = 1997379 \text{ грн.}$$

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

$$ЧТВ = ТВ - П \quad (4.26)$$

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків, грн.

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

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

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

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

(дисконтний множник);

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

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

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

$$ТВ = \frac{1997379}{(1+0,1)^1} + \frac{1997379}{(1+0,1)^2} = 3466525 \text{ грн}$$

$$ЧТВ = 3466525 - 2523764 = 942761 \text{ грн.}$$

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

$$ІП = \frac{ТВ}{ПІ} \quad (4.28)$$

де $ІП$ - індекс прибутковості інвестицій.

$$ІП = \frac{3466525}{2523764} = 1,4$$

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

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

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

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

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

де t - кількість років інвестування.

$$ГП_{диск} = \frac{3466525}{2} = 1733263 \text{ грн.}$$

$$Tок_{диск} = \frac{2523764}{1733263} = 1,5 \text{ роки}$$

Підсумки вищенаведених розрахунків слід звести в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 — Показники оцінки економічної ефективності виробництва

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
Річний обсяг виробництва виробу	од.	2500
Собівартість виробу	грн./од.	1384
Ціна одиниці виробу	грн./од.	2131
Величина початкових інвестицій	грн.	2523764
Чистий прибуток	грн.	1531350
Рентабельність виробу	%	44
Беззбитковий обсяг виробництва виробу	од.	565
	грн.	1204665
Чиста теперішня вартість проекту	грн.	942761
Індекс прибутковості	-	1,4
Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,5

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Характеристика виробничої ділянки з точки зору охорони праці

На спроектованій виробничій ділянці здійснюється механічна обробка деталі типу «Корпус». Відповідно до розробленого технологічного процесу, ділянка оснащена таким основним обладнанням: фрезерний верстат 6P12 (1 одиниця), горизонтально-фрезерний верстат моделі 2H118 (1 одиниця) розточувальний з ЧПК верстат моделі 2204ВМФ4 (1 одиниця) та алмазно розточувальний моделі 2E78П.

Підприємство, на території якого розташована ділянка, згідно з вимогами СН 245-71 належить до IV класу небезпеки із санітарно-захисною зоною шириною 100 м. Планування виробничих будівель виконано з урахуванням послідовності технологічного процесу, санітарних і протипожежних норм, а також раціональної організації транспортних і пішохідних потоків.

Висота виробничого приміщення становить 4,5 м. Розміри евакуаційного виходу — 1,2 м завширшки та 2,2 м заввишки. Ширина основних проходів дорівнює 1,5 м, проїздів — 2,5 м. Зовнішні двері обладнані тамбуром із повітряною завісою, що запобігає втратам тепла та проникненню холодного повітря.

Проектування ділянки виконано відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010, що забезпечує можливість подальшої модернізації, реконструкції або перепрофілювання виробництва. Будівля належить до категорії робіт Па та має ступінь вогнестійкості Ша.

З метою забезпечення безпеки праці будівельні конструкції пофарбовано у сигнальні кольори, а також встановлено знаки безпеки відповідно до ДСТУ ISO 7010:2020. Для оздоблення внутрішніх поверхонь використано зносостійкі матеріали, придатні до вологого прибирання. Підлога відповідає вимогам ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016: вона є неслизькою, герметичною, вогнестійкою та запобігає проникненню рідин і газів у суміжні приміщення.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Розміщення обладнання здійснено з урахуванням технологічних та ергономічних вимог. Передбачено вільні зони: не менше 1 м з боку обслуговування та 0,6 м з протилежного боку. Така організація забезпечує безпечну експлуатацію обладнання, зручність технічного обслуговування та логічну послідовність виробничого процесу.

Усі робочі місця оснащені інструкціями з охорони праці. На дільниці функціонує система управління охороною праці відповідно до Закону України «Про охорону праці». Її реалізацію забезпечує служба охорони праці, яка підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства та виконує функції контролю безпеки виробничих процесів, технічного стану обладнання, а також організації навчання персоналу.

Умови праці на дільниці віднесені до категорії допустимих. Атестація робочих місць проводиться відповідно до чинного законодавства.

Мікроклімат у приміщенні відповідає вимогам ДСТУ EN ISO 7730:2018: температура повітря взимку становить 18–20 °С, влітку — 21–23 °С; відносна вологість — 40–60 %; швидкість руху повітря — 0,1–0,2 м/с у холодний період і до 0,3 м/с у теплий. Рівень теплового випромінювання від обладнання не перевищує 50 Вт/м².

Система вентиляції включає природну та загальнообмінну механічну вентиляцію, спроєктовану згідно з ДБН В.2.5-67:2013. Опалення — водяне, низького тиску.

Освітлення на дільниці комбіноване: природне та штучне. Природне освітлення забезпечується через вікна шириною 4,5 м із висотою підвіконня 1,5 м. Штучне освітлення відповідає нормам ДСТУ EN 12464-1:2014: рівень освітленості робочої зони становить 300 лк, аварійного освітлення — 2 лк у приміщенні та 1 лк на території, евакуаційного — 0,5 лк, охоронного — 0,5 лк. Місцеве освітлення реалізується із застосуванням ламп розжарювання; використання лише локального освітлення не допускається. Як джерела світла застосовано лампи типу ДРЛ-80.

Рівні шуму та вібрації не перевищують допустимих значень відповідно до ДСТУ ISO 2631-1:2018 та ДСТУ ISO 1996-1:2003.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Усі верстати заземлені, передбачено контур захисного заземлення. Блискавкозахист виконано згідно з ДСТУ EN 62305 із застосуванням стрижневих блискавковідводів, з'єднаних із системою заземлення.

За класифікацією пожежної небезпеки діляниця належить до категорії Д. Система протипожежного водопостачання відповідає вимогам ДБН В.2.5-56:2014. У разі виникнення надзвичайної ситуації передбачено евакуацію через два незалежні виходи безпосередньо назовні.

Діляниця забезпечена первинними засобами пожежогасіння: пожежним щитом із запасом піску (0,5 м³), лопатами, вогнегасниками типів ВВ-5 і ВПУ-2, протипожежними покривалами, а також інвентарем (гачки, ломи, сокири). Пожежна сигналізація — електрична, променева, неадресного типу (ЕПС).

5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій ділянці

З метою підвищення рівня охорони праці та покращення умов праці на спроектованій ділянці з виготовлення деталі «Корпус» доцільно впровадити комплекс технічних і організаційних заходів.

Насамперед пропонується оптимізація технологічного процесу шляхом його часткової механізації та автоматизації. Заміна універсального обладнання на сучасні верстати-напівавтомати дозволить суттєво знизити трудомісткість виконання операцій, підвищити продуктивність праці та стабільність якості обробки, а також покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

Впровадження напівавтоматичного циклу обробки забезпечить скорочення частки допоміжних ручних операцій до 80%, що значно зменшить фізичне навантаження на працівників. Крім того, це дозволить мінімізувати необхідність постійного перебування оператора в небезпечній зоні роботи обладнання під час обробки деталей.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Важливим аспектом є зниження рівня виробничого травматизму. Завдяки автоматизації процесів та конструктивним особливостям сучасного обладнання забезпечується віддалення працівників від зон контакту з рухомими, обертовими та ріжучими елементами. Це суттєво підвищує рівень безпеки робочих місць.

Також передбачається модернізація парку обладнання шляхом заміни морально застарілих універсальних верстатів на сучасні аналоги, які відповідають вимогам ергономіки, безпеки праці та енергоефективності. Нове обладнання, як правило, оснащено вбудованими системами захисту, блокування та аварійного відключення.

Організаційним заходом є проведення атестації новостворених і модернізованих робочих місць. Це дасть змогу об'єктивно оцінити умови праці, визначити клас шкідливості виробничих факторів та підтвердити відповідність робочих місць вимогам чинного законодавства у сфері охорони праці.

Реалізація запропонованих заходів забезпечить формування безпечного виробничого середовища, підвищення ефективності функціонування дільниці, зниження рівня професійних ризиків, виробничого травматизму та ймовірності виникнення професійних захворювань.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено раціональний технологічний процес механічної обробки деталі типу «Корпус», який відповідає сучасним вимогам точності, якості та продуктивності для умов середньосерійного виробництва.

На підставі аналізу конструктивних і технологічних особливостей деталі обґрунтовано вибір заготовки у вигляді трубчастого безшовного прокату. Такий підхід дозволяє суттєво зменшити припуски на механічну обробку, знизити витрати матеріалу та підвищити загальну економічну ефективність виробництва.

У роботі розроблено повний маршрутний та операційний технологічний процес, що охоплює всі етапи обробки деталі. Проведені розрахунки режимів різання, припусків, міжопераційних розмірів і норм часу дали змогу визначити оптимальні параметри обробки та забезпечити стабільність і повторюваність технологічного процесу.

Здійснено вибір і технічне обґрунтування пристосування для виконання окремих операцій. Розглянуто його конструкцію та принцип дії, розроблено схему базування деталі, а також виконано розрахунки похибки базування і зусиль затиску. Отримані результати підтверджують забезпечення необхідної точності та надійності закріплення деталі в процесі обробки.

В економічній частині роботи визначено необхідні інвестиції для впровадження запропонованого технологічного процесу та виконано розрахунок собівартості виготовлення деталі. Оцінка економічної ефективності показала доцільність впровадження розроблених рішень, що забезпечують зниження виробничих витрат і підвищення рентабельності.

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності проведено аналіз умов праці на дільниці, ідентифіковано основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Запропоновано комплекс технічних і організаційних заходів, спрямованих на підвищення рівня безпеки обладнання, покращення мікрокліматичних умов, освітлення та зниження шумового навантаження, що сприяє формуванню безпечного виробничого середовища.

У процесі виконання роботи набуті практичні навички з проєктування технологічних процесів, вибору обладнання, інструментів, пристосувань і засобів контролю, а також систематизовано та поглиблено теоретичні знання з технології машинобудування.

Отримані результати свідчать, що розроблений технологічний процес виготовлення деталі «Корпус» є технічно обґрунтованим, економічно доцільним і може бути рекомендований до впровадження у виробничу практику.

					26.КВР.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 7809:2015.
2. Добрянський С.С., Малафеев 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.400.03.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

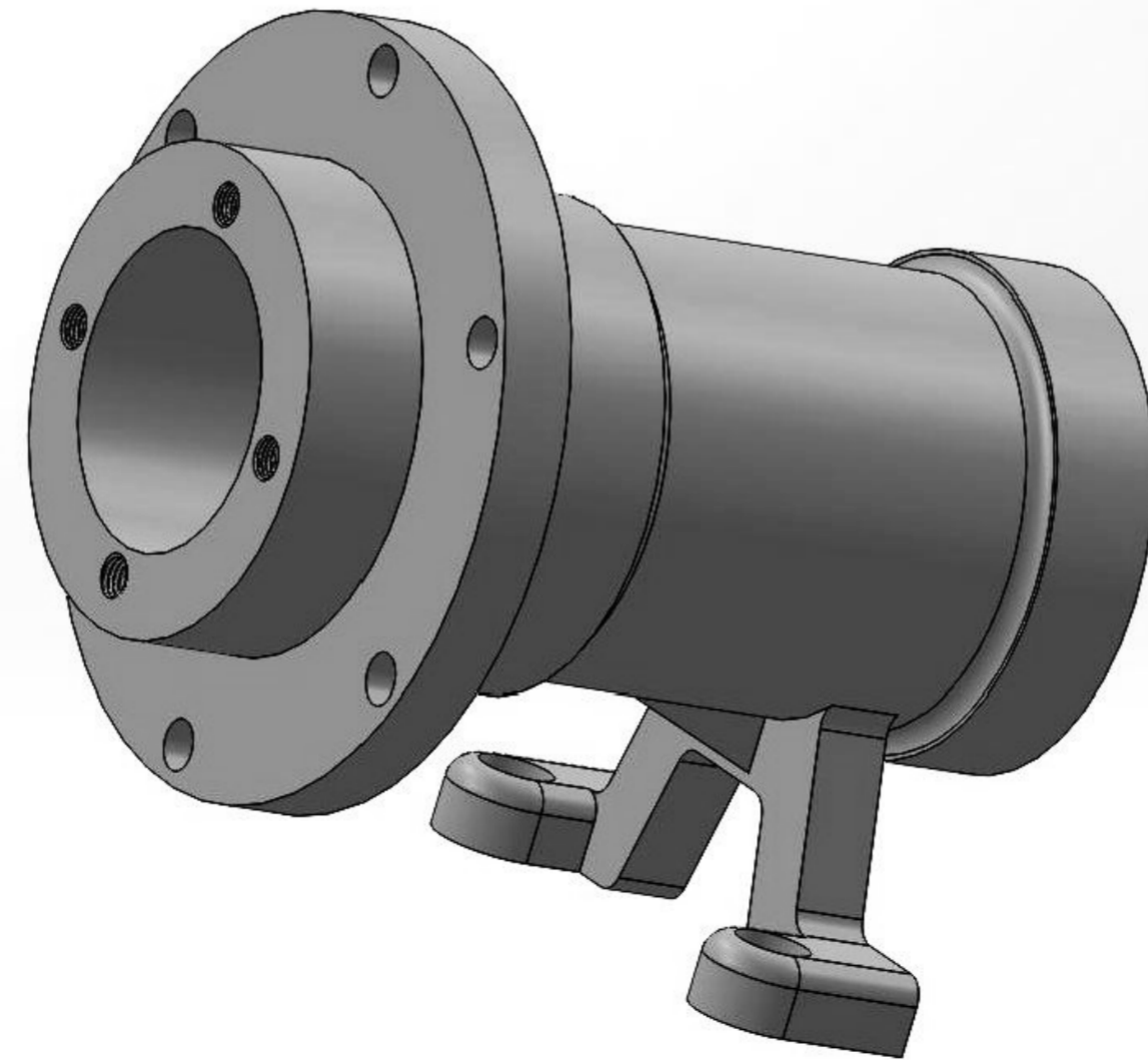
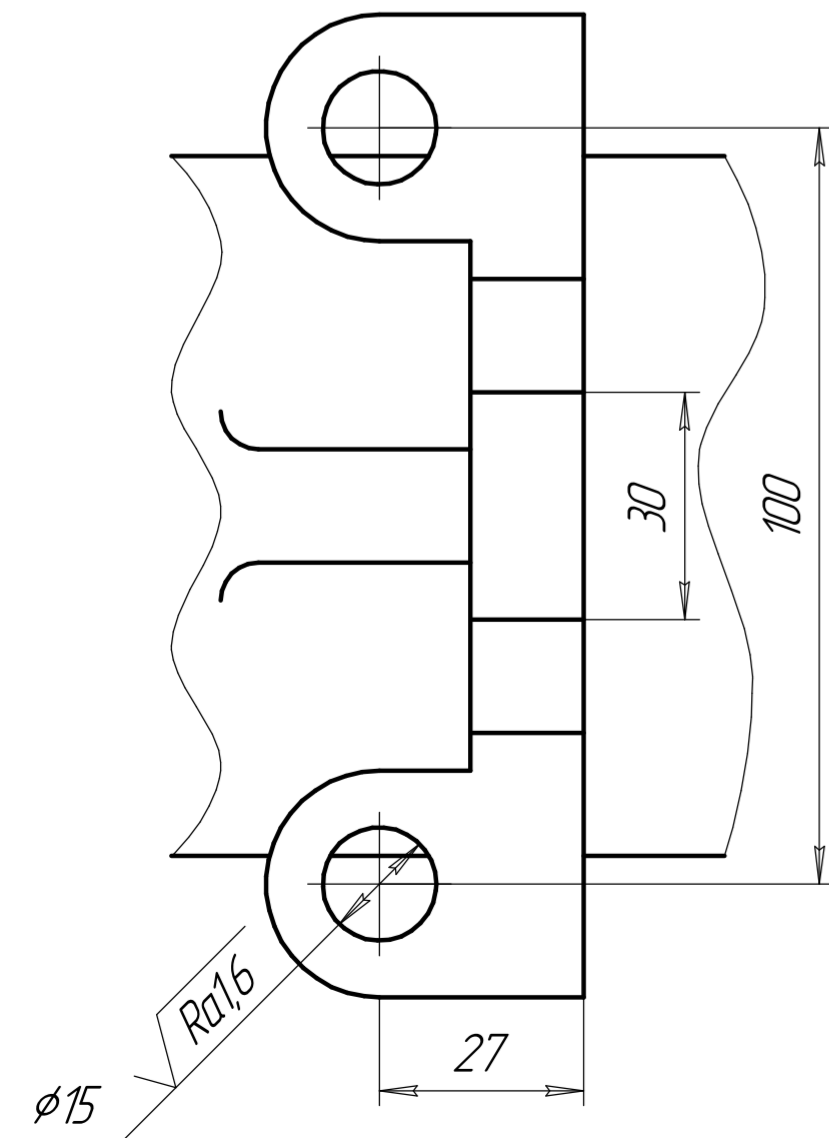
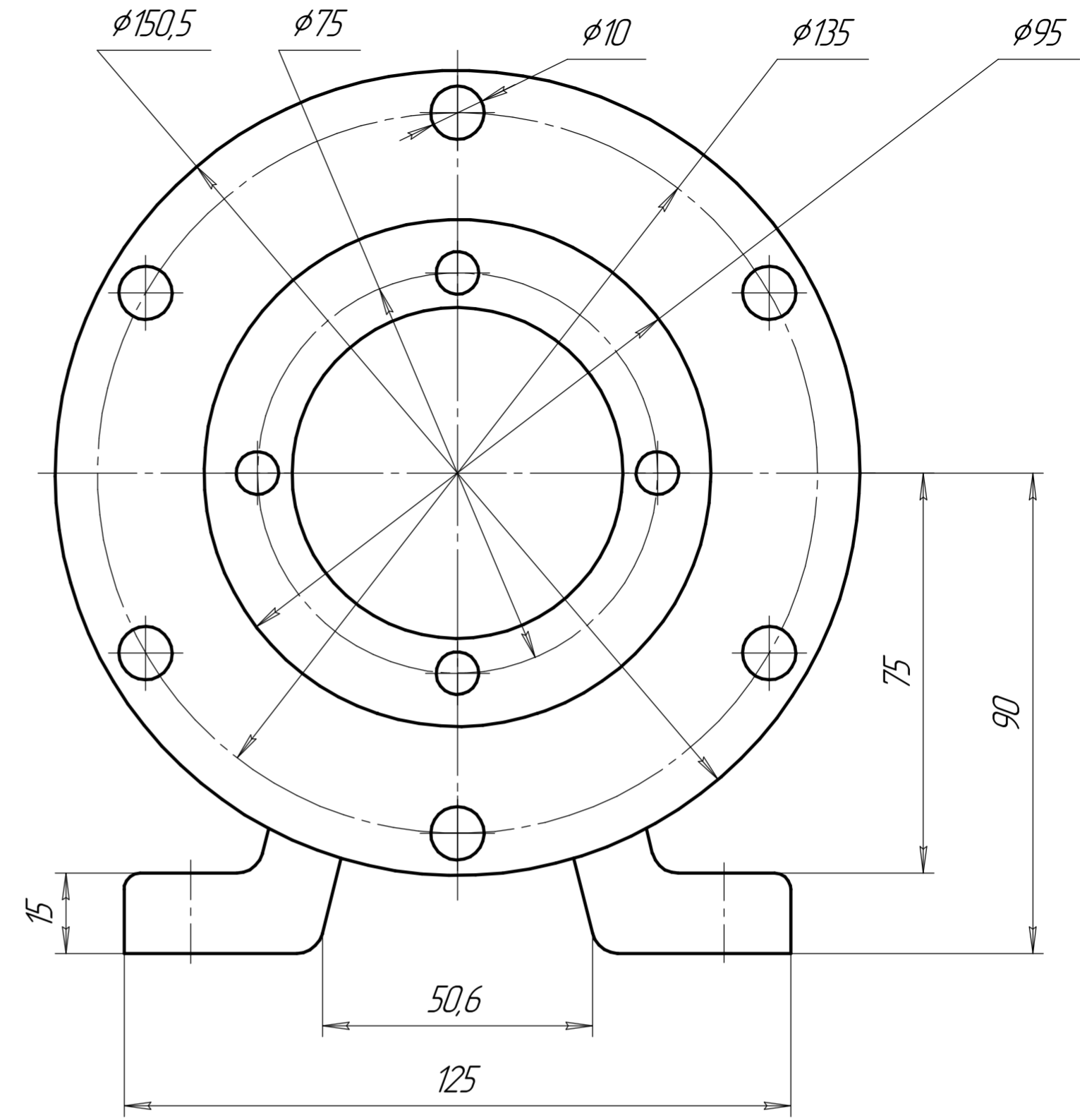
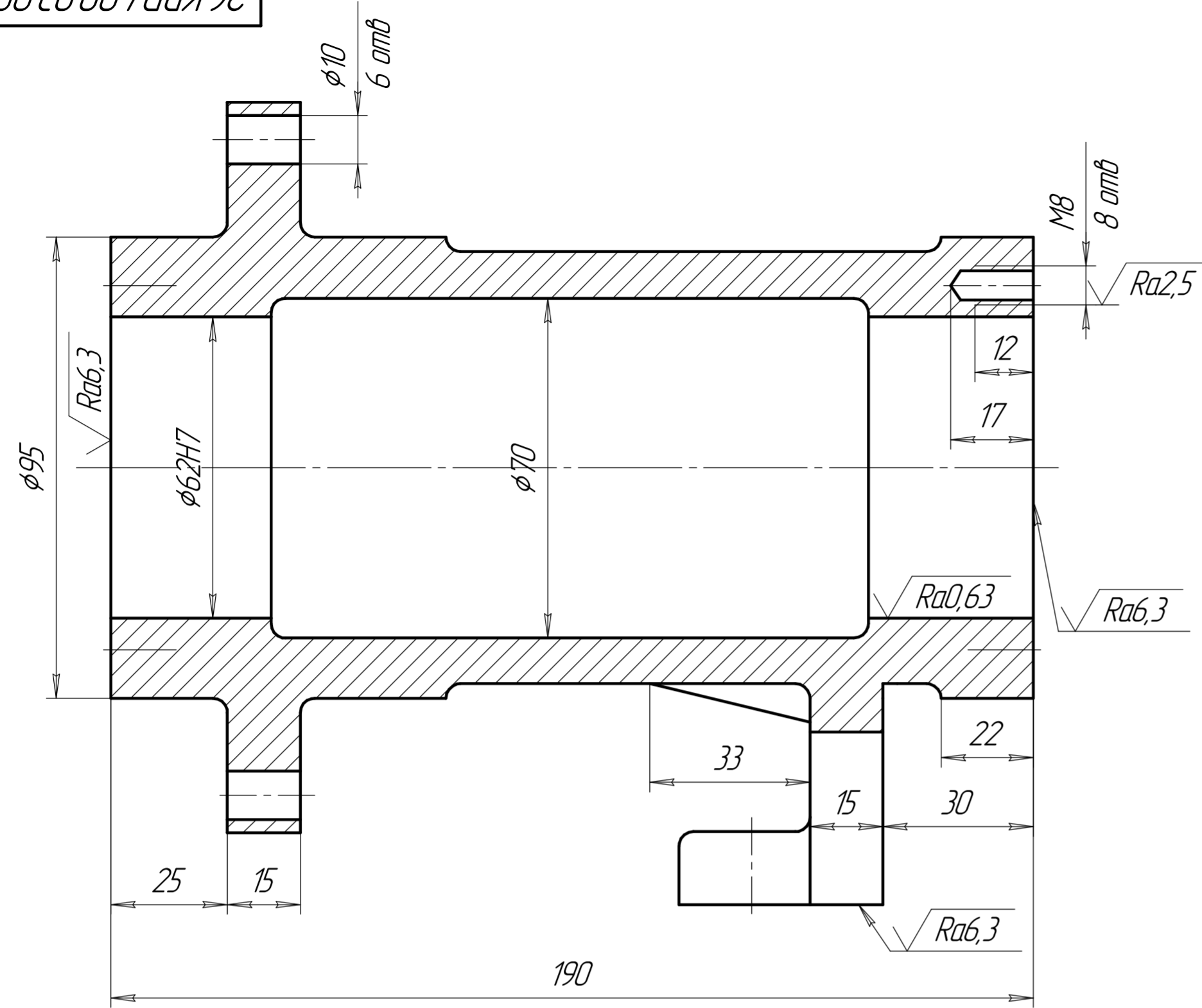
ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			26.КВР.400.03.00.000 СК	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
БК	16		26.КВР.400.03.01.000	Пневмоперемикач	1	
				<u>Деталі</u>		
БК	1		26.КВР.400.03.00.001	Корпус	1	
БК	2		26.КВР.400.03.00.002	Призма	1	
БК	3		26.КВР.400.03.00.003	Призма	1	
БК	4		26.КВР.400.03.00.004	Палець	4	
БК	5		26.КВР.400.03.00.005	Опора	1	
БК	6		26.КВР.400.03.00.006	Втулка проміжна	1	
БК	7		26.КВР.400.03.00.007	Втулка кондукторна	1	
БК	8		26.КВР.400.03.00.008	Тяга	1	
БК	9		26.КВР.400.03.00.009	Прихват	1	
БК	10		26.КВР.400.03.00.010	Вісь	1	
БК	11		26.КВР.400.03.00.011	Ролик	1	
БК	12		26.КВР.400.03.00.012	Шпилька	1	
БК	13		26.КВР.400.03.00.013	Ніпель	1	
БК	14		26.КВР.400.03.00.014	Кришка	1	
БК	15		26.КВР.400.03.00.015	Поршень	1	

					24.КВР.400.03.00.000					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Спеціальне пристосування для свердління отворів					
Розроб.	Годз							Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Кобельник							Н	1	2
Реценз.								ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-		
Н.	Волошин							400		
Затвер..										

26.KBP.4.00.03.00.000

Ra160



- Невказані граничні відхилення: h14; H14 IT14/2.
- Гострі кути притупити.
- Допускається заміна матеріалу на С420 ДСТУ 8833:2019

				26.KBP.4.00.03.00.000			
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Корпус	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Годз					8,52	1:1
Перев.	Кодельник			Архцш	Архцш	1	
Т.контр.				С415 ДСТУ 8833:2019			ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400
Н.контр.	Волошин						м. Тернопіль
Затв.							Формат А2

Копія

Формат А2

Перш. запис.

Спроб. №

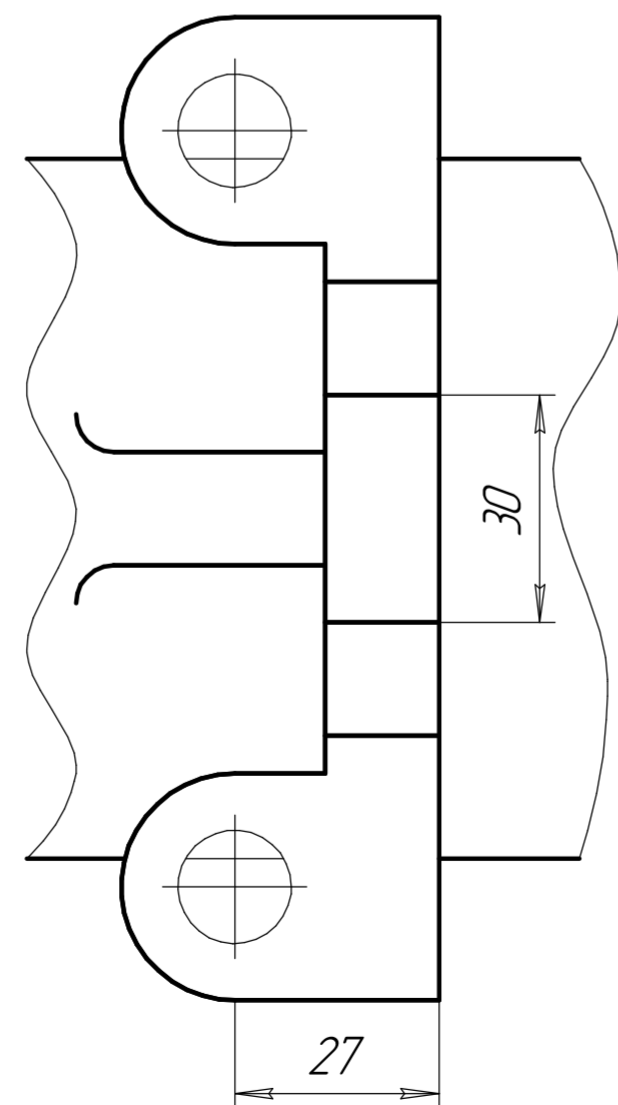
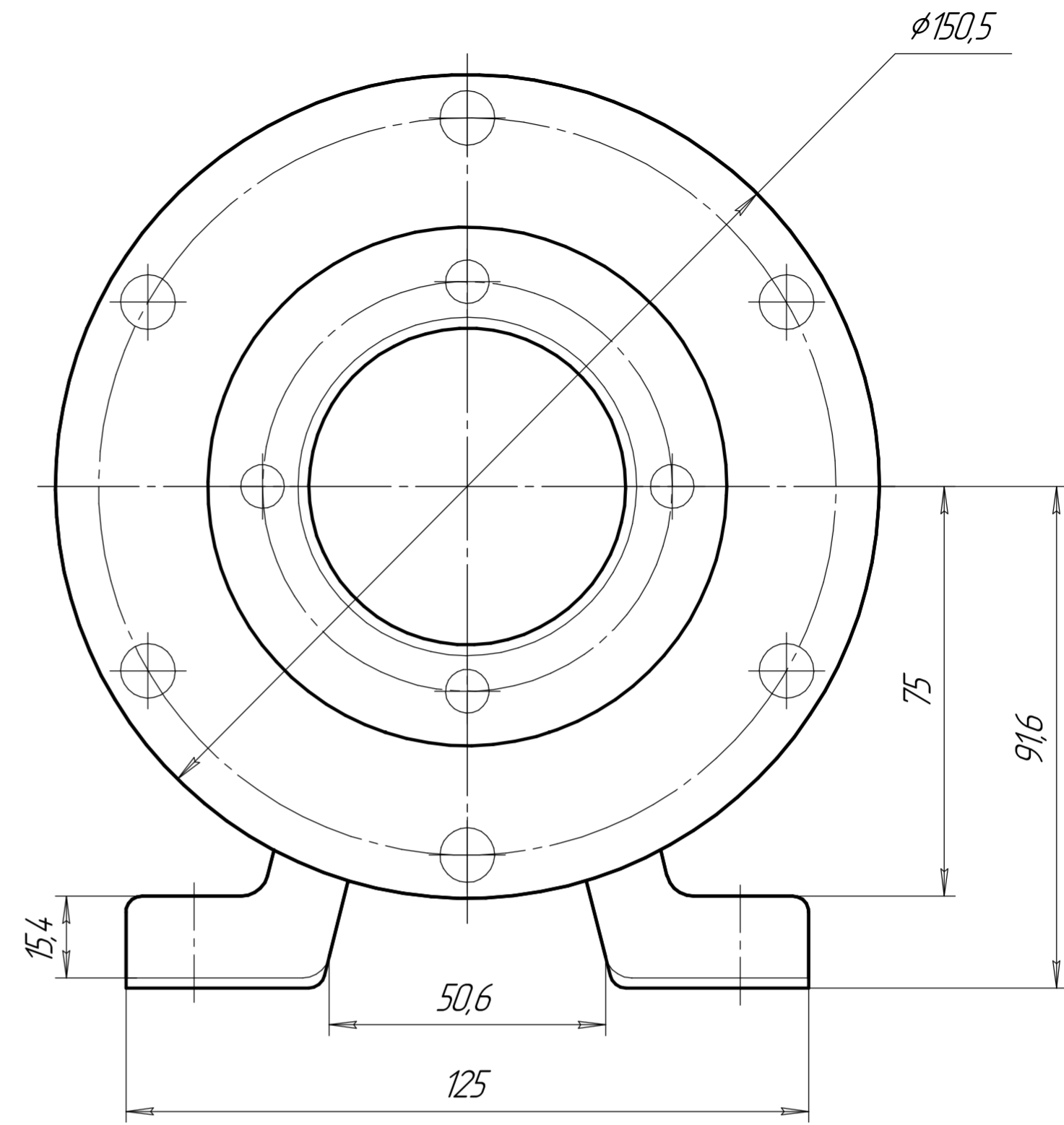
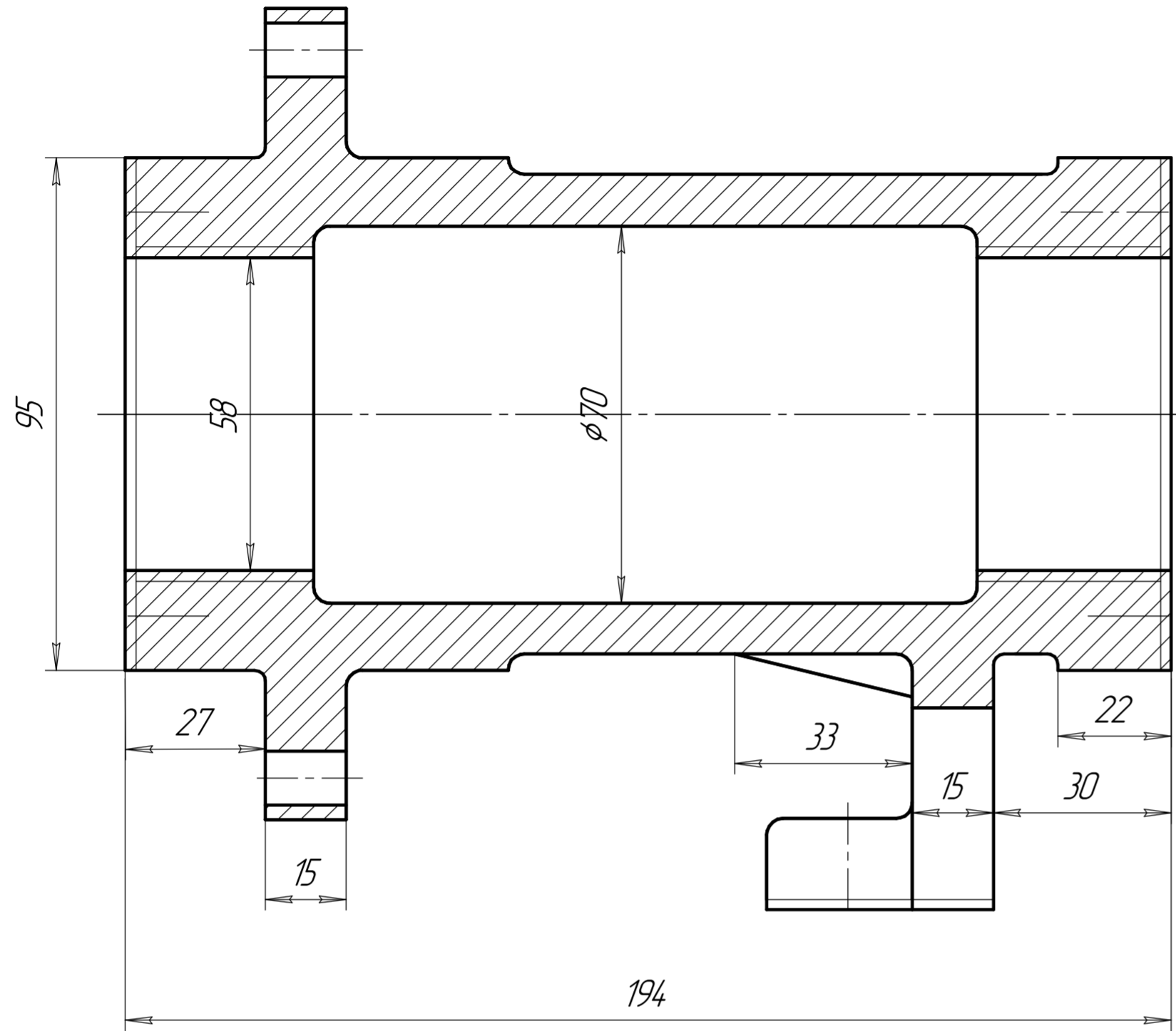
Підп. і дата

Інв. № д.д.д.

Зам. інв. №

Підп. і дата

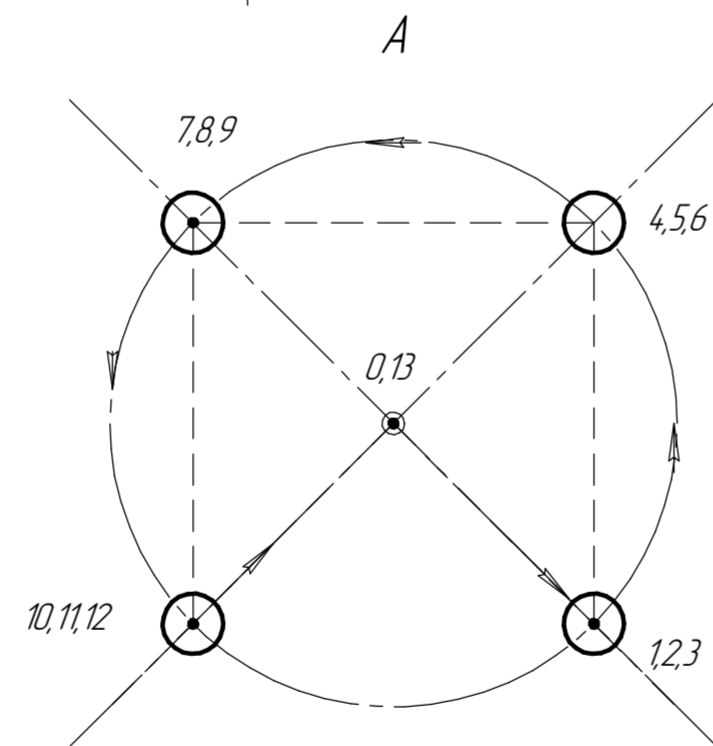
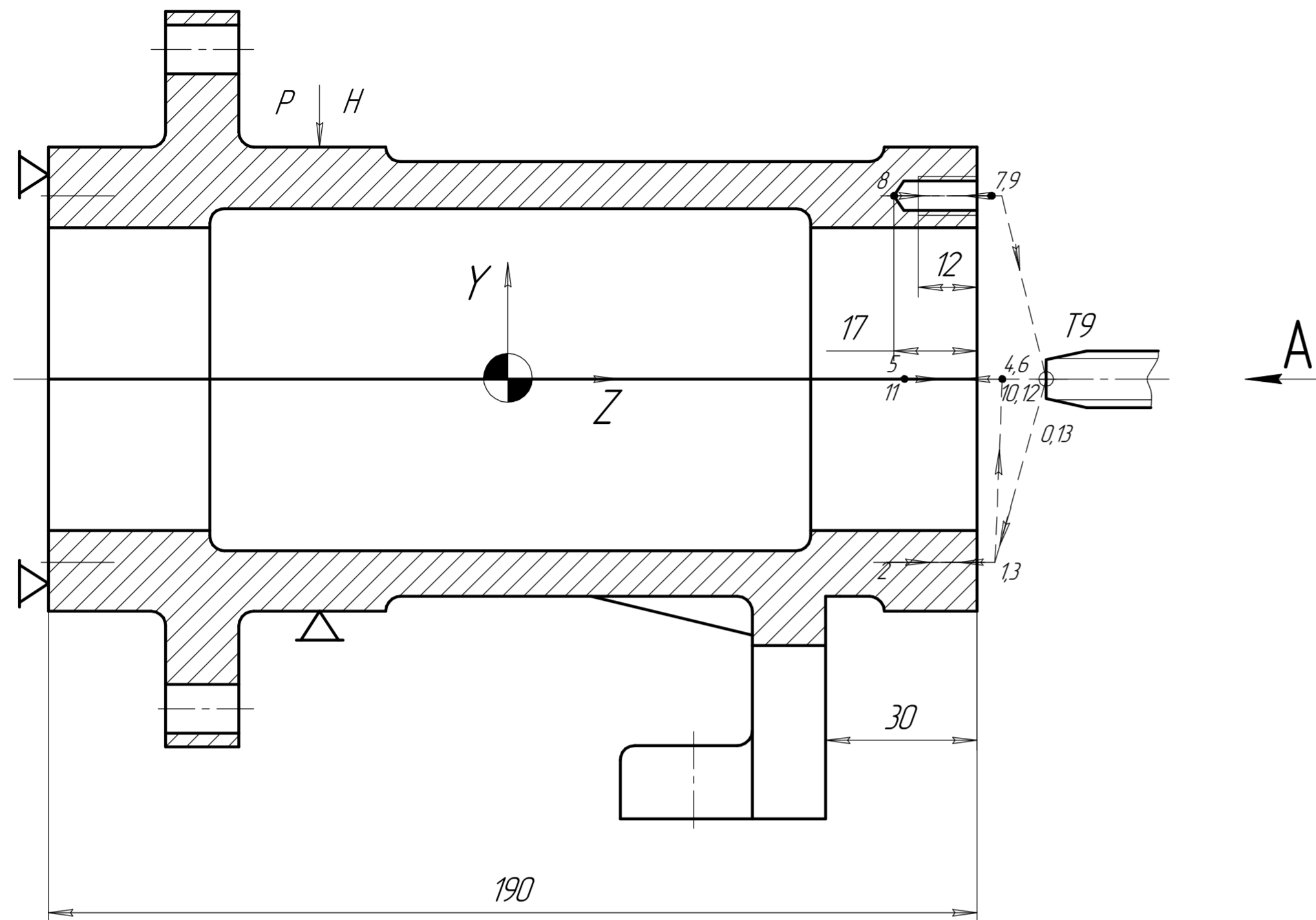
Інв. № арх.



1. Ступінь складності виливка-3
2. Ливарні радіуси R8 мм
3. Ливарні раковини не допускаються
4. Точність виливка 7-0-0-7
5. Ливарні ухили 15°

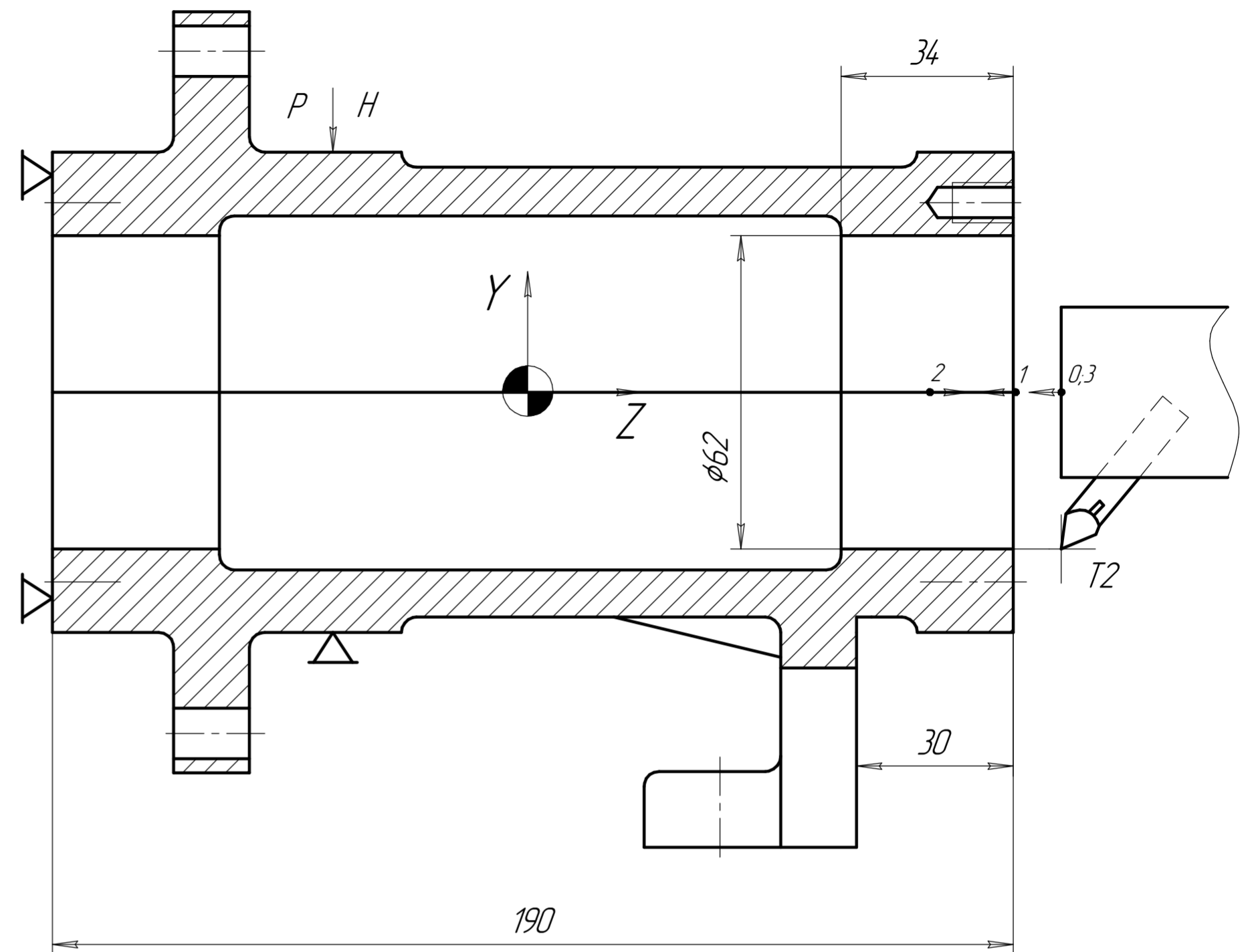
				26.KBP.400.03.00.000			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус (вливков)	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Табз					9,04	1:1
Проб.	Кодельник				Лист	Листов	1
Т.контр.					ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400		
Н.контр.	Волошин			СЧ15 ДСТУ 8833:2019			м. Тернопіль
Утв.				Копировал			Формат А2

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дроб.	Подп. и дата	Спроб. №	Перв. примен.



T5 Мітчик машинний М8-7Н

№ точки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x	0	0	0	0	37,5	37,5	37,5	0	0	0	37,5	37,5	37,5	0
y	0	37,5	37,5	37,5	0	0	0	37,5	37,5	37,5	0	0	0	0
z	100	98	73	98	98	73	98	98	73	98	98	73	98	100



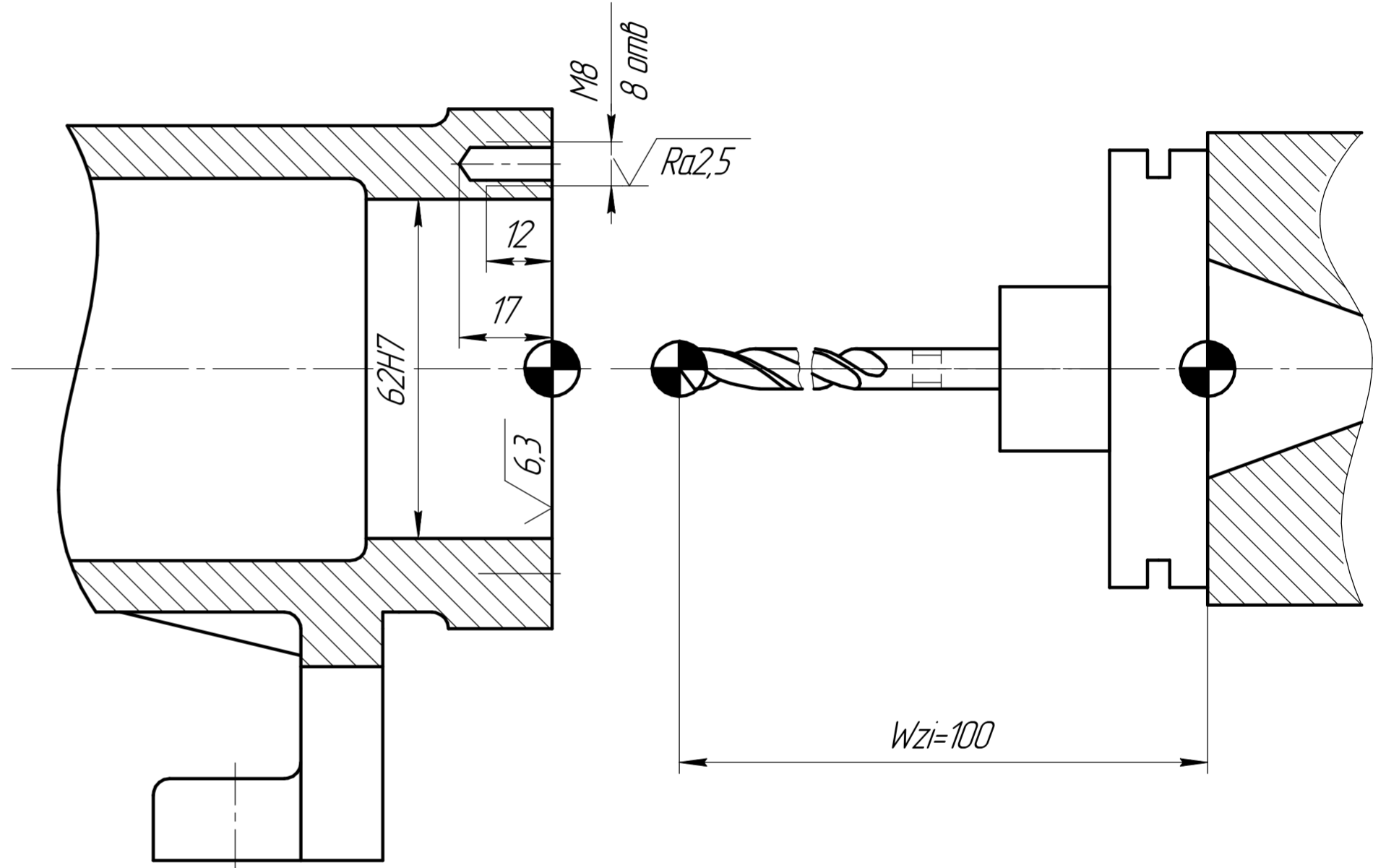
T6 Різець розточний Тип 4; 12x12

№ точки	0	1	2	3
x	0	0	0	0
y	0	0	0	0
z	100	95	58	100

Спроб. №
Підп. і дата
Інв. № докл.
Зам. інв. №
Підп. і дата
Інв. № опис.

				26.KBP.400.03.00.000		
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Розрахунково-технологічна карта на 015 розточувальну операцію з ЧПК		
Розроб.	Годз					
Перев.	Кодельник			Лит.	Маса	Масштаб
Т.контр.				Аркцил	Аркцил	1
Н.контр.	Волошин			ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400		
Затв.				м. Тернопіль		
				Формат А2		

№позиції	T1	№позиції	T2	№позиції	T3
Ріжучий інструмент	Фреза торцева $\phi 160$	Ріжучий інструмент	Свердл центрувальне $\phi 2 P6M5$	Ріжучий інструмент	Свердло спіральне $\phi 6,2 P6M5$
Допоміжний інструмент	Оправка 50-44	Допоміжний інструмент	Патрон цанговий 2-50-5-90	Допоміжний інструмент	Втулка 50-2
Wx	300	Wx	116	Wx	116
Wy		Wy	116	Wy	116
Wz	202	Wz	3112	Wz	2000
№позиції	T3	№позиції	T4	№позиції	T5
Ріжучий інструмент	Свердло спіральне $\phi 10 P6M5$	Ріжучий інструмент	Зенківачка 9x90 P6M5	Ріжучий інструмент	Мітчик машинний M8-6H P6M5
Допоміжний інструмент	Оправка 50-2	Допоміжний інструмент	Оправка 50-1	Допоміжний інструмент	Патрон для мітчиків
Wx	302	Wx	116	Wx	166
Wy	302	Wy	116	Wy	116
Wz	1620	Wz	6224	Wz	6688
№позиції	T6	№позиції	T7	№позиції	T8
Ріжучий інструмент	Різець розточний тип4 BK8	Ріжучий інструмент	Різець розточний тип4 BK8	Ріжучий інструмент	Різець розточний тип4 BK6
Допоміжний інструмент	Оправка 2-50	Допоміжний інструмент	Оправка 2-50	Допоміжний інструмент	Оправка 2-50
Wx		Wx		Wx	
Wy		Wy		Wy	
Wz	586	Wz	586	Wz	586



				26.KBP.400.03.00.00 KH				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта налагодження верстату моделі 2204BMФ4	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Годз					1		1:1
Проб.	Кодельник					Лист	Листов	1
Т.контр.						ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		
Н.контр.	Волошин				Копіював			
Утв.					Формат А2			

Перв. примен.

Справ. №

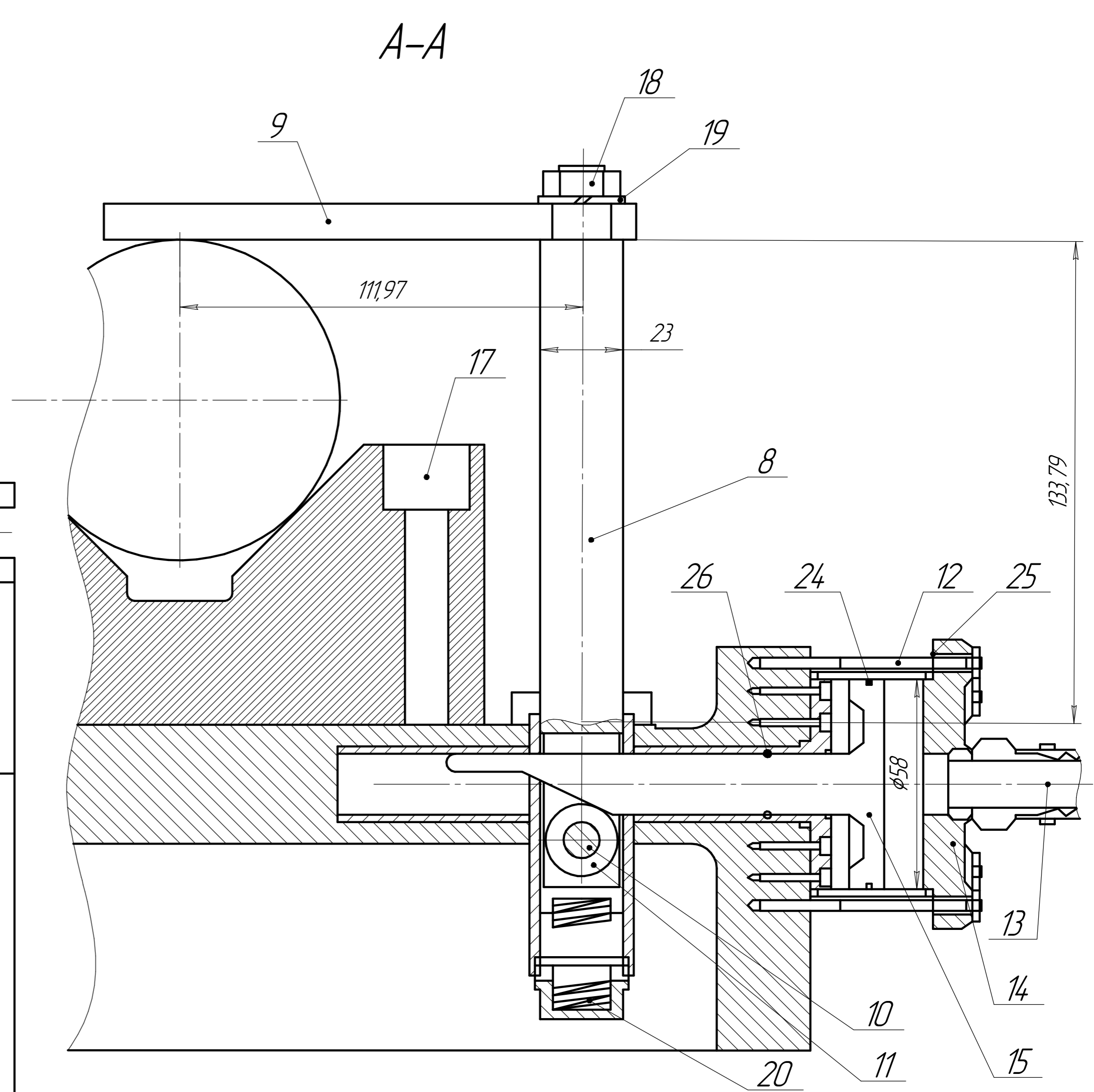
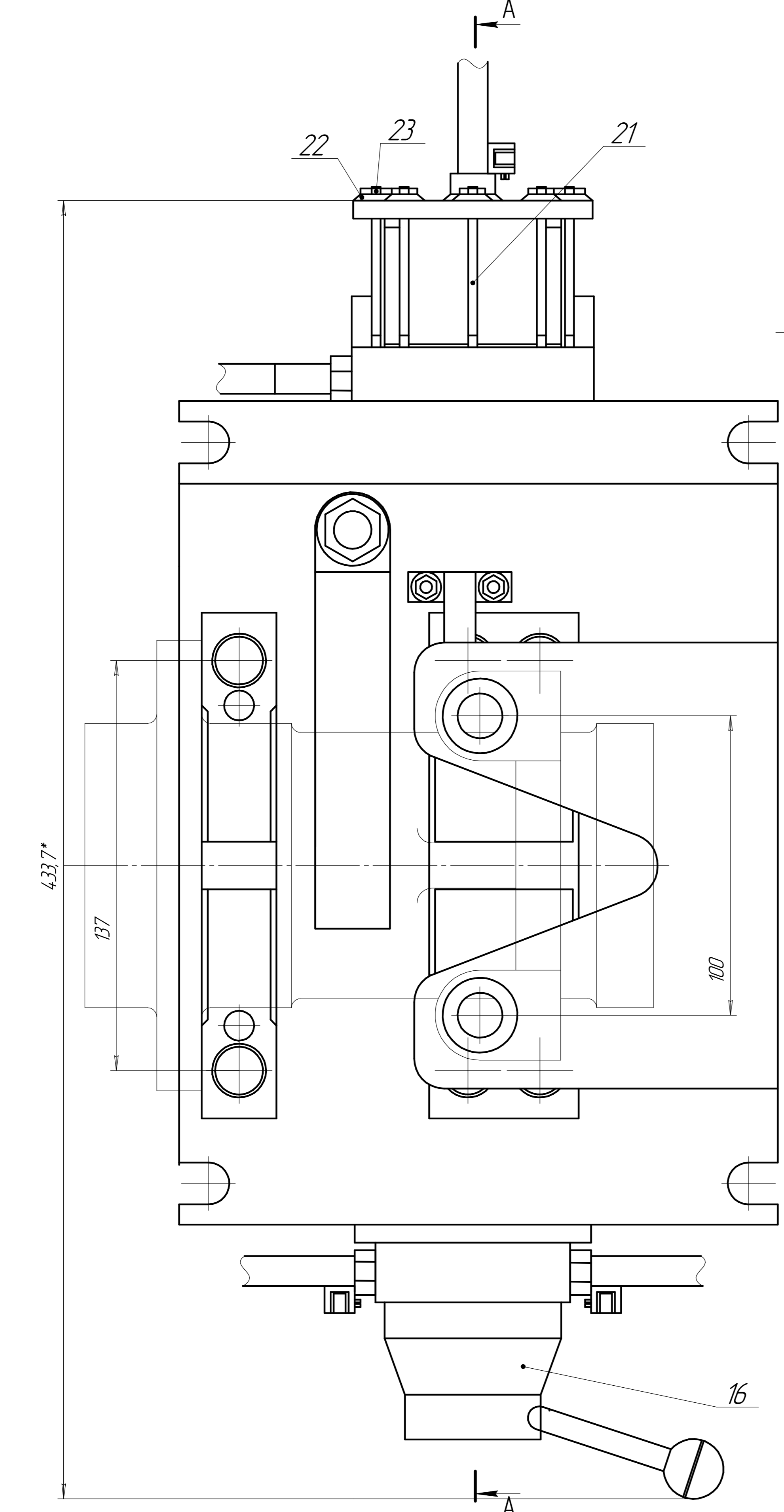
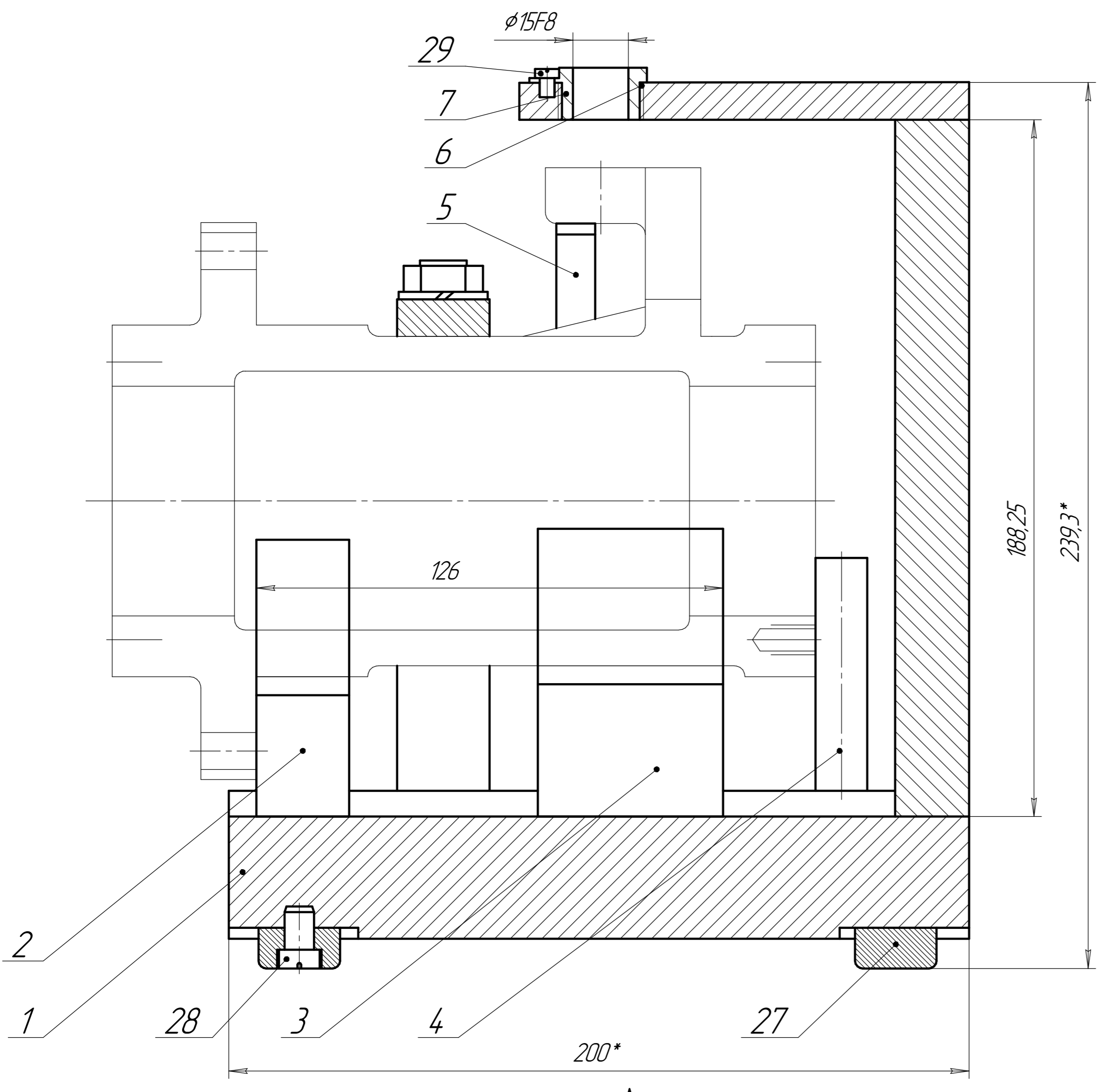
Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



- 1. *Разміри для довідок
- 2. Перевірити герметичність пневмоциліндра тиском 6-10 ПА
- 3. Установити на верстат 2Н118.

					26.KBP.4.00.03.00.000 СК			
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Спеціальне пристосування для свердління отворів	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Ладз						8,52	1:1
Перев.	Кодельник					Аркш.	Аркшів	1
І.контр.					ВПТ "ФК ТНТУ", МГ-400			
І.контр.	Волошин				м. Тернопіль			
Затв.					Формат А1			

Лист № аркуша	Листів і дата	Зем. № арк.	Лист № аркуша	Листів і дата	Сторона №	Перш. застос.