

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.400.05.00.000

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

Керівник: _____ Ігор ГЕНИК

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

_____ Корвачу Максиму Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.05.00.000

Керівник роботи _____ Геник Ігор Степанович _____ ,
(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 1100 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)

Максим КОРВАЧ

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Ігор ГЕНИК

АНОТАЦІЯ

Корвач М.С. Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.05.00.000: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026, ___ с.

У даній кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі для машинобудівного виробництва. Виконано аналіз креслення та технічних вимог до виробу, здійснено вибір матеріалу й способу отримання заготовки. Розроблено маршрут механічної обробки із застосуванням верстатів з програмним керуванням. Визначено режими різання, обрано інструмент і пристрої для закріплення деталі.

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

ANNOTATION

Korvach M. Development and feasibility study of the technological process of mechanical processing of the part "Casing" 26.KVR.400.05.00.000: 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 this qualification work, a technological process for manufacturing a part for machine-building production has been developed. An analysis of the drawing and technical requirements for the product has been performed, the material and method of obtaining the workpiece have been selected. A machining route has been developed using CNC machines. Cutting modes have been determined, and tools and devices for fixing the part have been selected.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі	9
1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь	11
1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей	14
1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19
2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу	19
2.1.1 Вибір технологічних операцій	19
2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання	20
2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів	21
2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП	23
2.2.1 Вибір технологічних переходів	24
2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірною інструменту	25
2.2.3 Розрахунок режимів різання	29
2.2.4 Розрахунок технічних норм часу	34
3 ВИБІР ТА ОБґРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ	38
3.1 Призначення, будова та принцип роботи пристосування	38
3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування	38
3.3 Розрахунок зусиль затиску	39
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	41
4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу	41
4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі	45

					26.КВР.400.05.00.000 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.400.05.00.000 Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Корвач</i>					5	
<i>Перевір.</i>		<i>Геник</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	49
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	52
5.1 Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці	52
5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	58
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	60
Специфікація на пристосування	
Додатки	

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

В умовах розвитку машинобудування механічна обробка деталей є одним із важливих етапів виробничого процесу, оскільки вона визначає точність геометричних параметрів, якість поверхонь, надійність та експлуатаційні характеристики готових виробів. Високий рівень конкуренції в промисловості, постійне вдосконалення техніки та підвищення вимог до якості машинобудівної продукції зумовлюють необхідність удосконалення технологічних процесів виготовлення деталей, що дозволяє забезпечити підвищення продуктивності праці, зниження виробничих витрат і покращення техніко-економічних показників виробництва.

Особливе значення у машинобудуванні мають корпусні деталі, які широко застосовуються в різноманітних механізмах, машинах та обладнанні як базові елементи для встановлення, кріплення та взаємного розміщення вузлів і механізмів. Такі деталі характеризуються складністю конструкції, підвищеними вимогами до точності обробки, жорсткості, взаємного розташування поверхонь і надійності в процесі експлуатації. Саме тому розробка ефективного технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» є актуальним завданням, що має важливе практичне значення для сучасного виробництва.

Метою даної кваліфікаційної роботи є проектування технологічно доцільного, економічно ефективного та технічно обґрунтованого процесу механічної обробки деталі «Корпус», який забезпечить виконання всіх конструкторських вимог, необхідної точності та якості при оптимальних витратах матеріальних, трудових і виробничих ресурсів. Для реалізації поставленої мети передбачено виконання комплексу завдань, серед яких: аналіз конструктивних особливостей деталі та її службового призначення; оцінка технологічності конструкції; вибір найбільш раціонального способу отримання заготовки; розроблення послідовності технологічних операцій механічної обробки; підбір сучасного технологічного обладнання, пристроїв, ріжучого та контрольованого інструменту; визначення оптимальних режимів різання; проведення необхідних технічних і економічних розрахунків.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Практична цінність роботи полягає в тому, що запропонований технологічний процес може бути використаний у виробничих умовах машинобудівних підприємств для вдосконалення виготовлення корпусних деталей, підвищення продуктивності обробки, зменшення собівартості продукції та забезпечення стабільної якості готових виробів. Отримані результати також можуть слугувати основою для подальшого вдосконалення технологій механічної обробки, впровадження сучасних виробничих рішень і підвищення загальної ефективності машинобудівного виробництва.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.

Деталь «Корпус» є типовим представником корпусних деталей, які широко застосовуються у машинобудуванні як базові елементи конструкцій, що забезпечують надійне встановлення, фіксацію та точне взаємне розташування окремих вузлів і деталей механізму. Основне призначення даної деталі полягає у створенні жорсткої та стабільної конструктивної основи для монтажу інших елементів, забезпеченні їх правильної роботи, а також сприйнятті навантажень, що виникають під час експлуатації виробу.

За своєю конструкцією деталь має циліндричну форму та оснащена двома лапами, які використовуються для кріплення корпусу до станини, основи або іншої несучої конструкції. Така форма забезпечує достатню жорсткість, надійність монтажу та зручність установаження у складальних одиницях. Внутрішня частина корпусу виконана у вигляді порожнистої циліндричної поверхні, що дозволяє розміщувати всередині необхідні елементи механізму або з'єднувальні компоненти. Конструкцією також передбачено наявність двох зовнішніх та двох внутрішніх різьбових поверхонь, які служать для надійного різьбового з'єднання з іншими деталями, забезпечуючи герметичність, міцність та точність складання.

Габаритні розміри деталі становлять 190×52 мм, що дозволяє віднести її до корпусних деталей середніх розмірів. Такі параметри забезпечують зручність механічної обробки на універсальному та спеціалізованому обладнанні, а також дозволяють застосовувати раціональні методи отримання заготовки та подальшого виготовлення. Конструктивні особливості деталі, зокрема наявність кріпильних елементів, різьбових поверхонь і підвищених вимог до точності взаємного розташування окремих поверхонь, визначають необхідність ретельного проектування технологічного процесу її механічної обробки.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Згідно з класифікатором ЄСКД, за формою, конструктивними та технологічними ознаками деталь належить до класу 73 – корпуси. Корпус має типову конструкцію, що широко застосовується у машинобудуванні, зокрема в гідравлічних і пневматичних системах, де необхідно забезпечити точне розташування і герметичне з'єднання внутрішніх елементів.

Під час аналізу креслення деталі з точки зору технологічності виготовлення та вимог до якості поверхонь можна виділити основні та допоміжні поверхні, які підлягають механічній обробці.

До основних поверхонь належать:

отвір $\varnothing 40H7 Ra 1,25$ – призначений для встановлення золотника, що забезпечує герметичність та точність переміщення елемента;

отвір $\varnothing 42H7 Ra 1,25$ – служить для посадки циліндра, забезпечуючи точне центрування та фіксацію;

отвір $\varnothing 26H7 Ra 1,25$ – використовується для встановлення сідла, яке є частиною з'єднання із запірним елементом.

До допоміжних поверхонь можна віднести:

- різбову поверхню $M14-7H Ra 6,3$, що використовується для підведення або відведення робочої рідини в циліндричну порожнину;

- отвори $\varnothing 7 Ra 6,3$, призначені для кріплення корпусу до плити або основи за допомогою болтів.

Матеріал корпусу повинен забезпечувати високу міцність, жорсткість та зносостійкість при експлуатації. Для виготовлення деталі найчастіше застосовують сірий чавун СЧ20 або конструкційну сталь середнього вуглецевого складу, які добре піддаються механічній обробці, мають достатню міцність і демпфуючі властивості.

Таким чином, конструкція корпусу є раціональною, забезпечує зручність обробки, надійність з'єднань і зручність монтажу в складальному вузлі, що робить її придатною для масового та серійного виробництва у машинобудуванні.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь.

Технічні вимоги до деталі «Корпус» визначаються умовами її роботи у складі механізму, призначенням та конструктивними особливостями. Вони спрямовані на забезпечення точності взаємного розташування поверхонь, герметичності, міцності з'єднань і надійності роботи виробу в цілому.

Технічні вимоги спрямовані на забезпечення працездатності деталі «Корпус», герметичності та точності взаємодії зі сполученими елементами. Виконання зазначених вимог можливе лише за умови застосування раціонального технологічного процесу, сучасного обладнання та ретельного контролю якості на всіх етапах обробки.

У таблиці 1.1 наведено основні технічні вимоги до деталі «Корпус», що визначають точність розмірів, шорсткість поверхонь, вимоги до взаємного розташування елементів та інші параметри якості. Ескіз деталі з позначенням основних і допоміжних поверхонь подано на рисунку 1.1

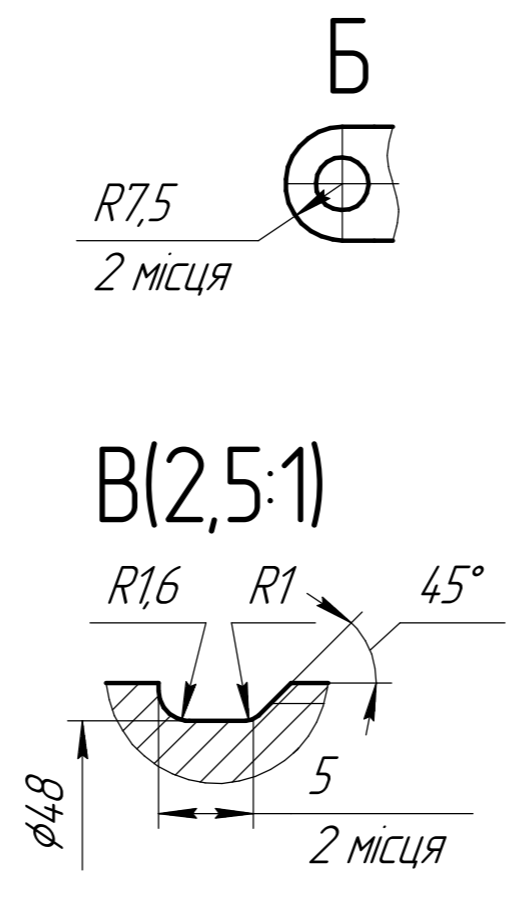
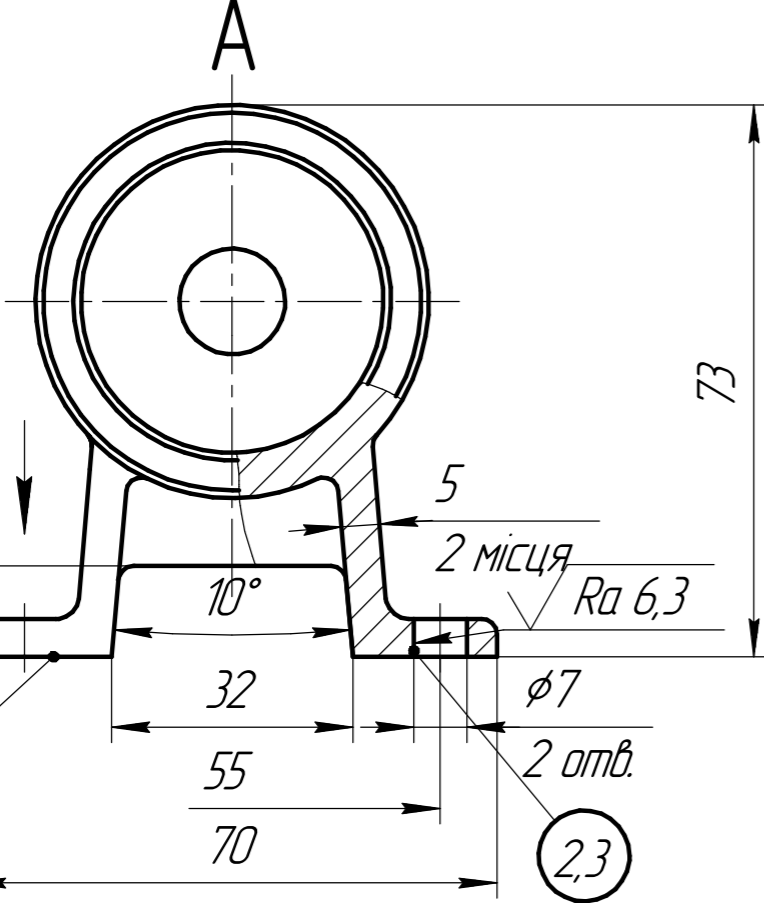
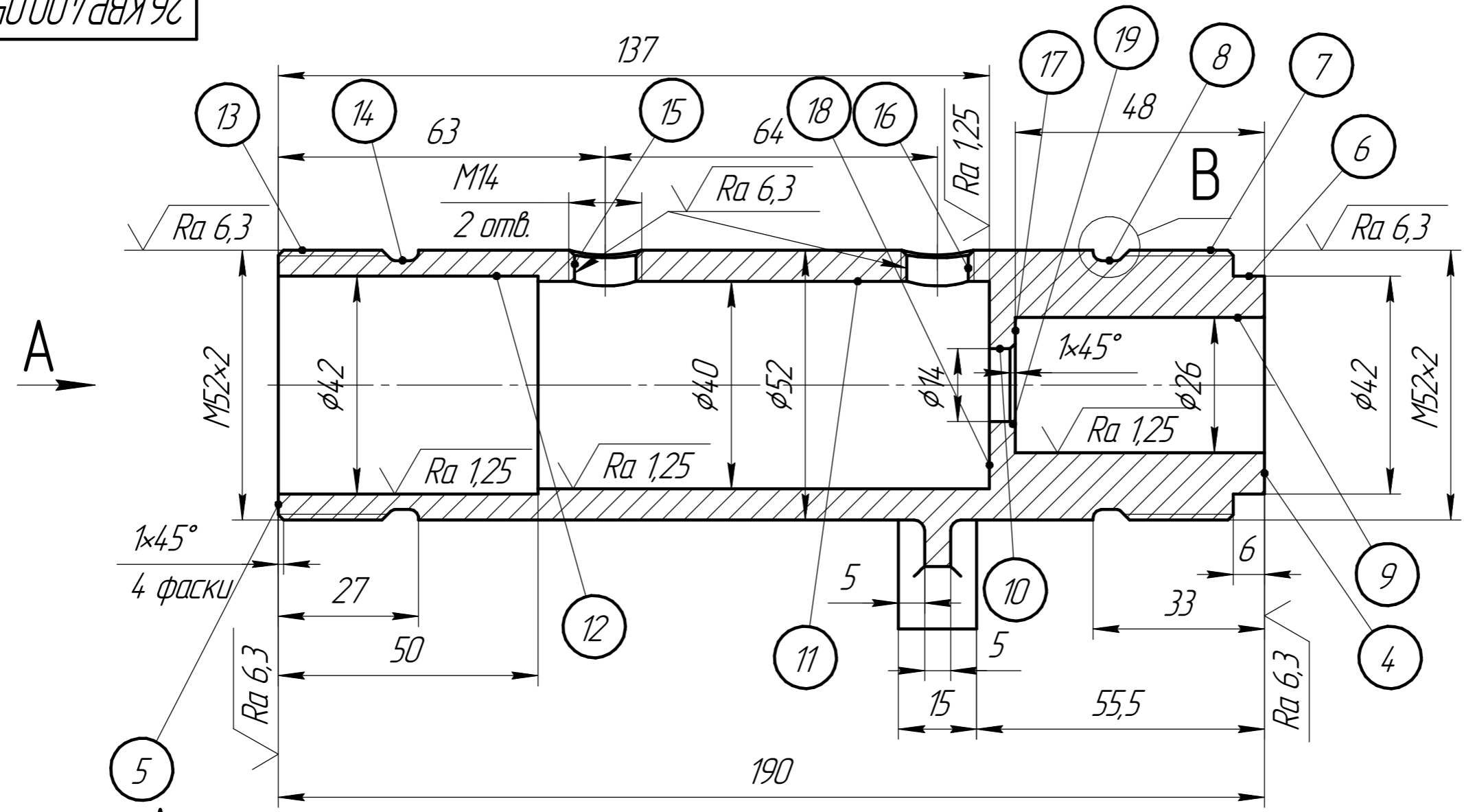
Таблиця 1.1 – Аналіз технічних вимог

Позначення поверхонь	Зміст технічних вимог	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
1; 21	73h14 Ra12,5	Фрезерування	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
2;3	Ø7H14 Ra6,3	Свердління	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
4;5	190h14 Ra6,3	Точіння	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ДСТУ 166:2009
6	Ø42h14 Ra12,5	Точіння	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4
7;13	M52×2 Ra6,3	Нарізання різі різцем	Калібр-кільце M52×2
8;14	5H14; Ø48; Ra12,5	Точіння	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
9	Ø26H7 Ra1,25	Розточування чистове	Калібр-пробка одностороння Ø26H14
10	Ø14H14 Ra12,5	Свердління	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
11	Ø40H7 Ra1,25	Розточування чистове	Калібр-пробка одностороння двогранна Ø40H7
12	Ø42H7 Ra6,3	Розточування чистове	Калібр-пробка Ø42H7
15,16	M14-7H Ra6,3	Точіння торця	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0, ДСТУ 166:2009
17	48IT14/2 Ra12,5	Точіння торця	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
18	137IT14/2 Ra1,25	Точіння торця	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
19	1 × 45° Ra12,5	Точіння фаски	Шаблон



1. Точність відливки 8-0-0-7 ДСТУ 8981:2020
2. Не вказані допуски та форми розташування по ДСТУ ISO 2768-1-2001
3. Невказані ливарні радіуси - 1..3мм
4. H14; h14; ±IT14/2
5. Матеріал-замінник Сталь 45 ДСТУ 7809

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.4.00.05.00.000 ПЗ	Арк.
------	------	----------	--------	------	--------------------------	------

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

Тип виробництва виходячи з річної програми випуску деталей $N_{річ} = 1100$ шт/рік, що передбачається завданням і маси деталі $g = 1,54$ кг.

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

Даному типу виробництва характерно:

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

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

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

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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

N – річна програма випуску, шт. $N_{\text{річ}} = 1100$ шт.

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

$$n = \frac{1100 \cdot 10}{257} = 43 \text{ штук.}$$

Отже величина партії деталей становить $n=43$ шт. при роботі в одну зміну.

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Вибір методу отримання заготовки перш за все залежить від конструкції деталі, 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.

Приймаємо за [2] С.95 табл.8.1 – 7-ий клас точності розмірів та 2 ряд припусків.

Визначаємо допуски лінійних розмірів виливків [3] С.97 табл.Е8.3 та загальні припуски [3] С.94 табл.Е8. Результати заносимо в таблицю 1.2

Таблиця 1.2 – Припуски і розміри заготовок

№ п/п	Оброблювана поверхня, її розміри і точність	Параметр шорсткості, мкм	Допуск розміру, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки з граничними відхиленнями, мм
1	2	3	4	5	6
1	Торець 73h14	Ra12,5	1,1	1,6	74,6 _{-1,1}
2	Торець 190h14	Ra6,3	1,4	2,0 × 2 = 4	194 _{-1,4}
3	Різьба M52×2	Ra6,3	1,0	1,6 × 2 = 3,2	Ø55,2 _{-1,0}
4	Отвір Ø40H7	Ra1,25	0,9	1,4 × 2 = 2,8	Ø37,2 _{-0,9}
5	Торцева поверхня 137	Ra1,25	1,2	2	135 _{-1,2}

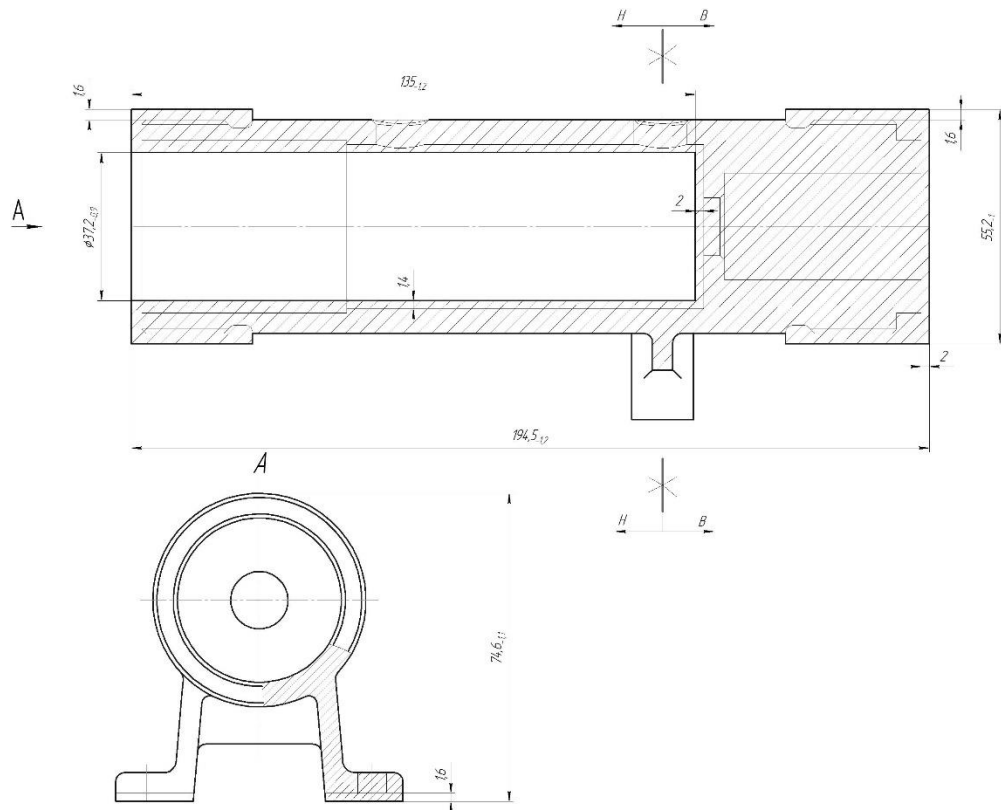


Рисунок 1.2 Ескіз заготовки з припусками отриманими литтям в піщані форми з машинною формовкою

Визначаємо масу заготовки за формулою:

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

де $V_{\text{пр}}$ – об’єм припуску заготовки, см^3 ;

ρ – густина матеріалу заготовки, $\text{г}/\text{см}^3$.

Для чавунних відливоків $\rho = 7,8 \text{г}/\text{см}^3$ [2] С.46 табл.Е1.

$q_{\text{дет}} = 1,54 \text{кг}$. – маса деталі з креслення

Об’єми припусків циліндричних фігур порожнистої форми визначається за формулою:

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

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Об'єм припусків плоских фігур за добутком сторін

$$V = L \cdot B \cdot h(\text{см}^3) \quad (1.4)$$

Об'єми припусків заготовки будуть:

$$V_1 = \frac{\pi(55,2^2 - 52^2)}{4} \cdot 29 = 7808 \text{см}^3;$$

$$V_2 = \frac{\pi(40^2 - 37,2^2)}{4} \cdot 135 = 22891 \text{см}^3;$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 26^2}{4} \cdot 53 = 28,125 \text{см}^3;$$

$$V_4 = \frac{\pi(55,2^2 - 52^2)}{4} \cdot 37 = 9962 \text{см}^3;$$

$$V_5 = 15 \cdot 19 \cdot 5 \cdot 2 = 2850 \text{см}^3;$$

$$V_6 = \frac{3,14 \cdot 7^2}{4} \cdot 5 \cdot 2 = 384,65 \text{см}^3$$

$$V_7 = \frac{3,14 \cdot 14^2}{4} \cdot 6 = 923,16 \text{см}^3$$

Тоді сума припусків становитиме:

$$V_{\text{пр}} = 7808 + 22891 + 28,125 + 9962 + 2850 + 384,65 + 923,16 = 44890 \\ = 0,045 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

Визначаєм масу заготовки:

$$Q_{\text{заг}} = 1,77 \text{кг.}$$

Собівартість заготовок із виливок визначають за формулою :

$$C_{\text{заг}} = \left(\frac{C_6 \cdot Q_3 \cdot K_{\text{П}}}{1000} \right) - (Q_3 - q) \cdot \frac{S_{\text{відх.}}}{1000} (\text{Грн.}) \quad (1.5)$$

де : Q_3 – маса заготовки, кг.

q – маса готової деталі, кг.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$S_{\text{відх.}}$ – ціна 1 тонни відходів, грн. $S_{\text{відх.}} = 3000$ грн/т. [4] С.360 дод.19
 C_6 – базова ціна однієї тонни заготовок, грн. $C_6 = 5600$ грн/т.
ринкова ціна

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

$$K_{\Pi} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot, \quad (1.6)$$

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

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

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

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

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

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

Собівартість заготовки буде

$$C_{\text{заг}} = \left(\frac{5600 \cdot 1,77 \cdot 1,59}{1000} \right) - (1,77 - 1,54) \cdot \frac{3150}{1000} = 1520 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{загII}} = 1520 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{q}{Q} \quad (1.7)$$

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{1,54}{1,77} = 0,87.$$

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1. Вибір технологічних операцій

Враховуючи тип виробництва – середньо серійний, технічні вимоги із таблиці 1.1 та керуючись принципами сталості баз, суміщення баз і технологічної сумісності операцій, складаємо маршрут виготовлення деталі “Корпус”

Операція 005. Фрезерувати поверхню ^①, лап в розмір 73, центрувати отвори ^②, ^③, витримавши розмір 55, свердлити отвори $\varnothing 6,6H12$, розвернути отвори до $\varnothing 7H8$.

Операція 010 Токарна з ЧПК. Підрізати торець ^⑤, витримавши розмір 192,5, точити фаску 1x45, точити поверхню ^⑫ $\varnothing 51,7$ під різьбу M52x2 на довжину 27, проточити канавку ^⑭ до $\varnothing 48$ витримавши розмір 27 і ширину 5, розточити отвори ^⑫ і ^⑪ попередньо, витримавши розміри $\varnothing 40$ і $\varnothing 38$, розточити отвори ^⑫ і ^⑪ напівчисто, витримавши розміри $\varnothing 41,7$ і $\varnothing 39,7$, нарізати різьбу M52x2 різцем.

Операція 015 Токарна з ЧПК. Підрізати торець ^④ витримавши розмір 55,5, точити поверхню $\varnothing 42$ на довжину 6, підрізати торець, точити поверхню 1,6x45, точити поверхню ^⑰ $\varnothing 51,7$ на довжину 33, проточити канавку ^⑧ в $\varnothing 48$, витримавши розміри 33 і b=5, свердлити наскрізний отвір $\varnothing 14$, розсвердлити отвір ^⑨ до $\varnothing 22$, розточити отвір ^⑨ до $\varnothing 24$ на довжину 48, попередньо, розточити отвір ^⑨ до $\varnothing 25,5$ на довжину 48, нарізати різьбу M52x2 різцем.

Операція 020 Вертикально-свердлильна. Свердлити 2 отвори ^⑮ і ^⑯ під різьбу M14-6H $\varnothing 11,9$.

Операція 025 Слюсарна. Нарізати різьбу M14 в отворах ^⑮ і ^⑯.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Операція 030 Алмазно-розточувальна. Установ А. розточити отвір $\varnothing 42H7$ на довжину 50, розточити отвір $\varnothing 40H7$, витримавши розмір 137.

Установ Б. Розточити отвір $\varnothing 26H7$, витримавши розмір 48.

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення

З урахуванням конструктивних особливостей деталі «Корпус», її габаритних розмірів, вимог до точності обробки, шорсткості поверхонь, а також умов середньосерійного виробництва, для реалізації технологічного процесу доцільно застосувати комплекс сучасного технологічного обладнання, яке забезпечить необхідну продуктивність, точність і економічну ефективність виготовлення. Вибір обладнання здійснюється з урахуванням характеру виконуваних операцій, геометрії деталі, способів базування та закріплення, а також можливості обробки різьбових, циліндричних і кріпильних поверхонь.

Для виконання токарних операцій використовуються токарно-гвинторізні або токарні верстати з ЧПК, що забезпечують обробку зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь, підрізання торців, нарізання різьби та досягнення необхідної точності. Для свердлильних і різьбонарізних операцій доцільно застосовувати вертикально-свердлильне обладнання, яке дозволяє виконувати свердління, зенкерування, розгортання та нарізання внутрішніх різьб. Обробка кріпильних лап і площин може виконуватися на фрезерних верстатах, що забезпечують точність розташування базових поверхонь.

Крім основного технологічного обладнання, важливу роль відіграє застосування відповідного технологічного оснащення: пристроїв для базування та закріплення заготовок, ріжучого інструменту (різців, свердел, мітчиків, фрез), а також контрольно-вимірювальних засобів для перевірки геометричних параметрів і точності виготовлення деталі. Раціонально підібране обладнання та оснащення дозволяють забезпечити стабільність виробничого процесу, знизити трудомісткість операцій і підвищити якість готової продукції.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

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

Таблиця 2.1 – Вибір обладнання і оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
1	2	3	4
005	Фрезерна	6P12	Пристосування фрезерне.
010	Токарна з ЧПК	16K20Ф3	3-х кулачковий патрон, самоцентрувальний.
015	Токарна з ЧПК	16K20Ф3	3-х кулачковий патрон, самоцентрувальний.
020	Вертикально-свердлильна	2Н118	Кондуктор
025	Слюсарна	Верстак ВС-2	Прихват
030	Алмазно-розточувальна	2705 В	Пристосування

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів табличним методом

Припуски визначаємо на точні поверхні отворів $\varnothing 42H7$; $\varnothing 40H7$; $\varnothing 26H7$.
Результати зводимо в таблицю 2.2.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Розрахунок проміжних припусків і розмірів за таблицями

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск на діаметр (довжину), мм	Операційні розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Ø42H7 – Розточування отвору					
Заготовка	16	Rz 160	1,6		Ø37,2
Розточування чорнове	14	Ra 25	0,62	2	Ø40
Розточування напівчистове	11	Ra 6,3	0,16	1,7	Ø42,7
Розточування чистове	9	Ra 3,2	0,062	0,23	Ø41,93
Розточування тонке	7	Ra 1,25	0,025	0,07	Ø42
Ø40H7 – Розточування отвору					
Заготовка	16	Rz 160	1,6		Ø30
Розточування чорнове	14	Ra 25	0,62	2	Ø38
Розточування напівчистове	11	Ra 6,3	0,16	1,7	Ø39,7
Розточування чистове	9	Ra 3,2	0,062	0,23	Ø39,93
Розточування тонке	7	Ra 1,25	0,025	0,07	Ø40
Ø26H7- Розточування отвору					
Розточування чорнове	14	Ra 25	0,52	2	Ø24
Розточування напівчистове	11	Ra 6,3	0,13	1,7	Ø25,7

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ

Арк.

22

2.2.1 Вибір технологічних переходів

У сучасному програмному середовищі для технологічного проектування формування технологічних переходів здійснюється на основі введених користувачем вихідних даних, що значно зменшує обсяг ручної роботи та підвищує ефективність розроблення технологічного процесу.

У межах даної кваліфікаційної роботи операційна технологія розробляється для конкретної технологічної операції, що передбачає детальне опрацювання структури обробки окремих поверхонь деталі. Основна увага приділяється побудові раціональної, технічно обґрунтованої та економічно ефективної послідовності основних і допоміжних переходів, необхідних для забезпечення заданих параметрів точності та якості.

Таким чином, використання програмних засобів автоматизованого формування технологічних переходів дозволяє забезпечити високий рівень оптимізації процесу механічної обробки, підвищити продуктивність проектування та досягти необхідних технічних показників із мінімальними витратами виробничих ресурсів (рисунок 2.2).

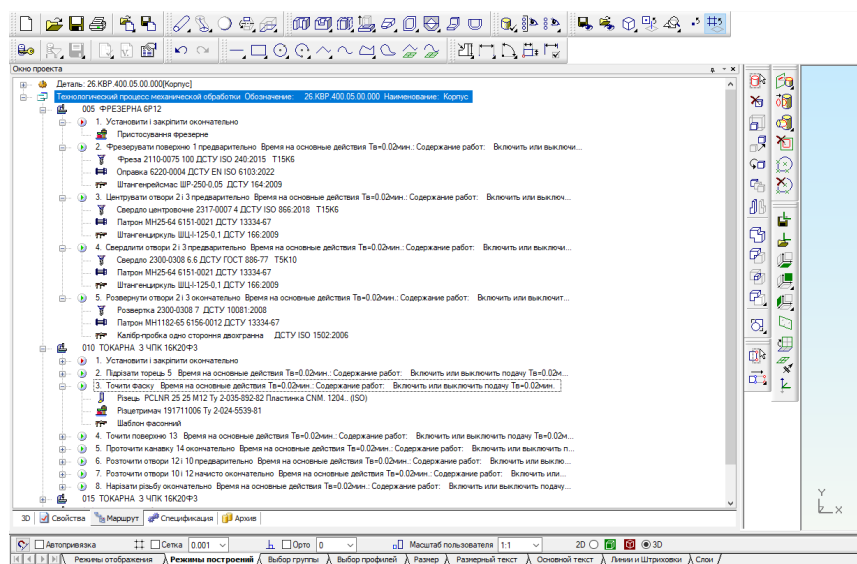


Рисунок 2.2 Вигляд вікна переходів у середовищі САПР ТП

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ

Арк.

24

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

Розробимо операційну технологію для операції 010 – Токарна з ЧПК. Для виконання операції прийнятий фрезерний верстат моделі 16K20Ф3.

Операція складається з переходів

1. Встановити і закріпити заготовку.
2. Підрізати торець ⁵ витримавши розмір 119,5.
3. Точити фаску 1x45
4. Точити поверхню ¹³ $\varnothing 51,7$ під нарізання різьби M52x2 на довжину 27.
5. Проточити канавку ¹⁴ до $\varnothing 48$, витримавши розмір 27 і $b=5$.
6. Розточити отвори ¹² і ¹¹ попередньо витримавши розміри $\varnothing 40$ і $\varnothing 38$.
7. Розточити отвори ¹² і ¹¹ напівчисто витримавши розмір $\varnothing 41,7$ і $\varnothing 39,7$.
8. Нарізати різьбу M52x2 різцем.
9. Зняти заготовку.
10. Контроль розмірів.

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

У програмному середовищі ADEM вибір ріжучого інструменту реалізується за допомогою вбудованих бібліотек, які містять систематизований перелік інструментів відповідно до видів механічної обробки. Такий підхід забезпечує зручну навігацію в базі даних інструментального оснащення та дозволяє швидко підібрати необхідний інструмент залежно від типу технологічної операції, параметрів оброблюваної поверхні, матеріалу заготовки й вимог до точності та якості обробки.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Проаналізувавши попередні пункти та враховуючи тип виробництва проводимо вибір необхідних різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів, які забезпечують виконання операцій технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус». Вибрані інструменти зведено у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 — Вибір різального, допоміжного і вимірювального інструменту

Номер та назва переходу	Інструмент		
	Різальний	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
Операція 005 Фрезерна			
1. Встановити і закріпити	—	—	—
2. Фрезерувати поверхню ^①	Фреза 2110-0075 ДСТУ ISO 240:2015	Оправка 6220-004 ДСТУ ISO 240:2015	Штангенрейсмас ШР-250 0,05
3. Центрувати отвори ^② і ^③	Свердло 2317-0007 ДСТУ ISO 235:2018	Патрон 6151-0021 МН25-64	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
4. Свердлити отвори ^② і ^③	Свердло 2300-0308 ДСТУ ISO 235:2018	Патрон 6151-0021 МН25-64	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
5. Розвернути отвір ^② і ^③	Розвертка 2300-0308 ДСТУ EN ISO 16811:2015	Патрон 6156-0012 МН1182-65	Калібр-пробка одностороння двогранна

Продовження таблиці 2.3

Операція 010 Токарна з ЧПК			
1. Встановити і закріпити	-	-	-
2. Підрізати торець ⁽⁵⁾	Різець PCLNR 25 25 M12 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1
3. Точити фаску	Різець PCLNR 25 25 M12 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Шаблон фасонний
4. Точити поверхню ⁽¹²⁾	Різець PCLNR 25 25 M12 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1
5. Проточити канавку ⁽¹⁴⁾	Різець 035-2126- 1811 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1 Шаблон фасонний
6. Розточити отвори ⁽¹²⁾ і ⁽¹⁰⁾	Різець К.01.4983.000-06 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1
7. Розточити отвори ⁽¹²⁾ і ⁽¹⁰⁾ на чисто	Різець К.01.4983.000-06 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль ШЦ-П-250-0,1
8. Нарізати різьбу	Різець 035-2159- 0543 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Калібр кільце різбовий

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Операція 015 Токарна з ЧПК			
1. Встановити і закріпити	-	-	-
2. Підрізати торець	Різець PCLNR 2525M12 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	ШЦ-П-250-0,1
3. Точити поверхню $\varnothing 42$ на довжину 6	Різець PCLNR 2525M12 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1
4. Підрізати торець	Різець PCLNR 2525M12 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1
5. Точити фаску	Різець PCLNR 2525M12 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Шаблон фасонний
6. Точити поверхню ⁽¹⁷⁾ $\varnothing 51,7$	Різець PCLNR 2525M12 ДСТУ 18877:2008	Різцетримач 191711006 ДСТУ 18877:2008	Калібр-пробка одно стороння двохгранна

2.2.3 Розрахунок режимів різання табличним методом

Програмне середовище ADEM забезпечує можливість автоматизованого розрахунку режимів різання, що є важливою складовою процесу технологічного проектування та дозволяє суттєво підвищити точність визначення параметрів механічної обробки. Розрахунок здійснюється на основі комплексу вихідних даних, які вводяться користувачем відповідно до конкретних умов виконання операції. До основних параметрів належать довжина оброблюваної поверхні, матеріал заготовки, тип і геометричні характеристики ріжучого інструменту, вид

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

обробки, глибина різання, подача, вимоги до точності та особливості виробничих умов.

Таким чином, функціональні можливості АДЕМ щодо автоматизованого визначення режимів різання сприяють підвищенню ефективності проектування, покращенню якості обробки та забезпеченню раціонального використання виробничих ресурсів. Приклад реалізації розрахунку режимів різання в графічному інтерфейсі програми наведено на рисунку 2.4.

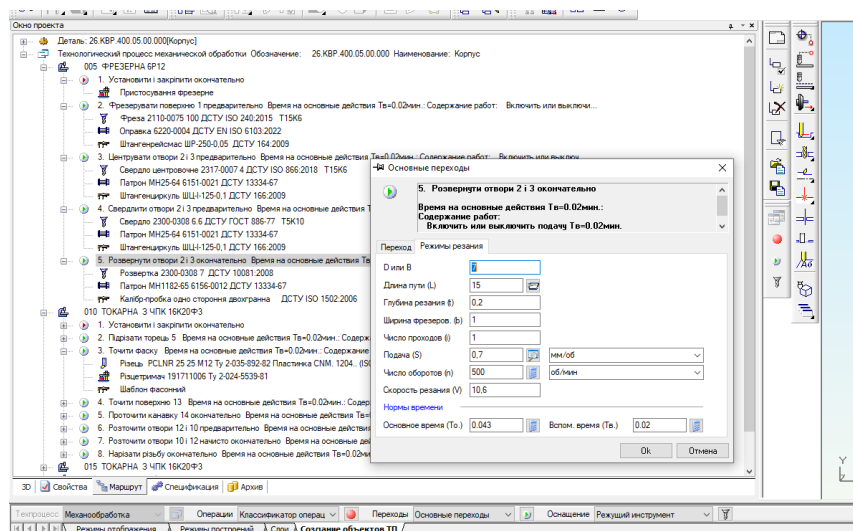


Рисунок 2.4 Вигляд вікна вибору режимів різання у САПР ТП

Згідно з завданням, необхідно визначити режими різання табличним методом для трьох основних операцій технологічного процесу. Для кожної операції підбираються оптимальні параметри різання відповідно до умов обробки, типу верстата, матеріалу заготовки, вимог до точності та шорсткості поверхні.

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.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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 _м , хв	S _о , мм/об	п, об/хв	v, м/хв	S _{хв} , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Операція 005 Фрезерна										
1. Фрезерувати поверхню ①	2	108	1	180	0,0027	125	38	63	1,71	1,1
2. Центрувати отвори ②; ③	2	5	1	15	0,05	1250	10		0,08	0,1
3. Свердлити отвори ②; ③	3,3	11	1	25	0,10	800	17,7		0,14	1,4
4. Розвернути отвори ②; ③	0,2	15	1	25	0,7	500	10,6		0,04	0,2
Операція 010 Токарна з ЧПК										
1. Підрізати торець ⑤	3	35	1	60	0,4	630	150		0,14	2,1
2. Точити фаску 2x45	2x45	2	1	60	0,8	630	150		0,01	0,2
3. Точити поверхню ⑬	4	60	1	60	0,8	630	150		0,12	3,1
4. Проточити канавку b=5	b=5	2	1	60	0,15	315	51		0,04	0,7

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. Розточити отвори ⑫ _i ⑩	1,5	50	3	60	0,25	800	120		0,75	2,1
6. Розточити отвори ⑫ _i ⑩ начисто	0,5	140	6	60	0,25	1000	150		0,56	1,8
7. Нарізати різьбу	0,5	30	6	60	2,0	1000	174		0,9	0,6
Операція 015 Токарна з ЧПК										
1. Підрізати торець ④	3	31	1	60	0,4	630	150		0,12	3,2
2. Точити поверхню ∅42	2	6	1	60	0,8	630	150		0,01	1,1
3. Підрізати торець	2,5	15	1	60	0,8	630	150		0,03	2,1
4. Точити фаску	2x45	2	1	60	0,8	630	150		0,01	0,3
5. Точити поверхню ⑰ ∅51,7	3	27	1	60	0,8	630	150		0,05	3,2
6. Проточити канавку	b=5	2	1	60	0,15	315	51		0,04	0,3
7. Свердлити отвір ∅14	7	70	1	45	0,20	630	27,5		0,56	3,1
8. Розсвердлити отвір ∅22	4	50	1	50	0,6	315	24,5		0,26	0,7

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9. Розточити отвір ø24	1	58	1	60	0,50	1000	9,4		0,11	0,5
10. Розточити отвір ø25,7	0,8	58	1	60	0,25	1250	120		0,11	0,3
11. Нарізати різьбу M52x2		35	6	60	2,0	1000	17,4		1,1	0,1
Операція 020 Вертикально-свердлильна										
1. Свердлити отвір ø11,9H7		10	1	45	0,20	630	27,5		0,08	1,3
Операція 030 Алмазно-розточувальна										
1. Розточувальна отвору ø25,93H9	0,87	50	1	60	0,12	2000	150		0,21	
2. Розточувальна отвору ø26H7	0,04	50	1	60	0,06	2500	200		0,33	
3. Розточити отвір ø41,93H9	0,87	52	1	60	0,12	1250	150		0,35	
4. Розточити отворі ø42H7	0,04	52	¹⁶ ₀	60	0,06	1630	200		0,53	
5. Розточити отвір ø39,93H9	0,87	87	1	60	0,12	1250	150		0,58	
6. Розточити отвір ø40H7	0,04	87	1	60	0,06	1630	200		0,89	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ

Арк.

33

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

У середовищі САПР технологічних процесів норми часу для створеної операції розраховуються автоматично з урахуванням основного та допоміжного часу. Це забезпечує точне планування виробництва, скорочує час технологічної підготовки та підвищує ефективність проектування. Вікно операції наведено на рисунку 2.5.

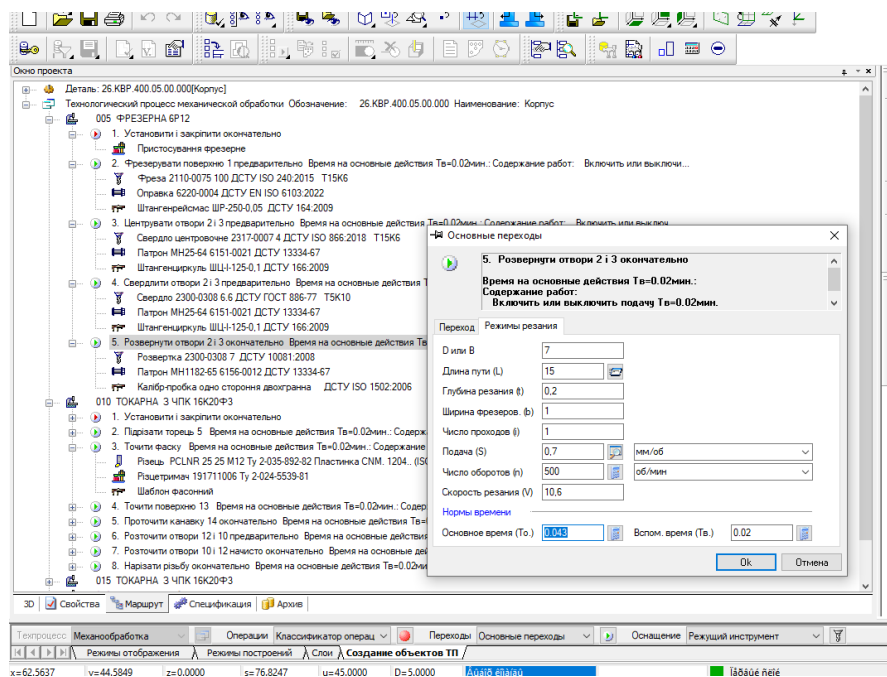


Рисунок 2.5 Вигляд вікна розрахунку технічних норм часу у САПР ТП

Згідно завдання необхідно розрахувати норми часу для однієї операції, Це операція 010 – токарна з ЧПК.

$$T_{шт} = (T_{п.а.} + T_d) \cdot \left(1 + \frac{a_{т.о.} + a_{обс.} + a_{відп.}}{100}\right) \quad (2.1)$$

де $T_{п.а.}$ – час автоматичної роботи верстату по програмі, який складається з основного, допоміжного, автоматичного часу,

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ				

T_d – допоміжний час, який не перекривається допоміжним автоматичним часом;

$a_{т.о.} + a_{обс.} + a_{відп.}$ – час на технічне та організаційне обслуговування робочого місця і час на відпочинок.

Час автоматичної роботи по програмі визначається

$$T_{п.а.} = T_o + T_{х.р.} + T_{з.і.} \quad (2.2)$$

де $T_o = 2,52$ хв. – основний час на переходах;

$T_{х.р.}$ – рух на прискореній подачі і складається з поздовжніх рухів (вісь Z) з швидкістю 10000мм/хв і поперечних переміщень (по осі X) з швидкістю 5000мм/хв.

Переміщення по осі Z=29+53+53+30+49+82+68+90+50+89=593мм.

$$T_{х.р.} = \frac{593}{10000} = 0,06 \text{хв.}$$

Переміщення по осі X =58+6,3+47,4+100+95+23,1+2+23,6+47,7+45+58,5=506,6мм.

$$T_{х.р.} = \frac{506,6}{5000} = 0,1 \text{хв.}$$

$T_{з.і.} = 0,024 \cdot 5 = 0,12$ хв. – час автоматичної зміни інструментів

Тоді $T_{п.а.} = 2,52 + 0,06 + 0,1 + 0,12 = 2,8$ хв.

Допоміжний час, який не перекривається допоміжним автоматичним часом, визначається

$$T_d = T_y + T_o + T_b \quad (2.3)$$

де $T_y = 0,16$ хв. час на встановлення, подачу до упора і закріплення заготовки [4] С.53 карта 3;

$T_o = 0,35$ хв. – час пов'язаний з виконанням операції [4] С.79 карта 14;

T_b – час на вимірювання;

Розміри:

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$\emptyset 41,7 - 0,075\text{хв.}$ [4] С.81 карта 15;

$\emptyset 39,7 - 0,13\text{хв.}$ [4] С.86 карта 15;

$\emptyset 48 - 0,06\text{хв.}$ [4] С.84 карта 15;

$27 - 0,12\text{хв.}$ [4] С.81 карта 15;

$M50 \times 2 - 7g - 0,25\text{хв.}$ [3] С.88 карта 15;

$b=5 - 0,05\text{хв.}$ [9] С.80 карта 15;

$1,6 \times 45^\circ - 0,05 \times 2 = 0,1\text{хв.}$ [4] С.80 карта 15

Контроль 25%.

Тоді $T_b = 0,685 \times 0,25 = 0,17\text{хв.}$

Даний час перебивається часом автоматичної роботи, тому не враховується.

$T_d = 0,16 + 0,35 = 0,51\text{хв.}$

Оперативний час складає

$$T_{оп} = T_{п.а.} + T_d \quad (2.4)$$

$T_{оп} = 2,8 + 0,51 = 3,31\text{хв.}$

Штучний час на виконання операції буде

$$T_{шт} = (3,31) \cdot \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 3,58\text{хв.}$$

Норма підготовчо-заключного часу на налагодження і настроювання верстату

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пр.обр.} \quad (2.5)$$

де: $T_{пз1} = 4 + 9 + 2 + 2 = 17\text{хв.}$ – норма на організаційну підготовку при налагодженні верстату [4] С.96 карта 21

$T_{пз2} = 2,5 + 0,15 \times 4 + 3 + 0,5 \times 6 + 2 \times 6 = 21,1\text{хв.}$ – норма на налагодження верстату, пристосування інструменту і ПЧПК [4] С.96 карта 21

$T_{пр.обр.} = 14,3\text{хв.}$ – норма на виготовлення пробної деталі [4] С.104 карта 28

Тоді $T_{пз} = 17 + 21,1 + 14,3 = 52,4\text{хв.}$

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норма часу на виготовлення деталі складе

$$H = T_{шт} + \frac{T_{ПЗ}}{n} \quad (2.6)$$

$$T_{Пр.обр.} = 3,58 \frac{52,4}{43}$$

Решту результати розрахунків зводимо у таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Норми часу на операціях, хв.

Номер і назва операції	T _о	T _{п.а.}	T _д	T _{оп}	a _{т.о.} + a _{обс.} + a _{відп.}	T _{шт}	T _{п.з.}	H
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005 Фрезерна	1,97	-	1,43	3,4	7,5	3,66	25	4,24
010 Токарна з ЧПК	2,52	2,8	0,51	3,31	8	3,58	52,4	4,8
015 Токарна з ЧПК	2,4	2,67	0,51	3,18	8	3,43	52,4	4,65
020 Вертикально-свердлильна	0,08	-	0,44	0,52	4+4	0,56	20	1,03
025Слюсарна								2,4
030 Алмазно-розточувальна	2,89	-	6,16	9,05	8,5	9,82	62	11,26

3. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Розглянемо пристосування – кондуктор для свердління двох отворів Ø12 для виконання операції 020 – вертикально-свердлильна, що виконується на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н125.

Деталь “Корпус” попередньо базується на палець 13 і призму 12 по центральному отвору і торцю.

Позиціювання заготовки здійснюється циліндричною поверхнею на призму. Остаточне базування здійснюється призмою 7, яка закріплена в кондукторній плиті і подається під час свердління отворів.

Затиск заготовки здійснюється від подачі багатошпindelної головки, яка переміщаючись по колонах позиції 4, тиснена на пружину поз.5, що в свою чергу діють на кондукторну плиту поз.2. Призма 7, яка знаходиться в центрі кондукторної плити затискає заготовку.

Розтискання заготовки відбувається при підніманні багатошпindelної головки у вверх, яка своїм корпусом впирається в хомути поз.6, що защемлені на колонах поз.4 і під дією головки піднімаються вверх тягнути за собою кондукторну плиту поз.2 з призмою поз.7.

Пристосування своїм корпусом встановлюється на стіл свердлильного верстату і пригвинчуються двома болтами, що входять в пази основи в поз.1.

3.2 Розрахунок похибки базування

Деталь базується в призму і впирається до упору.

Похибка базування на лінійний розмір L .

$$\varepsilon_L = 0 \text{ Вимірні бази співпадають} \quad (3.1)$$

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Похибка на розмір висоти h становить.

$$\varepsilon_h = \frac{S_D}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} - 1 \right) \quad (3.2)$$

де: S_D – допуск на діаметр вилівка (для $\varnothing 52$ і 7-го ступеня точності).

$$S_D = 1000 \text{ мКм}$$

α – кут призми $\alpha = 90^\circ$

$$\varepsilon_h = \frac{1000}{2} \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 207 \text{ мКм}$$

Допуск на витримуваний розмір $h = 73h14 = 73_{-0,74}$

Отже $\varepsilon_h = 207 < T_h = 740 \text{ мКм}$ і обробка деталі можлива

3.3 Розрахунок сили затиску

Затиск заготовки здійснюється кондукторною плитою, яка приводиться в рух силовим приводом механізму подачі верстату моделі 2Н125

Сила затиску визначається за формулою

$$Q = \frac{2K M_{\text{різ}}}{d(f_1 + f_2 \sin \frac{\alpha}{2})} \quad (3.3)$$

де $M_{\text{різ}} = M_{\text{кр}} = 10C_m D^q S^y K_p$ – вихідна сила, Н;

З табл. 32 с281 [4]

$$C_m = 0,021$$

$$q = 2,0$$

$$y = 0,8$$

$$K_p = 1,0$$

$$M_{\text{різ}} = 10 \cdot 0,021 \cdot 12^2 (0,2)^{0,8} = 1440 \cdot 0,021 = 30,24 \cdot (0,2)^{0,8} = 8,34 \text{ Нм}$$

$$K = 1,5$$

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$Q = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 8,34}{(0,18 + 0,18 \cdot 0,707)} = 6,7 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Висновок:

Допустиме зусилля подачі

$Q = 10000 \text{ Н}$ -за паспортом верстата

Отже $Q = 10000 \text{ Н} > 6700 \text{ Н}$

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу

Визначення вартості будівлі (таблиця 4.1).

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

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

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

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

Таблиця 4.1 – Опис обладнання

Назва обладнання	Тип обладнання	К-сть обладнання	Габаритні розміри, м ²	Корисна площа, м ²	Загальна площа, м ²
Фрезерний 6P12	верстат	1	2,3×2,0	4,6	21
Токарний з ЧПК 16K20Ф3	верстат	1	2,5×1,4	3,5	15,75
Вертикально свердлильний 2Н118	верстат	1	1×0,6	0,6	3
Верстак ВС-2	верстат	1	1,4×0,8	1,12	5,6
Алмазно-розточувальний 2705 В	верстат	1	1,5×1,2	1,8	9
Всього:					$S_{кор}$ 54

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

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

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

в) визначення виробничої площі

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

$$S_{вир}=54+27=81 \text{ м}^2$$

г) визначення додаткової площі

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

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

д) визначення загальної площі

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

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

е) визначення вартості будівлі

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

де $C_{б\ddot{y}\ddot{d}}$ – вартість 1м^2 будівлі , грн./ м^2 ;

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

Визначення вартості обладнання

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

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

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

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

N_i – кількість одиниць і-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
Токарний з ЧПК 16K20Ф3		750000	750000	1012500
Вертикально свердлильний 2Н118	1	65000	65000	87750
Верстак ВС-2	1	20000	20000	27000
Алмазно-розточувальний 2705 В	1	200000	200000	270000
Всього:	3		1385000	1869750

Визначення вартості інструменту.

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

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

$$V_{\text{інстр}} = 1869750 \times 0,02 \times 1,1 = 41135 \text{ грн.}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 1869750 \times 0,03 \times 1,1 = 61702 \text{ грн.}$$

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

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

$$\Pi = 127600 + 1869750 + 41135 + 61702 = 2100187 \text{ грн.}$$

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.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$A_{\text{інстр1}} = \frac{41135 \times 25}{100} = 10284 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{інв2}} = \frac{61702 \times 25}{100} = 15426 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{облз}} = \frac{1869750 \times 20}{100} = 373950 \text{ грн.}$$

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	1869750	373950
Інструменти та прилади	41135	10284
Виробничий та господарський інвентар	61702	15426
Всього:	1972587	399660

4.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

$$V_M = 1520 \times 1,04 = 1580 \text{ грн}$$

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:

$$P_{від1} = \frac{3,66 \cdot 106,5}{60} = 6,5 \text{ грн}$$

На операцію 010:

$$P_{від2} = \frac{3,58 \cdot 118,4}{60} = 7,1 \text{ грн}$$

На операцію 015:

$$P_{від3} = \frac{3,43 \cdot 118,4}{60} = 6,8 \text{ грн}$$

На операцію 020:

$$P_{від3} = \frac{0,56 \cdot 106,5}{60} = 1 \text{ грн}$$

На операцію 030:

$$P_{від4} = \frac{9,82 \cdot 106,5}{60} = 17,4 \text{ грн}$$

Дані розрахунків слід звести в таблицю 4.4.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Таблиця 4.4 – Розрахунок основної заробітної плати

Назва операції	Т _{шт., хв.}	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Відрядна розцінка, грн.
005 Фрезерна	3,66	4	106,5	6,5
010 Токарна з ЧПК	3,58	5	118,4	7,1
015 Токарна з ЧПК	3,43	4	118,4	6,8
020 Вертикально-свердлильна	0,56	4	106,5	1
030 Алмазно-розточувальна	9,82	4	106,5	17,4
Всього:	21,05			39

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

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

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

n – кількість операцій.

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 39 \times 0,11 = 4,3 \text{ грн.}$$

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

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

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (39 + 4,3) = 9,5 \text{ грн.}$$

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

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

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

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

$$B_{\text{уео}} = \frac{225}{100} \times (39 + 4,3) = 97 \text{ грн.}$$

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%).

$$B_{\text{зв}} = \frac{320}{100} \times (39 + 4,3) = 139 \text{ грн.}$$

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

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

$$S_{\text{вир}} = 1580 + 39 + 4,3 + 9,5 + 97 + 139 = 1869 \text{ грн.}$$

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%).

$$S_{\text{пов}} = 1869 + \frac{12}{100} \times (39 + 4,3) = 1874 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зводимо в таблицю 4.5.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 4.5 – Калькуляція собівартості виробу

Найменування статей витрат	На одиницю продукції
1. Витрати матеріалів	1580
2. Основна заробітна плата виробничих робітників	39
3. Додаткова заробітна плата виробничих робітників	4,3
4. Відрахування на соціальні заходи	9,5
5. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	97
6. Загальновиробничі витрати	139
<i>Разом виробнича собівартість (сума 1-6)</i>	1869
7. Позавиробничі витрати	0,15
<i>Повна собівартість, (сума 1-7) у тому числі витрати:</i>	1869,15
– змінні (сума 1-4), $V_{зм.од}$	1633
– умовно-постійні (сума 5-7), $V_{уп.од}$	139

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%);

$$Ц_{од.пр.} = 1874 \times 1,2 = 2249 \text{ грн.}$$

4.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності випуску виробу проводиться за наступними показниками.

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

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

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

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.

$$Pr = (2249 - 1874) \times 1100 = 412500 \text{ грн}$$

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%).

$$ЧП = 412500 - 412500 \times \frac{18}{100} = 338250 \text{ грн.}$$

Собівартість всього виробництва розраховується за формулою [9]:

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

$$S_{повq} = 1874 \times 1100 = 2061400 \text{ грн.}$$

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.

$$P_n = \frac{338250}{2061400} \times 100\% = 16\%$$

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

$$Q_{кр} = \frac{152900}{2249 - 1633} = 248 \text{ од.}$$

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

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

$$Q_{кр.в} = 2249 \times 248 = 557752 \text{ грн.}$$

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.

$$ГП = 338250 + 399660 = 737910 \text{ грн.}$$

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.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

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.

$$ТВ = \frac{737910}{(1+0,1)^1} + \frac{737910}{(1+0,1)^2} + \frac{737910}{(1+0,1)^3} + \frac{943679}{(1+0,1)^4} = 2398853 \text{ грн}$$

$$ЧТВ = 2398853 - 2100187 = 298666 \text{ грн.}$$

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.

$$ІП = \frac{2398853}{2100187} = 1,14$$

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

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

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

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

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

де t - кількість років інвестування.

$$ГП_{диск} = \frac{2398853}{4} = 599713 \text{ грн.}$$

$$Tок_{диск} = \frac{2100187}{599713} = 3,5 \text{ роки}$$

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.	1100
Собівартість виробу	грн./од.	1874
Ціна одиниці виробу	грн./од.	2249
Величина початкових інвестицій	грн.	2100187
Чистий прибуток	грн.	477650
Рентабельність виробу	%	16
Беззбитковий обсяг виробництва виробу	од.	248
	грн.	557752
Чиста теперішня вартість проекту	грн.	298666
Індекс прибутковості	-	1,14
Дисконтований термін окупності інвестицій	років	3,5

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці

На спроектованій виробничій дільниці передбачено виконання механічної обробки деталі типу «Корпус» відповідно до розробленого технологічного процесу. Для забезпечення повного циклу обробки дільниця оснащена комплексом металорізального обладнання, до складу якого входять: вертикально-фрезерний верстат моделі 6P12, свердлильний верстат 2H118, розточувальний верстат з числовим програмним керуванням 16K20Ф3, а також алмазно-розточувальний верстат 2705В. Такий склад обладнання забезпечує виконання чорнових, напівчистових і чистових операцій із досягненням заданої точності та якості поверхонь.

Виробнича дільниця розташована на території підприємства, яке відповідно до санітарної класифікації належить до IV класу небезпеки із санітарно-захисною зоною 100 м. Генеральне планування виконане з урахуванням вимог промислової санітарії, пожежної безпеки, технологічної послідовності виробництва, а також із забезпеченням раціонального переміщення працівників, матеріалів і транспортних засобів. Просторове рішення дільниці відповідає чинним будівельним нормам і створює умови для безпечної експлуатації обладнання, технічного обслуговування та можливого подальшого репрофілювання виробництва.

Висота приміщення становить 4,5 м, що відповідає нормативним вимогам для розміщення металообробного обладнання. Ширина основних проходів між верстатами прийнята 1,5 м, транспортних проїздів — 2,5 м, що забезпечує безпечне пересування персоналу та транспортування заготовок. Евакуаційні виходи мають нормативні розміри 1,2 × 2,2 м, а також передбачено два незалежні виходи безпосередньо назовні. Зовнішні входи обладнані тамбурами з повітряно-тепловими завісами для зменшення тепловтрат у холодний період року.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Будівля дільниці спроектована відповідно до сучасних вимог будівельних норм, належить до категорії виконуваних робіт Па та має Ша ступінь вогнестійкості. Під час проектування враховано можливість модернізації технологічного оснащення без суттєвого порушення існуючого планування. Внутрішнє оздоблення приміщення виконане із застосуванням довговічних, вогнестійких і вологостійких матеріалів, придатних до систематичного очищення. Підлога має неслизьке покриття, стійке до механічних навантажень, впливу мастильно-охолоджувальних рідин і відповідає вимогам безпеки.

Розташування верстатів здійснено за принципом технологічної послідовності виконання операцій, що мінімізує внутрішньоцехові переміщення заготовок. Біля кожної одиниці обладнання передбачені нормативні зони безпеки: не менше 1 м у зоні обслуговування та не менше 0,6 м з інших сторін. Робочі місця організовані відповідно до ергономічних вимог, оснащені необхідними інструкціями, засобами захисту та органами керування.

На дільниці впроваджена система управління охороною праці, яка охоплює контроль технічного стану обладнання, навчання персоналу, проведення інструктажів, атестацію робочих місць та профілактику виробничого травматизму. Організаційна структура охорони праці відповідає законодавчим вимогам, а умови праці класифікуються як допустимі.

Параметри мікроклімату підтримуються в межах нормативних значень завдяки поєднанню природної вентиляції із загальнообмінною механічною системою. Температурний режим, відносна вологість та швидкість руху повітря відповідають вимогам до категорії робіт середньої важкості, що сприяє збереженню працездатності персоналу. Для опалення використовується система водяного опалення низького тиску.

Система освітлення виробничої дільниці комбінована та включає природне бокове освітлення і штучне загальне та місцеве освітлення. Освітленість робочих зон забезпечує безпечне виконання точних операцій механічної обробки, контролю та наладки обладнання. Передбачено також аварійне, евакуаційне та охоронне освітлення.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Для зменшення шкідливого впливу шуму та вібрації використано технічні заходи, зокрема правильне встановлення обладнання, віброгасильні елементи та своєчасне технічне обслуговування. Показники шуму й вібрації не перевищують встановлених нормативів.

Особливу увагу приділено електробезпеці. Усе обладнання оснащено захисним заземленням, системами блокування та захисту від короткого замикання. Блискавкозахист будівлі реалізований відповідно до чинних стандартів із використанням зовнішніх блискавковідводів і контуру заземлення.

За вибухопожежною та пожежною небезпекою виробнича дільниця належить до категорії Д, що характерно для процесів холодної механічної обробки металів. Протипожежний захист включає систему пожежної сигналізації, внутрішнє протипожежне водопостачання, евакуаційні шляхи та повний комплект первинних засобів пожежогасіння: вогнегасники, пожежний інвентар, пожежні щити та засоби локалізації загорянь.

Таким чином, спроектована виробнича дільниця відповідає сучасним вимогам технологічності, виробничої санітарії, охорони праці, електро- та пожежної безпеки, забезпечуючи ефективне, безпечне й стабільне виконання механічної обробки деталі типу «Корпус».

5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці

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

Одним із ключових напрямів удосконалення є модернізація технологічного процесу за рахунок підвищення рівня механізації та автоматизації виробництва.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Використання сучасного напівавтоматичного обладнання замість традиційних універсальних верстатів сприятиме істотному скороченню трудомісткості виконання технологічних операцій, забезпечить зростання продуктивності праці, підвищення точності та стабільності якості виготовлення продукції.

Автоматизація окремих етапів обробки дозволяє значно зменшити обсяг ручної праці, особливо при виконанні допоміжних операцій, частка яких може бути скорочена до 80 %. Це, у свою чергу, сприяє зниженню фізичного навантаження на працівників, зменшенню втомлюваності персоналу та покращенню ергономічних показників робочих місць.

Важливою перевагою застосування напівавтоматичного циклу є також підвищення рівня виробничої безпеки, оскільки оператор менше часу перебуває безпосередньо в зоні дії небезпечних виробничих факторів під час роботи обладнання. Це дозволяє знизити ризик травматизму, підвищити загальний рівень захищеності працівників та забезпечити більш раціональну організацію виробничого процесу.

Отже, технічне переоснащення дільниці із застосуванням більш автоматизованих засобів виробництва є важливим резервом підвищення не лише продуктивності, а й безпеки праці, що відповідає сучасним вимогам охорони праці та промислової безпеки.

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

На основі детального аналізу конструкції деталі, її функціонального призначення, технічних вимог і виробничих умов обґрунтовано вибір найбільш раціонального виду заготовки — лиття в піщані форми при машинній формовці. Використання такого виду вихідного матеріалу дозволило максимально наблизити геометрію заготовки до форми готової деталі, що забезпечило скорочення обсягів механічної обробки, зменшення витрат металу, зниження трудомісткості виготовлення та підвищення коефіцієнта використання матеріалу.

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

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

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

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

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

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

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

					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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

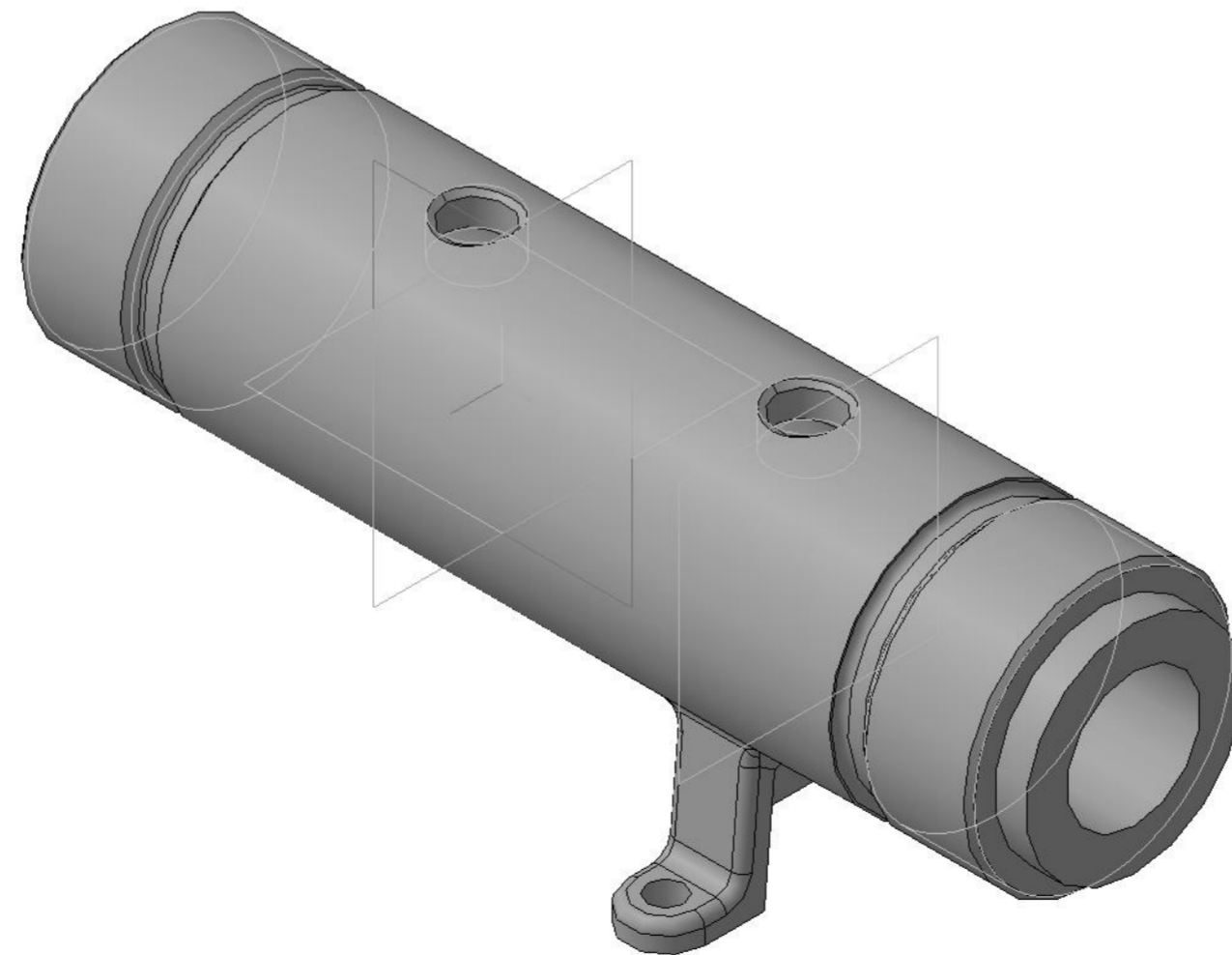
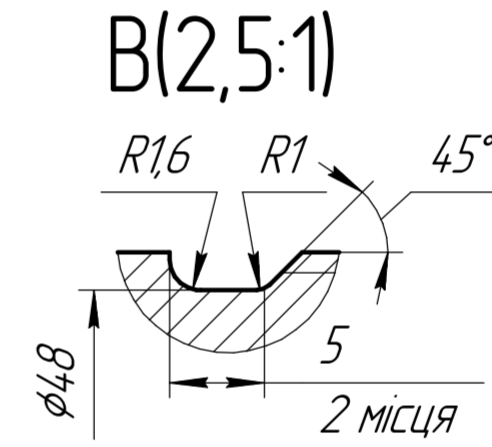
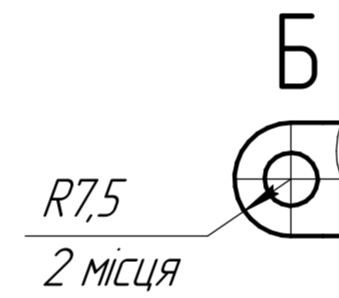
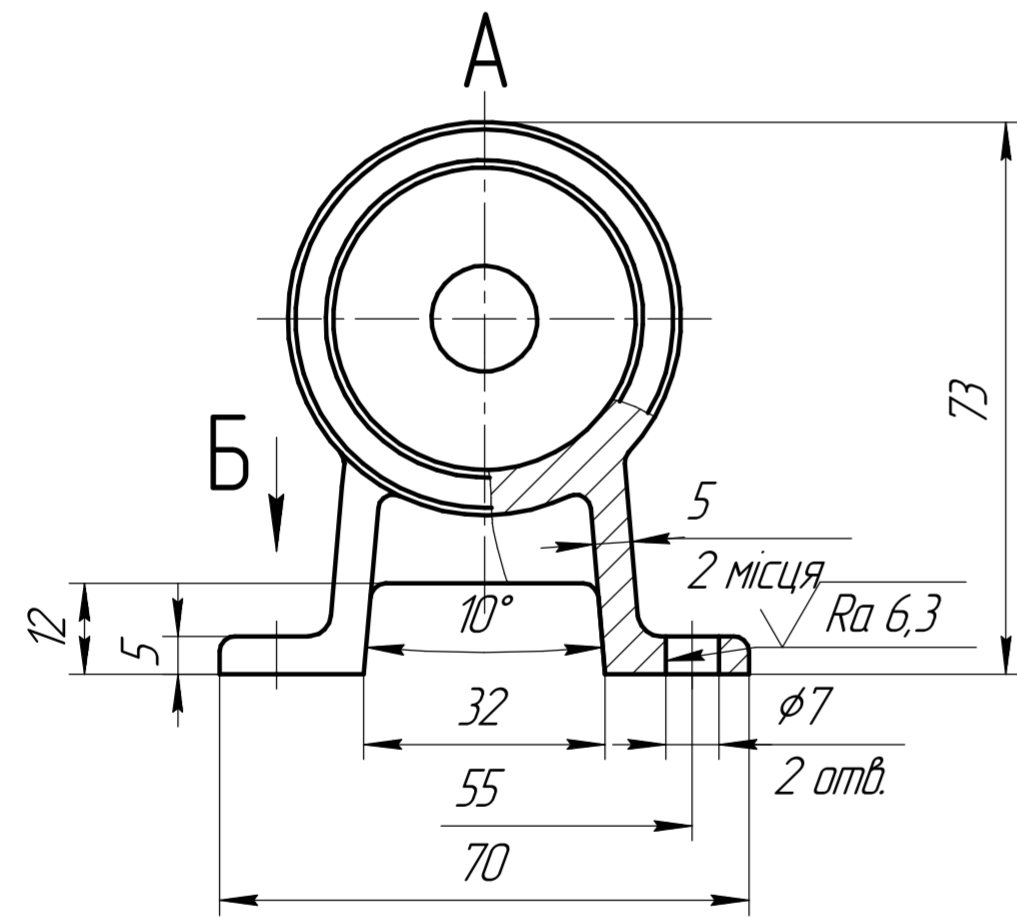
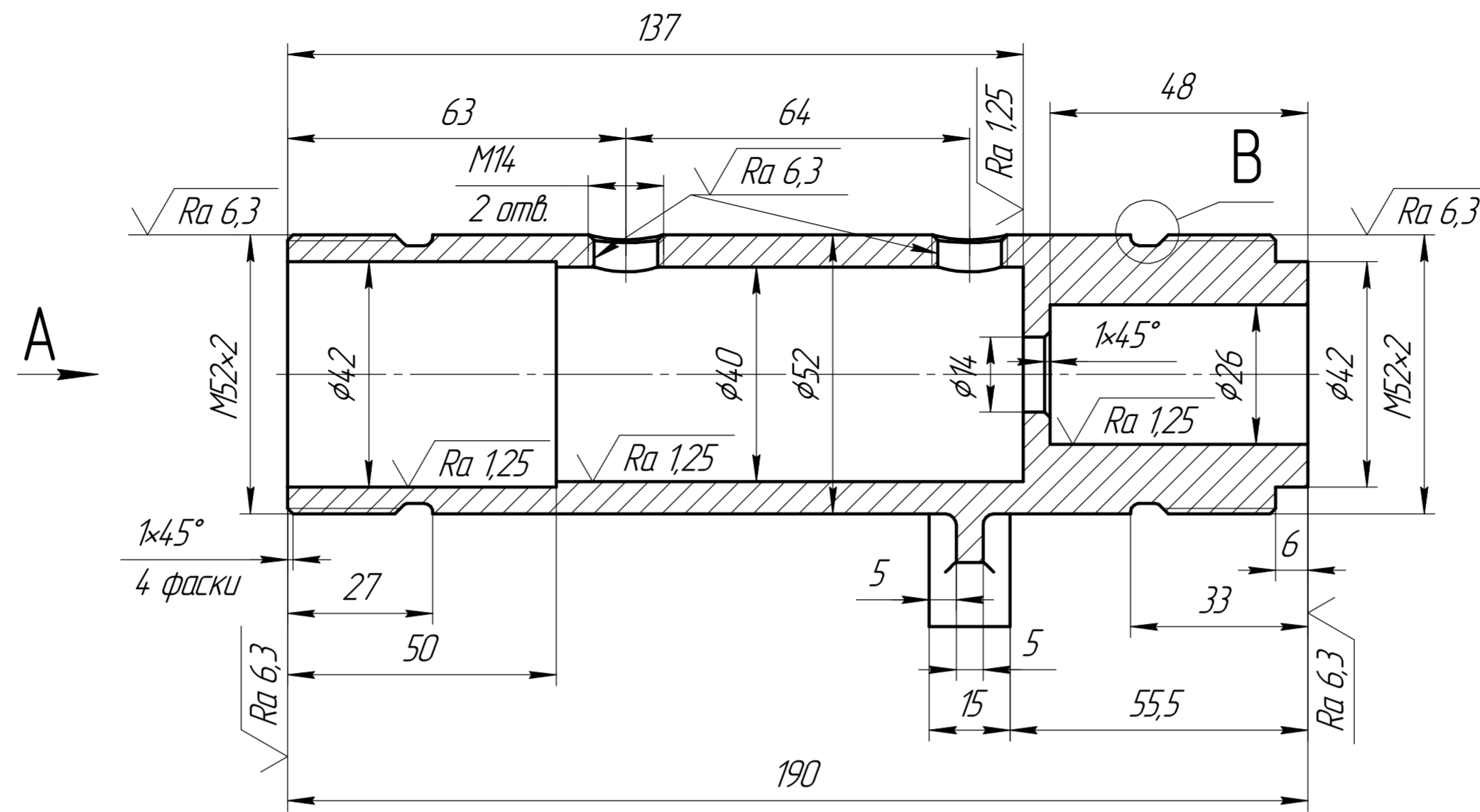
					26.КВР.400.05.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кільк.	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			26.КВР.400.05.00.000 СБ	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
БК	1		26.КВР.400.05.01.001	Основа	1	
БК	2		26.КВР.400.05.01.002	Плита кондукторна	1	
				<u>Матеріали</u>		
БК	3		26.КВР.400.05.00.003	Гільза	2	
БК	4		26.КВР.400.05.00.004	Колона	2	
БК	5		26.КВР.400.05.00.005	Пружина	2	
БК	6		26.КВР.400.05.00.006	Хомут	2	
БК	7		26.КВР.400.05.00.007	Призма	1	
БК	8		26.КВР.400.05.00.008	Палець	1	
БК	9		26.КВР.400.05.00.009	Плита	1	
БК	10		26.КВР.400.05.00.010	Шайба	1	
БК	11		26.КВР.400.05.00.011	Кільце	1	
БК	12		26.КВР.400.05.00.012	Призма	1	
БК	13		26.КВР.400.05.00.013	Палець	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		14		Болт М12-8dх40	2	
		15		Болт М12-8dх20	1	

26.КВР.400.05.00.000

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Карвач			Кондуктор для свердління двох отворів $\phi 12$ на вертикально- свердлильному верстаті	Літ.	Аркцш	Аркцшів
Перевір.		Геник				Н		1
Реценз.						ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400		
Н. Контр.		Волошин				м. Тернопіль		
Затвер.								

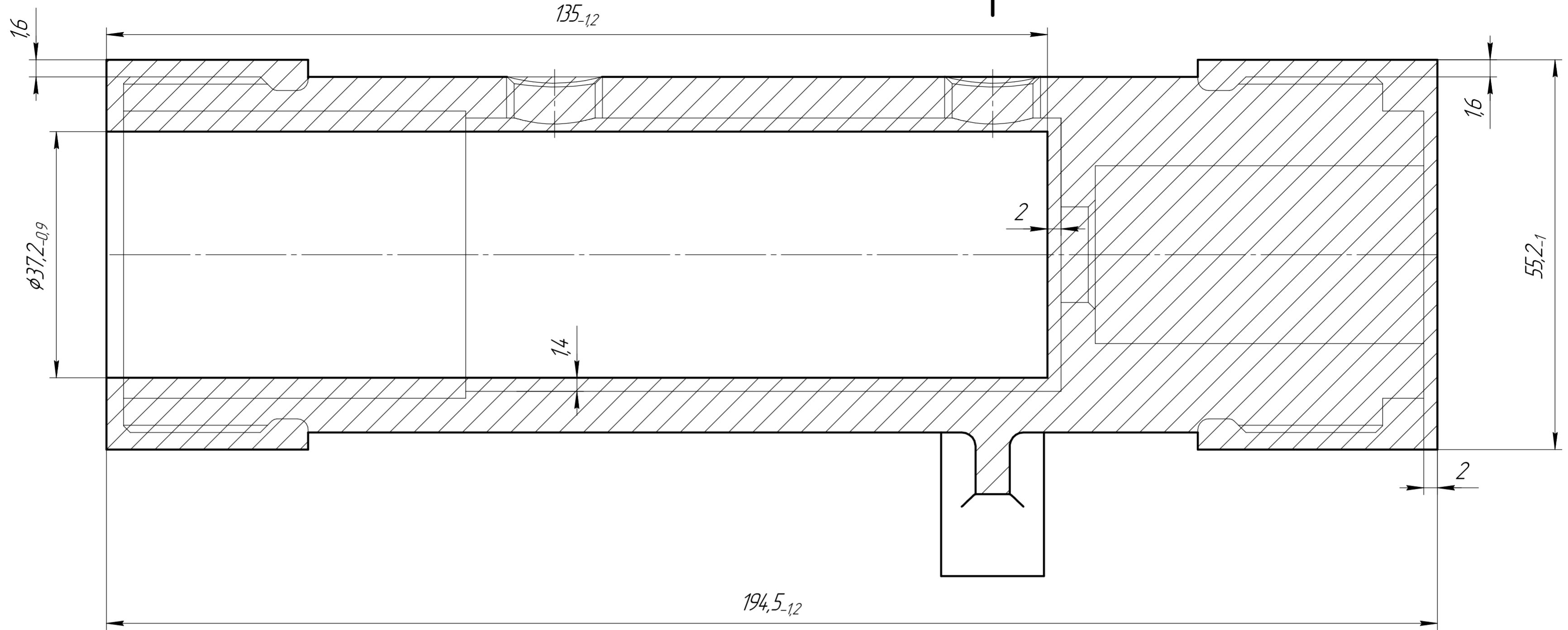


1. Точність відливки 8-0-0-7 ДСТУ 8781:2018.
2. Невказані допуски та форми розташування згідно ДСТУ ISO 2768-1-2001
3. Невказані ливарні радіуси - 1..3мм
4. H14; h14; ±IT14/2
5. Матеріал-замінник Сталь 45 ДСТУ 7809:2015

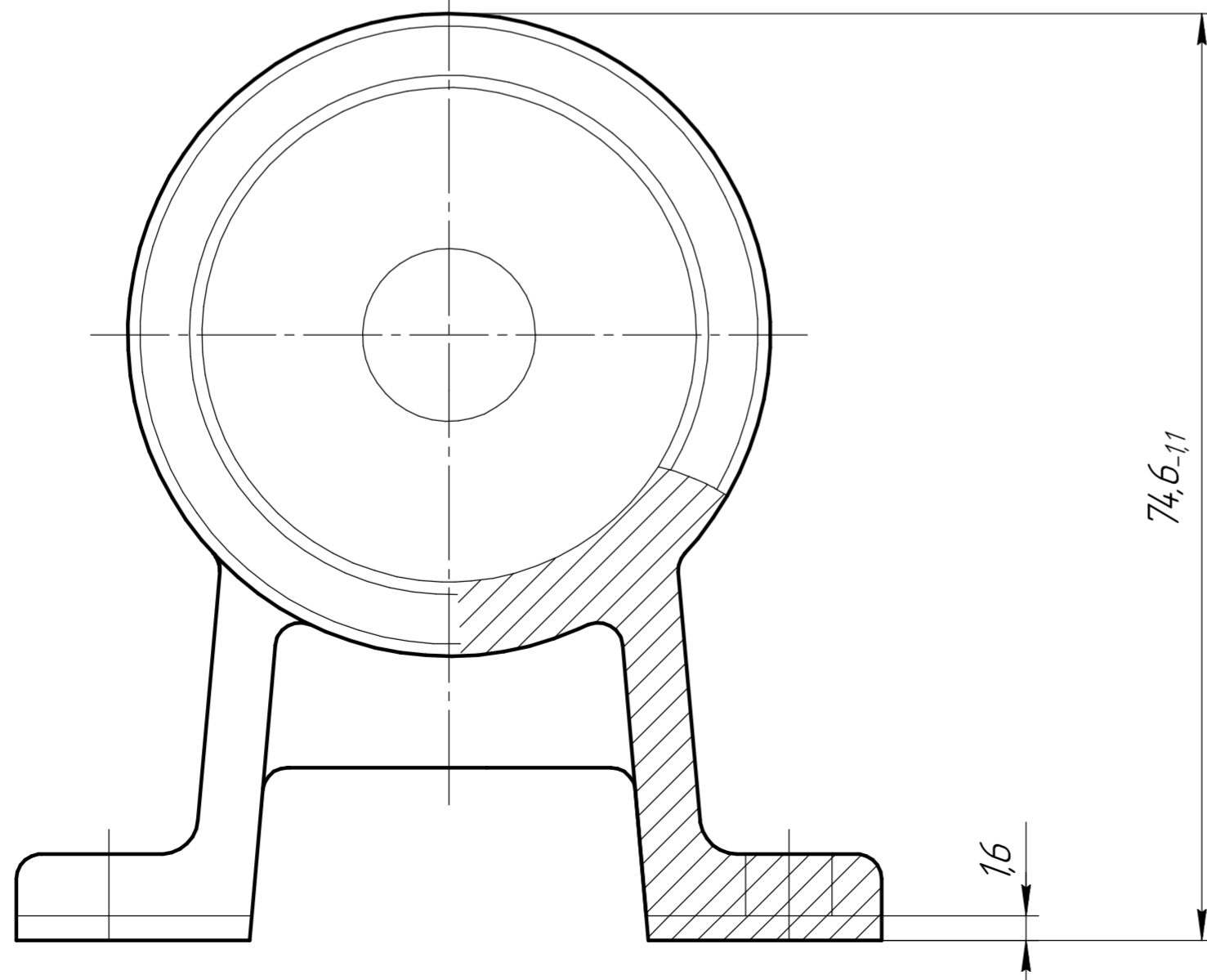
				26.KBP.4.00.05.00.000			
Зм. Арк.	№ аркуш	Підпис	Дата	Корпус	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Корбач				H	1,54	1:1
Перевір.	Генчик			Аркцш	Аркцш 1		
Т. контр.				Сталь 35 ДСТУ 7809:2015			ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль
Реценз.							
Н. контр.	Волошин						
Затв.							

№ аркуш
Підп. і дата
Зам. № аркуш
№ аркуш
Підп. і дата

A



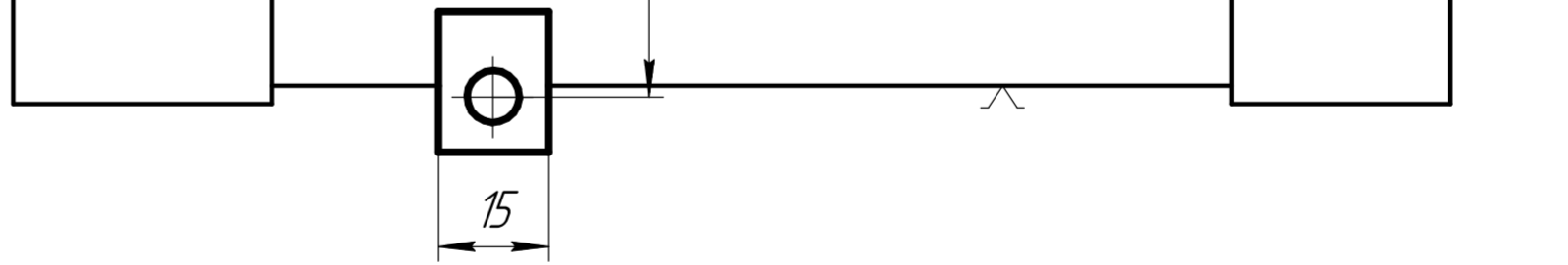
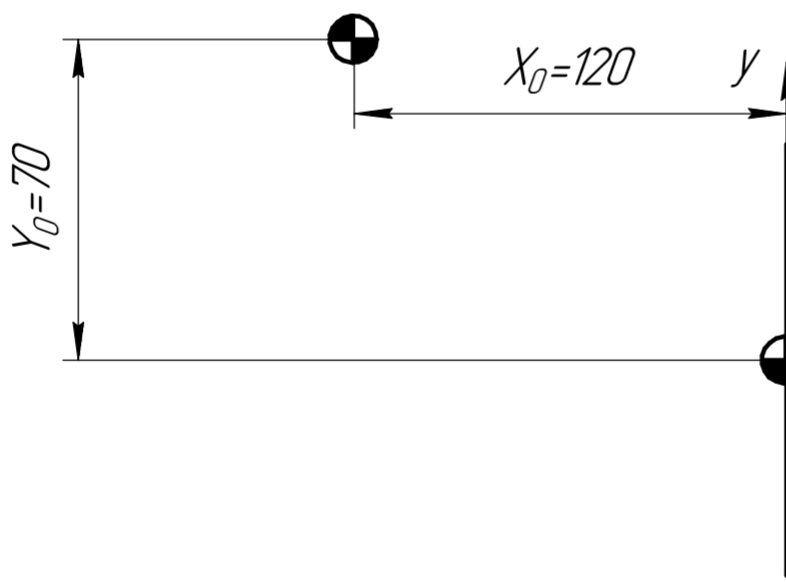
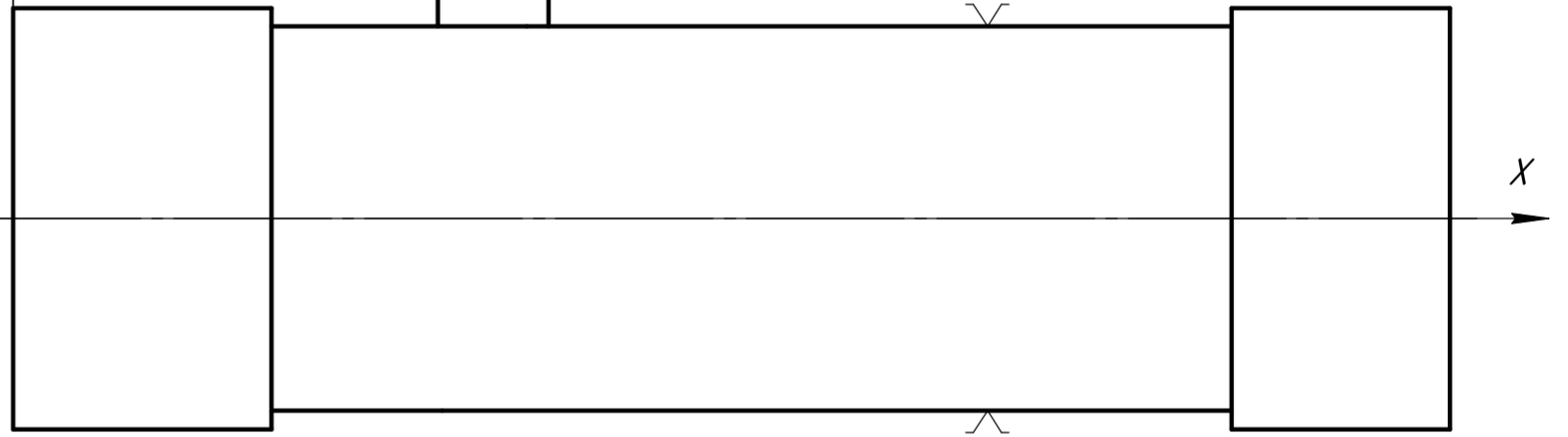
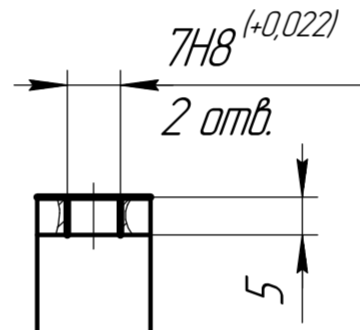
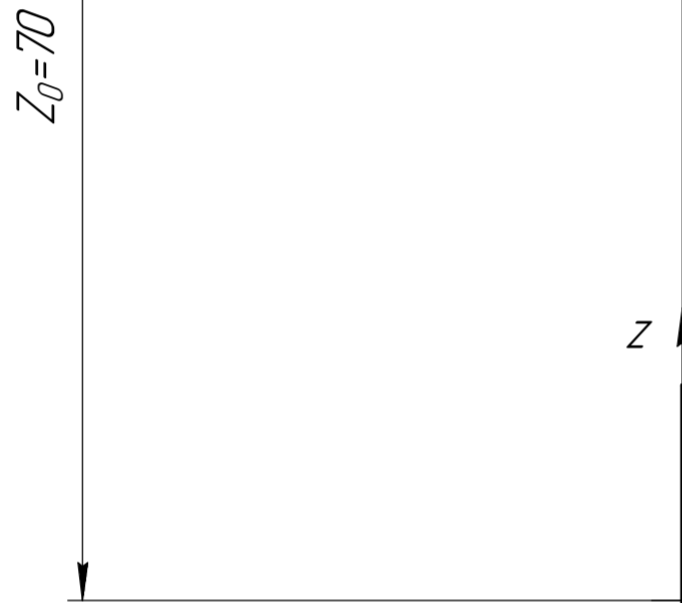
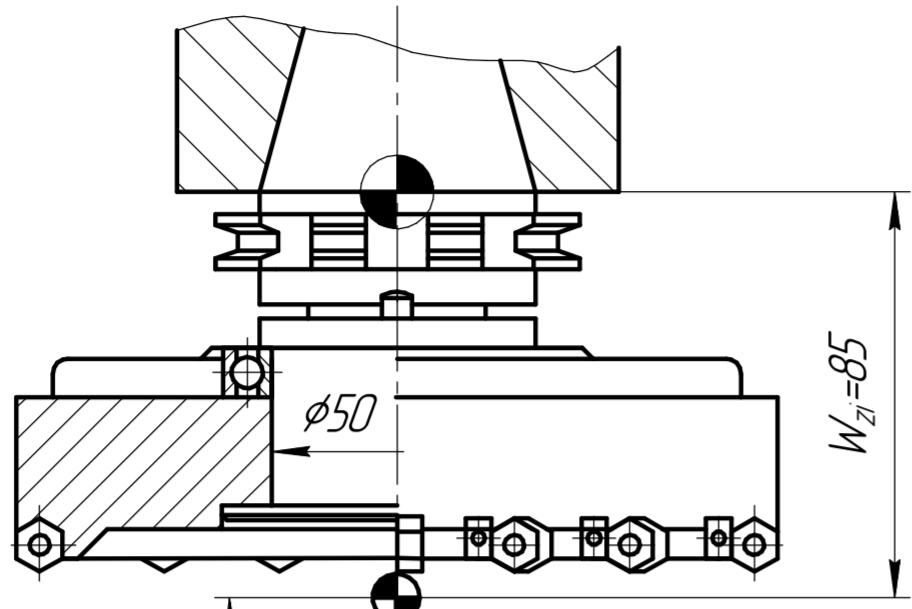
A



1. Точність відливки 8-0-0-7 ДСТУ 8781:2018.
2. Невказані допуски та форми розташування згідно ДСТУ ISO 2768-1-2001
3. Невказані ливарні радіуси - 1..3мм
4. Матеріал-замінник Сталь 45 ДСТУ 7809:2015

				26.KBP.400.05.00.000				
Зм.	Арх.	№докум	Підпис	Дата	Корпус	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Карбач					H	1,54	1:1
Перевір.	Генчик				Архш		Архшів 1	
Т. контр.					Сталь 35 ДСТУ 7809:2015			ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль
Реценз.								
Н. контр.	Волошин							
Затв.								

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



№позиції	T1	T2	T3	T4
Ріжучий інструмент	Фреза 2110-0075 ДСТУ ISO 240:2015	Свердло 2317-0007 ДСТУ ISO 235:2018	Свердло 2300-0308 ДСТУ ISO 235:2018	Розвертка 2363-0068 ISO 3465
Допоміжний інструмент	Оправка 6220-004 ISO 240:1994	Патрон 6151-0021 МН25-64	Оправка 2-50 D=50	Патрон 6156-0012 МН1182-65
W_x	0	0	0	0
W_y	0	0	0	0
W_z	200	82	82	82

26.KBP.400.05.00.000 KH

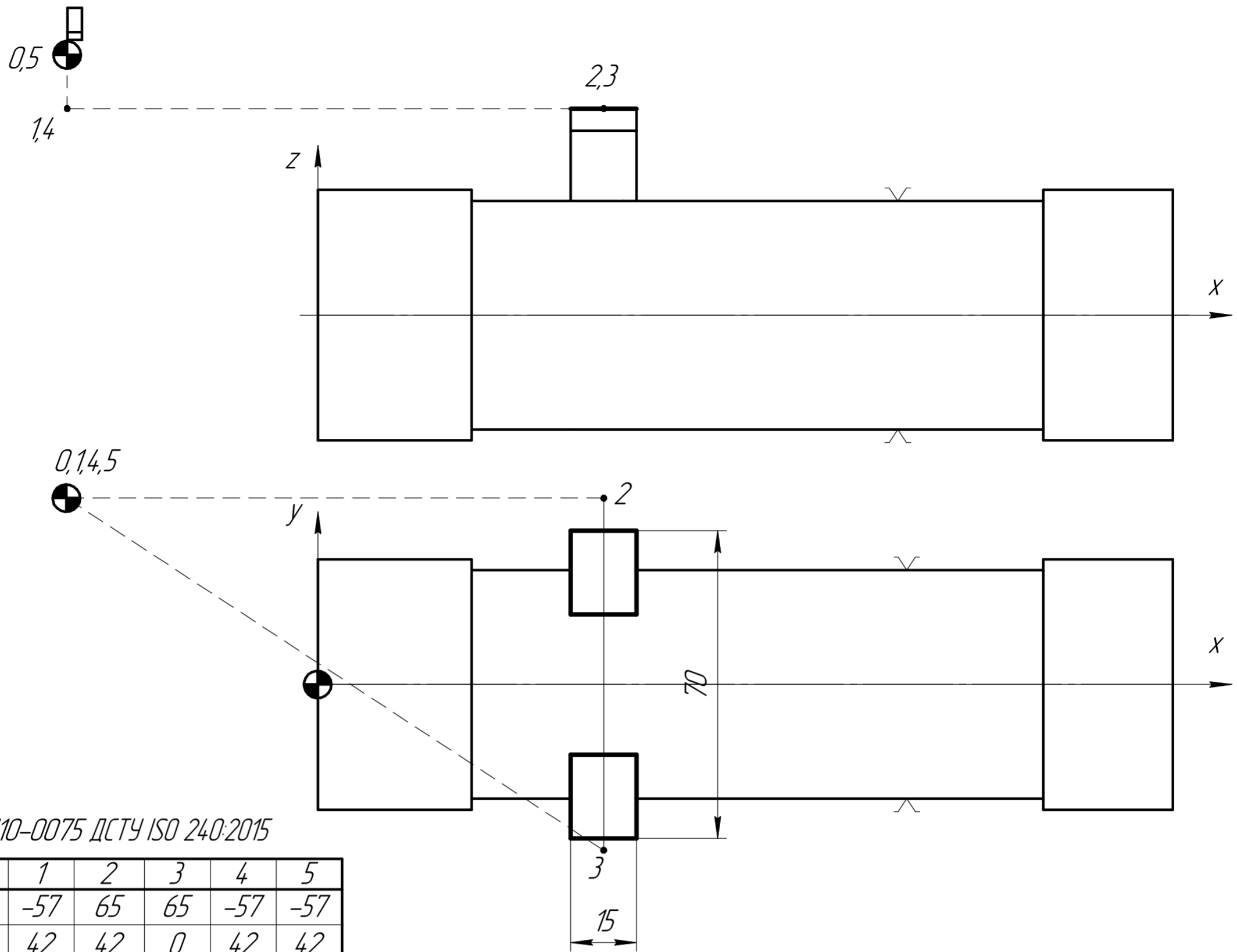
Зм.	Арк.	№докум	Підпис	Дата
Розроб.		Корвач		
Перевір.		Генчик		
Т. констр.				
Реценз.				
Н. констр.		Волошин		
Затв.				

Карта налагодження на фрезерну операцію з ЧПК

Лит.	Маса	Масштаб
H	-	-
Аркцш		Аркцш 1
TK THTY, зр. МГ-400 м. Тернопіль		

№ аркуша
Підп. і дата
Зам. №
№ аркуша
Підп. і дата

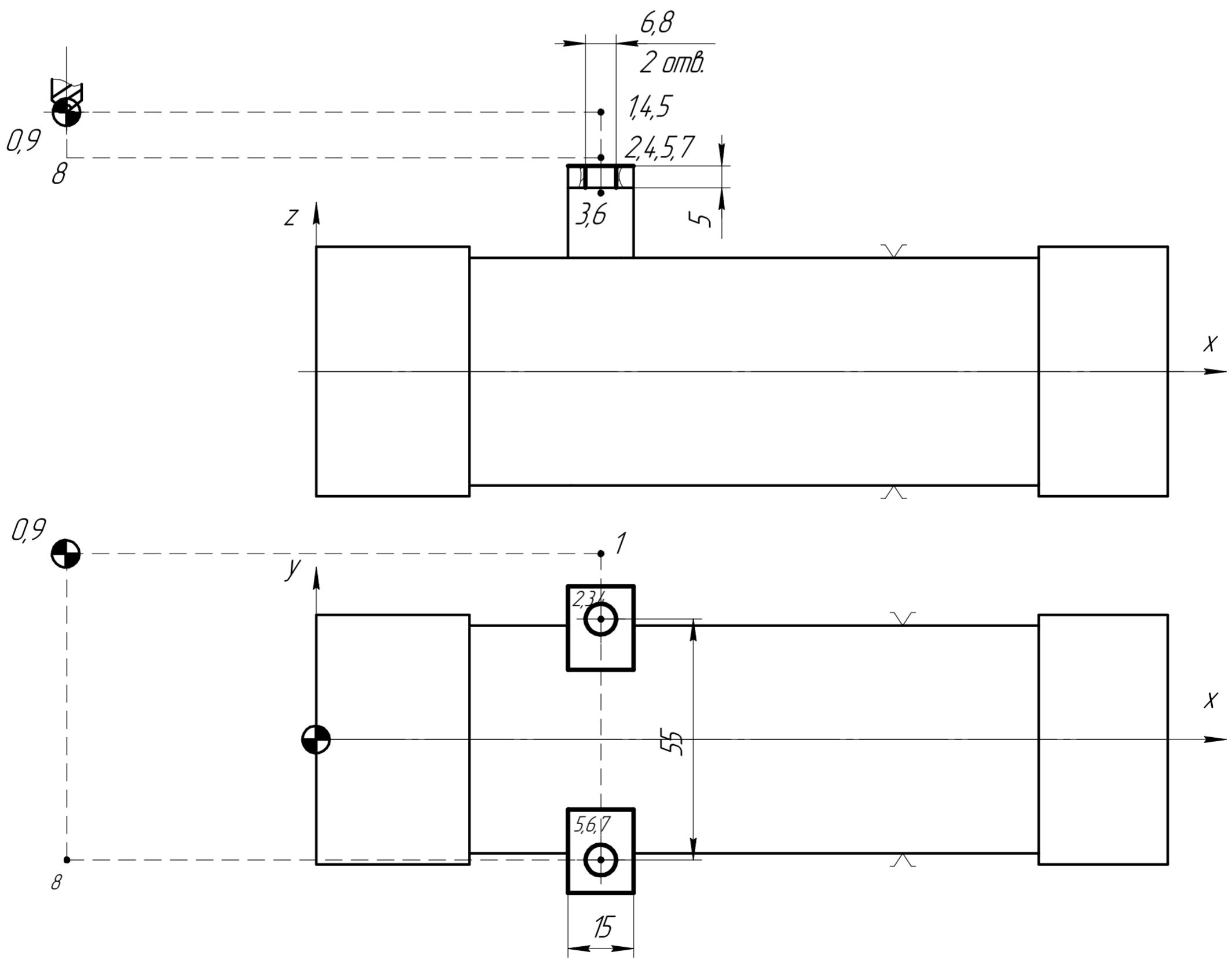
Перехід 02



T1 Фреза 2110-0075 ДСТУ ISO 240:2015

№ точки	0	1	2	3	4	5
x	-57	-57	65	65	-57	-57
y	42	42	42	0	42	42
z	60	60	47	47	60	60

Перехід 04



T3 Свердло 2300-0308 ДСТУ ISO 235:2018

№ точки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x	-57	65	65	65	65	65	65	65	-57	-57
y	42	42	27,5	27,5	27,5	-27,5	-27,5	-27,5	-57	-57
z	60	60	49	40	49	49	40	49	49	60

				26.KBP.400.05.00.000 PTK			
Эк. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунково-технологічна карта на фрезерну операцію з ЧПК	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Корвач				Н	-	-
Перевір.	Генчик			Аркцш	Аркцш 1		
Т. контр.				ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400			
Реценз.				м. Тернопіль			
Н. контр.	Волошин						
Затв.							

Інв. № арх. Підп. і дата
 Зам. інв. № Інв. № дідл. Підп. і дата

