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.400.11.00.000

Виконав: студент IV курсу, групи МГ-400

спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”

Седельніков Денис Ігорович

Керівник: _____ Назар КАШУБА

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

Седельнікову Денису Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000

Керівник роботи Кашуба Назар Петрович ,
(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 10000 штук

Зміст розрахунково-пояснювальної записки
1 Загальна частина
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі
1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь
1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей
1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки
2 Технологічна частина
2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу
2.1.1 Вибір технологічних операцій
2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання
2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів
2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП
2.2.1 Вибір технологічних переходів
2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту)
2.2.3 Розрахунок режимів різання

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу
3 Вибір та обгрунтування 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 дільниці з точки охорони праці
5.2 Заходи з покращення умов праці на виробничій дільниці

Перелік графічного матеріалу:

1. Креслення деталі - 2,25 листа А2;
2. Карта наладки - 1 лист А2;
3. РТК - 1 лист А1;
4. Креслення пристосування - 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 _____ Денис СЕДЕЛЬНІКОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Назар КАШУБА
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Седельніков Д.І. Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026. 85 с.

У кваліфікаційній роботі виконано проєктування технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус» та проведено його техніко-економічне обґрунтування. Досліджено конструктивні особливості деталі, визначено вимоги до її точності та якості поверхонь. Розроблено маршрут механічної обробки із вибором раціональної заготовки, технологічного оснащення та інструменту. Для основних операцій визначено режими різання, розраховано припуски на обробку та норми часу. Запропоновано конструкцію спеціального пристосування, що забезпечує надійне базування і закріплення деталі. Проведено оцінку економічної доцільності впровадження розробленого технологічного процесу. Також розглянуто заходи з охорони праці та безпеки виробничого середовища.

Ключові слова: корпус, технологічний процес, механічна обробка, заготовка, технологічне оснащення, пристосування, економічне обґрунтування, охорона праці.

ANNOTATION

Sedelnikov D. Development and feasibility study of the technological process of mechanical processing of the part «Housing» 26.KVR.400.11.00.000: qualification work for obtaining the educational and qualification degree of a professional junior bachelor in the specialty 133 Industrial mechanical engineering. Ternopil: VSP «TFK TNTU», 2026. 85 p.

In the qualification work, the technological process for manufacturing the "Housing" part was designed and its feasibility study was conducted. The design features of the part were studied, the requirements for its accuracy and surface quality were determined. A machining route was developed with the selection of a rational workpiece, technological equipment and tools. For the main operations, cutting modes are determined, machining allowances and time standards are calculated. The design of a special device is proposed, which ensures reliable basing and fixing of the part. The economic feasibility of implementing the developed technological process is assessed. Measures for labor protection and safety of the production environment are also considered.

Keywords: housing, technological process, mechanical processing, workpiece, technological equipment, adaptation, economic justification, labor protection.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

1 Загальна частина 9

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі 9

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь 10

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей 13

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки 15

2 Технологічна частина 20

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу 20

2.1.1 Вибір технологічних операцій 20

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання 22

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів 24

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП 25

2.2.1 Вибір технологічних переходів 25

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту 27

2.2.3 Розрахунок режимів різання 34

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу 40

3 Вибір та обґрунтування пристосування на операцію 44

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування 44

3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування 45

3.3 Розрахунок зусиль затиску 47

4 Економічна частина 52

4.1 Обсяг інвестицій для реалізації проекту технологічного процесу 52

4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі 57

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу 61
5 Охорона праці та безпека життєдіяльності. 66
5.1 Характеристика виробничої дільниці з точки охорони праці 66
5.2 Заходи з покращення умов праці на виробничій дільниці 70
ВИСНОВОК 71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 73
Додатки 75
Комплект технологічної документації маршрутно-операційного опису 76
Специфікація на пристосування 84

ВСТУП

Ефективність роботи сучасного промислового обладнання значною мірою залежить від надійності допоміжних систем, серед яких важливе місце займають пневматичні системи. Вони широко використовуються для передачі енергії стисненого повітря, керування виконавчими механізмами та автоматизації технологічних процесів. Надійність функціонування таких систем визначається не лише якістю їх проєктування, а й точністю виготовлення окремих деталей і вузлів.

Однією з відповідальних деталей пневматичної системи є «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000, який забезпечує проходження та розподіл потоків робочого повітря між елементами системи. Від точності виготовлення корпусних поверхонь, різьбових елементів та отворів залежить герметичність з’єднань, стабільність роботи обладнання та його експлуатаційна надійність.

Актуальність теми полягає у необхідності розроблення технологічного процесу механічної обробки деталі Корпус 26.КВР.400.11.00.000, який забезпечить виконання вимог конструкторської документації щодо точності, якості поверхонь та герметичності пневматичних каналів при мінімальних виробничих витратах.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 із забезпеченням необхідних показників точності, якості та економічної ефективності виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: проаналізувати службове призначення та конструкцію деталі; оцінити технологічність конструкції деталі; визначити тип виробництва та обрати раціональний спосіб отримання заготовки; розробити маршрутний та операційний технологічний процеси механічної обробки; обґрунтувати вибір технологічних баз, обладнання та оснащення; виконати розрахунок припусків,

режимів різання та норм часу; підібрати різальний і контрольно-вимірювальний інструмент; провести техніко-економічне обґрунтування розробленого технологічного процесу; розробити заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності на виробничій дільниці.

Об’єктом дослідження є технологічний процес виготовлення деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 в умовах машинобудівного виробництва..

Предметом дослідження є сукупність технологічних рішень, пов’язаних із вибором заготовки, технологічних баз, методів механічної обробки, технологічного оснащення та режимів різання, що впливають на якість і собівартість виготовлення деталі.

Практична цінність роботи полягає у розробленні раціонального технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000, який забезпечує виконання вимог конструкторської документації щодо точності та якості поверхонь, а також сприяє скороченню трудомісткості та підвищенню ефективності виробництва.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

Складальна одиниця «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 СК у відповідності із класифікатором ЄСКД відноситься до 72 класу – тіла обертання із елементами зубчастого зачеплення; зігнуті із листів, стрічок; тіла обертання корпусні, опорні, ємкісні; підшипників, тощо.

Складальна одиниця «Корпус» є складовою частиною пневматичної системи обладнання та призначений для передачі робочого повітря в пневмосистемі.

Основними поверхнями деталі, які мають основне значення для службового призначення вузла, є: внутрішня різева поверхня М35×1,5-7Н; Ra 6,3 призначена для загвинчування деталі, що передає робоче повітря під тиском; зовнішня різева поверхня М48×3-8g; Ra 6,3 призначена для загвинчування фіксуючого кільця; два різеві отвори з трубною конічною різзю Rc ½ ДСТУ ISO 7-1; Ra 6,3 призначені для загвинчування штуцерів; торцеві поверхні 83±0,3; Ra 12,5; призначені для точного взаємного розміщення деталей у вузлі; зовнішня квадратна поверхня $\square 30_{-0,52}$; Ra 6,3 призначена для утримування ключем під час загвинчування приєднувальних елементів вузла. Всі інші поверхні є другорядними.

Деталь «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 згідно креслення деталі виготовляється зі Сталі 20 ДСТУ 7809:2015.

В нижченаведених таблицях приводимо хімічний склад та фізичні властивості даного матеріалу згідно [1] С. 181 та ДСТУ 7809:2015.

Технологічні властивості сталі 20 ДСТУ 7809:2015.

Температура кування, ºС: початку 1250, кінця 800.

Зварюваність – обмежена такими методами зварки: РДЗ і ЕШЗ. Необхідний підігрів до 200-300° із подальшим відпуском при 500-600°.

Оброблюваність різанням – $К_{Vтв. спл.}$=1,0, $К_{Vб. ст.}$=1,0.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 20 ДСТУ 7809:2015, %

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
			не більше				
0,17-0,24	0,35-0,65	0,17-0,37	0,035	0,04	0,25	0,30	0,30

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 20 ДСТУ 7809:2015

Термообробка, стан поставки	$\sigma_в$, МПа	$\sigma_т$, МПа	δ_5, %	ψ, %	KCU (ударна в'язкість), кДж/м^2	НВ, МПа
	не менше					
Нормалізація (860 – 880)°С, Відпуск (600 – 630)°С,	491	275	15	25	343	143 – 241
Гартування (860 – 880)°С, Відпуск (600 – 630)°С	540	343	16	20	294	143 – 241

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь

Провівши технологічний контроль креслення з точки зору точності і шорсткості поверхонь, точності форми та розташування поверхонь, присвоюємо поверхням деталі номера (рисунок 1.1) та виконуємо аналіз технічних вимог на її виготовлення. Результати аналізу зводимо в таблицю 1.3.

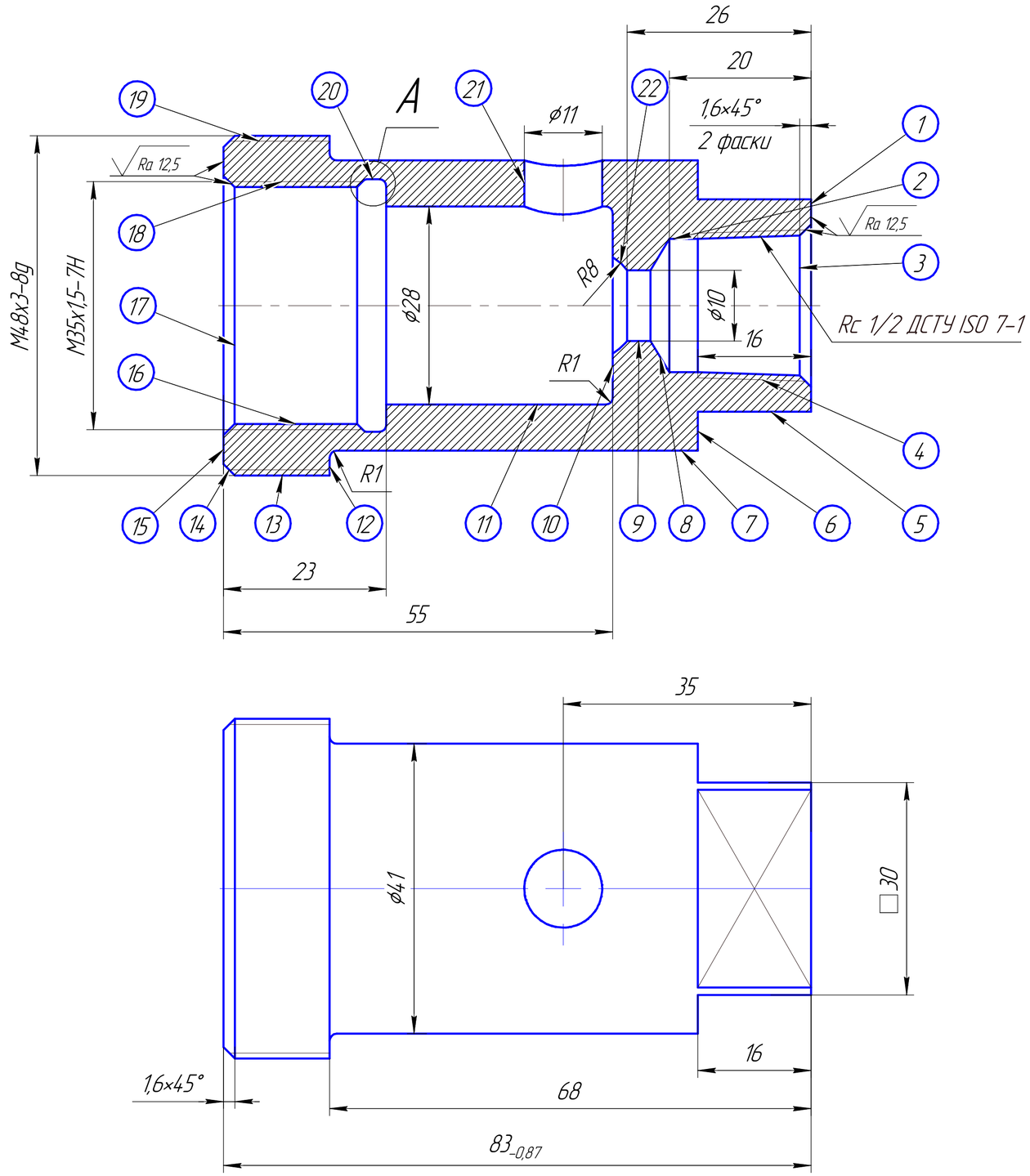
Таблиця 1.3 – Аналіз технічних вимог

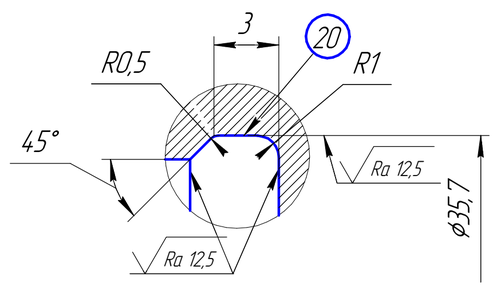
Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4
1, 15	Торцеві поверхні $83_{-0,87}$	14	Ra 12,5
2, 24	Два отвори $\varnothing 18,1^{+0,28}$ під нарізування трубної конічної різі Rc ½ ДСТУ ISO 7-1	14	Ra 12,5
3, 17, 25	Внутрішні фаска 1,6×45°	14	Ra 12,5
4, 26	Два різевих отвори з трубною конічною різзю Rc ½ ДСТУ ISO 7-1	13	Ra 6,3

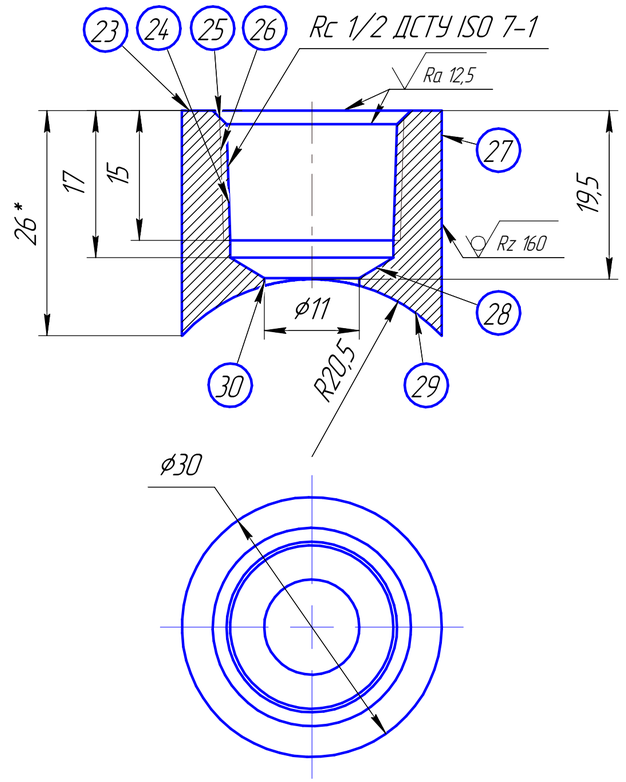
Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
5	Квадратна зовнішня поверхня □$30_{-0,52}$	14	Ra 6,3
6	Зовнішня торцева поверхня 16±0,2	14	Ra 6,3
7	Зовнішня циліндрична поверхня ∅41h14($_{-0,62}$)	14	Ra 6,3
8, 28	Внутрішня фаска від свердла ∅18,1	14	Ra 12,5
9	Отвір ∅$10^{+0,43}$	14	Ra 12,5
10	Внутрішня торцева поверхня 55±0,37	14	Ra 6,3
11	Внутрішня циліндрична поверхня ∅28H14($^{+0,52}$)	14	Ra 6,3
12	Зовнішня торцева поверхня 68±0,37	14	Ra 6,3
13	Зовнішня циліндрична поверхня ∅$47,79_{-0,44}$ під різь M48×3-8g	14	Ra 6,3
14	Зовнішня фаска 1,6×45°	14	Ra 12,5
16	Внутрішня циліндрична поверхня ∅$33,43^{+0,3}$ під різь M35×1,5-7H	14	Ra 6,3
18	Внутрішня різева поверхня M35×1,5-7H	7 клас точності різі	Ra 6,3
19	Зовнішня різева поверхня M48×3-8g	8 клас точності різі	Ra 6,3
20	Внутрішня канавка під вихід різцевого різця b=$3^{+0,25}$; ∅$35,7_{-0,62}$; R0,5; R1; 45°	14	Ra 12,5
21	Наскрізний отвір ∅11H14($^{+0,43}$); 35±0,31	14	Ra 6,3
22	Внутрішня радіусна фаска R8	14	Ra 6,3
23	Торець патрубка 26±0,26	14	Ra 6,3
27	Зовнішня циліндрична поверхня ∅$30^{+0,4}_{-0,7}$	16	Rz 160
29	Радіусна зовнішня поверхня R20,5	14	Ra 6,3
30	Отвір ∅11H14($^{+0,43}$)	14	Ra 6,3

Ra 6,3 (√)







1. *Розміри для довідок.
2. H14, h14, ±IT14/2.

Рисунок 1.1 – Ескіз деталі "Корпус" 26.КВР.400.11.00.000 з номерами поверхонь

					26.КВР.400.11.00.000 ПЗ	Аркуш
Літ.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		12

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

Вибір типу виробництва виконуємо виходячи із річної програми випуску, передбаченої завданням, $N_{річн}$ = 10000 шт. і маси деталі m = 0,56 згідно таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Залежність типу виробництва від річного об'єму і випуску (шт.) і маси деталей

Маса деталі в кг	Тип виробництва				
	Одиничний	Дрібносерійний	Середньосерійний	Великосерійний	Масовий
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Отже, попередній тип виробництва – середньосерійний.

Організаційно-технологічні характеристики середньосерійного типу виробництва:

– форма організації виробничого процесу – предметно-потокова;

– повторюваність партій (серій) – по ходу технологічних процесів;

– ступінь деталізації технологічних процесів – більш детальні технологічні розробки (маршрутно-операційні і операційні технологічні процеси). Для верстатів з ЧПК – докладні;

– технологічне обладнання – універсальне, частково спеціалізоване, спеціальне, верстати з ЧПК;

– технологічне оснащення – універсально-налагоджувальні, спеціалізовані налагоджувальні і збірно-розбірні пристрої;

– різальний інструмент – універсальний і спеціальний;

– вимірювальний інструмент – калібри, спеціальний вимірювальний інструмент;

– види заготовок – прокат, виливки за металевими моделями, штампування.

Величину оптимальної партії деталей визначаємо за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \qquad (1.1)$$

де N = 10000 шт. – річна програма випуску деталей згідно завдання;

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

F – число робочих днів в 2026 році при двох днях відпочинку F=261 днів.

$$n = \frac{10000 \cdot 5}{261} = 192 \text{ шт.}$$

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Заготовкою деталі «Корпус» є прокат – Круг $\frac{\text{В-50 ДСТУ 4738:2007}}{\text{20-1-2 ДСТУ 7809:2015}}$ – прокат гарячекатаний, круглий, діаметром 50 мм, звичайної точності прокатки В згідно ДСТУ 4738:2007, марки сталі 20 ДСТУ 7809:2015, групи якості поверхні 1, варіант механічних властивостей 2. Довжина прутка 3 м. Різання прокату на штучні заготовки здійснюється на фрезерно-відрізному верстаті.

Заготовкою деталі «Патрубок» є прокат – Круг $\frac{\text{В-30 ДСТУ 4738:2007}}{\text{20-1-2 ДСТУ 7809:2015}}$ – прокат гарячекатаний, круглий, діаметром 30 мм, звичайної точності прокатки В згідно ДСТУ 4738:2007, марки сталі 20 ДСТУ 7809:2015, групи якості поверхні 1, варіант механічних властивостей 2. Довжина прутка 3 м. Різання прокату здійснюється на токарно-револьверному верстаті.

Для визначення маси заготовки необхідно визначити її розміри, попередньо назначивши табличним методом загальні припуски на механічну обробку її поверхонь.

Встановлені загальні табличні припуски заносимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Загальні припуски і розміри заготовки

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями
деталь «Корпус»				
Торцеві поверхні 83±0,3	Ra12,5	2,2	1,5 × 2 = 3,0	86±1,1
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 47{,}79_{-0{,}44}$	Ra6,3	1,4	1,105 × 2 = 2,21	$\varnothing 50^{+0{,}4}_{-1{,}0}$
деталь «Патрубок»				
Торець патрубка 26±0,26	Ra12,5	0,84	1,5 × 2 = 3,0	29±0,42
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 30^{+0{,}4}_{-0{,}7}$	Rz 160	1,1	–	$\varnothing 30^{+0{,}4}_{-0{,}7}$

При розрахунку маси заготовки із прокату необхідно враховувати розхід матеріалу на одну деталь із врахуванням технологічних витрат – $Q_{т.в.}$, кг.

Технологічні витрати матеріалу на деталь, яку виготовляють із прокату складаються із:

– некратності довжини прокату – залишку довжини від прийнятої довжини прокату по стандарту, що визначається за формулою:

$$L_{нк.} = L_{пр.} - x \cdot (L_{заг.} + L_{р.}), \quad (1.2)$$

де $L_{пр.}$ = 3000 мм – довжина прийнятого прокату по стандарту;

x – число заготовок, які виготовляються із прийнятої довжини прокату, шт.;

$$x = \frac{L_{пр.}}{L_{заг.} + L_{р.}}, \quad (1.3)$$

де $L_{заг.}$ – довжина заготовки із врахуванням назначених загальних припусків на підрізку торців (2а); 2а = 3 мм [7] С. 51, табл. Е5;

$$L_{заг.} = L_{дет.} + 2a, \quad (1.4)$$

де $L_{р.корпус}$ = 4 мм – ширина різу інструмента – дискової пили діаметром 510 мм;
$L_{р.патрубок}$ = 5 мм – ширина різу інструмента – відрізного різця.

Тоді, довжини заготовок із врахуванням загальних припусків на підрізку торців складе:

$$L_{заг.\ корпус} = 83 + 3 = 86\,мм;$$

$$L_{заг.\ патрубок} = 26 + 3 = 29\,мм.$$

Підставляючи у формулу (1.3) знаходимо число заготовок, які виготовляються із прийнятої довжини прокату:

$$x_{корпус} = \frac{3000}{86 + 4} = 33,3 \text{ шт. Приймаємо 33 шт.}$$

$$x_{\text{корпус}} = \frac{3000}{29+5} = 88,2 \text{ шт. Приймаємо 88 шт.}$$

Знайдені числові значення підставляємо у формулу (1.2) і отримуємо результат:

$$L_{\text{нк.корпус}} = 3000 - 33 \cdot (86+4) = 30 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{нк.корпус}} = 3000 - 88 \cdot (29+5) = 8 \text{ мм.}$$

Визначаємо розхід матеріалу на заготовку із врахуванням всіх технологічних втрат за формулою:

$$Q_{\text{тв.}} = \frac{Q \cdot (100+B_{\text{заг.}})}{100}, \quad (1.5)$$

де Q – маса заготовки з прокату, кг;

$$Q = V_{\text{з}} \cdot \rho, \quad (1.6)$$

де $V_{\text{з}}$ – об'єми заготовки;

Об'єми заготовки визначаємо за формулою:

$$V_{\text{зкорпус}} = \frac{\pi \cdot 50^2 \cdot 86}{4} = 168775 \text{ мм}^3 = 168,8 \text{ см}^3.$$

$$V_{\text{зпатрубок}} = \frac{\pi \cdot 30^2 \cdot 29}{4} = 20488,5 \text{ мм}^3 = 20,5 \text{ см}^3$$

$$Q_{\text{корпус}} = 168,8 \cdot 7,82 = 1320,02 \text{ г} \approx 1,32 \text{ кг}.$$

$$Q_{\text{патрубок}} = 20,5 \cdot 7,82 = 160,31 \text{ г} \approx 0,16 \text{ кг}.$$

Визначаємо загальні витрати матеріалу (%) при виготовленні деталей з прокату:

$$B_{\text{заг.}} = B_{\text{нк.}}, \quad (1.7)$$

де $B_{\text{заг.}}$ – загальні витрати матеріалу (%) при виготовленні деталей з прокату;

$В_{нк.}$ – витрати матеріалу на некратність, (%);

$$В_{нк.} = \frac{(L_{нк.} \cdot 100)}{L_{пр.}}, \quad (1.8)$$

Підставляючи отримані раніше значення у формулу (1.8) знаходимо витрати матеріалу на некратність:

$$В_{нк.корпус} = \frac{(30 \cdot 100)}{3000} = 1\%.$$

$$В_{нк.корпус} = \frac{(8 \cdot 100)}{3000} = 0{,}3\%.$$

Отже, загальні витрати матеріалу (%) при виготовленні деталей з прокату становлять:

$$В_{заг.корпус} = 1\%.$$

$$В_{заг.патрубок} = 0{,}3\%.$$

Підставляємо знайдені числові значення у формулу (1.5) та отримуємо значення розходу матеріалу на заготовку із врахуванням всіх технологічних втрат:

$$Q_{тв.} = \frac{Q \cdot (100 + В_{заг.})}{100},$$

$$Q_{тв.корпус} = \frac{1{,}32 \cdot (100+1)}{100} = 1{,}33 \text{ кг}.$$

$$Q_{тв.патрубок} = \frac{0{,}16 \cdot (100+0{,}3)}{100} = 0{,}161 \text{ кг}.$$

Визначаємо собівартість заготовки з прокату за формулою:

$$С_{заг} = \frac{Q_{т.в.} \cdot S - (Q_{т.в.} - q) \cdot S_{відх}}{1000}, \quad (1.9)$$

де S =39500 грн/т – ціна 1 т. металопрокату Круг $\varnothing 50^{+0,4}_{-1,0}$ згідно [2];

S =36000 грн/т – ціна 1 т. металопрокату Круг $\varnothing 30^{+0,4}_{-0,7}$ згідно [2];

$S_{відх.}$ = 4600 грн/т – базова ціна 1 т. відходів згідно [4] С. 357;

$Q_{т.в.корпус}$ = 1,33 кг – маса заготовки із врахуванням всіх технологічних втрат;

$Q_{т.в.патрубок}$ = 0,16 кг – маса заготовки із врахуванням всіх технологічних втрат;

$q_{корпус}$ =0,48 кг – маса деталі згідно креслення деталі;

$q_{патрубок}$ =0,07 кг – маса деталі згідно креслення деталі.

$$C_{заг.корпус} = \frac{1,33 \cdot 39500 - (1,33 - 0,48) \cdot 4600}{1000} = 48,63 \text{ грн.}$$

$$C_{заг.патрубок} = \frac{0,16 \cdot 36000 - (0,16 - 0,07) \cdot 4600}{1000} = 5,35 \text{ грн.}$$

Отже, собівартість матеріалів складальної одиниці «Корпус»:

$$C_{заг.} = 48,63 + 5,35 = 53,98 \text{ грн.}$$

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$К_{в.м.} = \frac{q}{Q}, \qquad (1.10)$$

$$К_{в.м.} = \frac{0,48+0,07}{1,33+0,16} = \frac{0,55}{1,49} = 0,37.$$

Таблиця 1.4 – Зведена таблиця обґрунтування вибору заготовки

Вид заготовки	Прокат
Коефіцієнт використання матеріалу	0,37
Собівартість заготовки, грн.	53,98

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1 Вибір технологічних операцій

Маршрутний технологічний процес виготовлення складальної одиниці «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 СК та його складових деталей: корпус та патрубок.

Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.001.

Операція 005 Фрезерно-відрізна

Відрізання заготовки.

Операція 010. Токарна з ЧПК

1. Підрізання чорнове торця 1.
2. Центрування отвору 2.
3. Свердління отвору 9.
4. Розсвердлювання отвору 2.
5. Розточування внутрішньої фаски 3.
6. Нарізання різі 4 мітчиком.
7. Точіння чорнове зовнішньої циліндричної поверхні 7 з чорновим підрізання торця 12.
8. Точіння напівчистове зовнішньої циліндричної поверхні 7 з чорновим підрізання торця 12.

Операція 015. Токарна з ЧПК

1. Підрізання чорнове торця 15.
2. Точіння чорнове зовнішньої циліндричної поверхні 13.
3. Точіння напівчистове зовнішньої фаски14, зовнішньої циліндричної поверхні 13.
4. Центрування отвору 11.
5. Свердління отвору 11.

6. Розсвердлювання отвору 16.

7. Розточування чорнове внутрішніх циліндричних поверхонь 16, 11 з чорновим підрізання торців 10 по контуру.

8. Розточування напівчистове внутрішніх циліндричних поверхонь 16, 11 з чорновим підрізання торців 10 по контуру.

9. Розточування внутрішньої фаски 22.

10. Розточування внутрішньої канавки 20.

11. Нарізання зовнішньої різевої поверхні 19 різцем.

12. Нарізання внутрішньої різевої поверхні 16 різцем.

Операція 020. Вертикально-фрезерна

1. Фрезерування першої сторони квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6.

2. Поворот деталі в поворотному пристосуванні на 90°.

3. Фрезерування другої сторони квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6..

4. Поворот деталі в поворотному пристосуванні на 90°.

5. Фрезерування третьої сторони квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6.

6. Поворот деталі в поворотному пристосуванні на 90°.

7. Фрезерування четвертої сторони квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6.

Операція 025. Свердлильна з ЧПК

1. Центрування отвору 21.

2. Свердління отвору 21.

Операція 030 Контроль.

Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Патрубок» 26.КВР.400.11.00.002.

Операція 005. Токарно-револьверна

1. Підрізання чорнове торця 23.

2. Центрування отвору 30.

3. Свердління отвору 30.

4. Розсвердлювання отвору 24.

5. Розточування внутрішньої фаски 25.

6. Нарізання внутрішньої різі 26 мітчиком.

7. Відрізання деталі.

Операція 010. Вертикально-фрезерна.

Фрезерування чорнове кінцевою фрезою радіусної поверхні 29.

Операція 015 Контроль.

Маршрутний технологічний процес виготовлення складальної одиниці «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 СК.

Операція 005 Зварювальна

Приварювання ручним дуговим зварюванням деталь «Патрубок» до деталі «Корпус».

Операція 010 Контроль.

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання

Для виконання механічної обробки деталі Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 використовується наступне технологічне обладнання та оснащення, вибір якого ми оформляємо у вигляді таблиці (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Аналіз використовуваного технологічного обладнання на основних технологічних операціях

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
1	2	3	4
деталь «Корпус» 25.ТП.400.11.00.001			
005	Фрезерно-відрізна	Фрезерно-відрізний верстат мод. 8Г642	Спеціальне пристосування з базуванням заготовки на призму із упором в торець

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
010,015	Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК мод. 16К20Ф3	Патрон трьохкулачковий з електромагнітним затиском з комплекту верстату з спеціальними кулачками
020	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний верстат мод. 6Р13	Пристосування спеціальне з поворотним ділильним механізмом на 4 позиції (через 90°) з базуванням деталі по зовнішній циліндричній поверхні 13 з упором в торець 15
025	Свердлильна з ЧПК	Свердлильний верстат з ЧПК мод. 2Р135Ф2	Пристосування універсально-збірне 26.КВР.400.11.04.000 СК з базуванням деталі на призму по зовнішній поверхні 7 з упором в торець 1 з пневмо-затиском Г-подібним прихватом
030	Контроль		Стіл контролера
деталь «Патрубок» 25.ТП.400.11.00.002			
005	Токарно-револьверна	Токарно-револьверний верстат 1В340Ф30 з ЧПК WL4M	Цанга подачі універсальна з комплекту верстата
010	Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний верстат мод. 6Р13	Пристосування універсально-збірне з базуванням деталі в по зовнішній циліндричній поверхні з упором в торець
015	Контроль		Стіл контролера
складальна одиниця «Корпус» 25.ТП.400.11.00.000 СК			
005	Зварювальна	Інверторний зварювальний апарат моделі Патон ВДІ-315Р	Зварювальний стіл Зварювальне пристосування спеціальне з призмами
010	Контроль		Стіл контролера

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів

Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів табличним методом виконуємо згідно літератури [6] С. 304, дод.58; С. 306, дод. 59; С.90. Результати визначення припусків зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 41h14(_{-0,62})$					
Напівчистове точіння	14	Ra 6,3	0,62	$0,25 \times 2 = 0,5$	$\varnothing 41_{-0,62}$
Чорнове точіння	14	Ra 12,5	0,62	$0,65 \times 2 = 1,3$	$\varnothing 41,5_{-0,62}$
Зняття напуску	14	Ra 12,5	0,62	$1,2 \times 2 = 2,4$ $1,2 \times 2 = 2,4$ $1,2 \times 2 = 2,4$	$\varnothing 42,8_{-0,62}$ $\varnothing 45,2_{-0,62}$ $\varnothing 47,6_{-0,62}$
Заготовка (попередньо оброблена поверхня)	16	Rz 160	1,1	$4,5 \times 2 = 9,0$	$\varnothing 50^{+0,4}_{-1,0}$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 28^{+0,52}$					
Розточування напівчистове	14	Ra 6,3	0,52	$0,25 \times 2 = 0,5$	$\varnothing 28^{+0,52}$
Розточування чорнове	14	Ra 12,5	0,52	$0,75 \times 2 = 1,5$	$\varnothing 27,5^{+0,52}$
Свердління	14	Ra 12,5	0,52	$13 \times 2 = 26$	$\varnothing 26^{+0,52}$
Заготовка (суцільний матеріал)	16	Rz 160	1,1	$14 \times 2 = 28,0$	–
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 33,43^{+0,3}$ під різь М35×1,5-7Н					
Розточування напівчистове	12	Ra 6,3	0,52	$0,215 \times 2 = 0,43$	$\varnothing 33,43^{+0,3}$
Розточування чорнове	14	Ra 12,5	0,52	$0,5 \times 2 = 1,0$	$\varnothing 33^{+0,62}$
Розсвердлювання	14	Ra 12,5	0,52	$3,0 \times 2 = 6,0$	$\varnothing 32^{+0,62}$
Заготовка (попередньо оброблена поверхня)	16	Rz 160	1,1	$16,715 \times 2 = 33,43$	$\varnothing 26^{+0,52}$

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

Розроблення операційної технології з використанням САПР ТП в модулі ADEM CAPP проведемо для 010 операції Токарної з ЧПК і сформуємо у вигляді комплекту технологічної документації маршрутно-операційного опису.

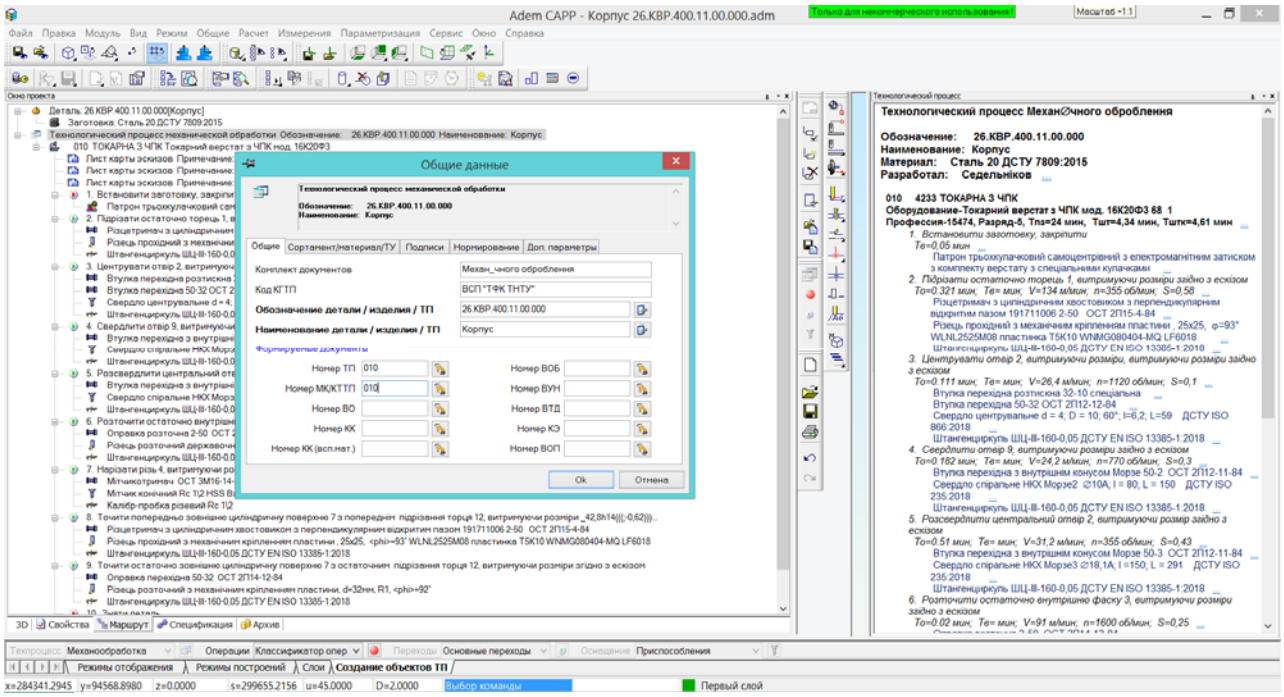


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд вікна технологічного процесу в САПР ТП в модулі ADEM CAPP

2.2.1 Вибір технологічних переходів

Розробку операційної технології проведемо для операції 010 токарної операції з ЧПК.

Операція 010. Токарна з ЧПК

1. Встановити заготовку, закріпити.
2. Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розміри 85±0,3.
3. Центрувати отвір 2, витримуючи розміри $\varnothing 4^{+0,12}$; $\varnothing 8,5^{+0,15}$; 5±0,1; $3,9^{+0,12}$.
4. Свердлити отвір 9, витримуючи розмір $\varnothing 10^{+0,25}$.

5. Розсвердлити центральний отвір 2, витримуючи розмір $\varnothing 18{,}1^{+0{,}28}$.

6. Розточити остаточно внутрішню фаску 3, витримуючи розмір $1{,}6\times 45^{o}$.

7. Нарізати різь 4, витримуючи розмір Rc ½ ДСТУ ISO 7-1.

8. Точити попередньо зовнішню циліндричну поверхню 7 з попереднім підрізання торця 12, витримуючи розміри $\varnothing 42{,}8_{-0{,}62}$; 67,75±0,37.

9. Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 7 з остаточним підрізання торця 12, витримуючи розміри $\varnothing 41_{-0{,}62}$; 68±0,37.

10. Зняти деталь.

11. Перевірити розміри: 85±0,3; Rc ½; $\varnothing 41_{-0{,}62}$; 68±0,37. Контроль 30%.

Створення операції відбувається при виборі відповідної операції з бази даних програми САПР ТП (рис. 2.2).

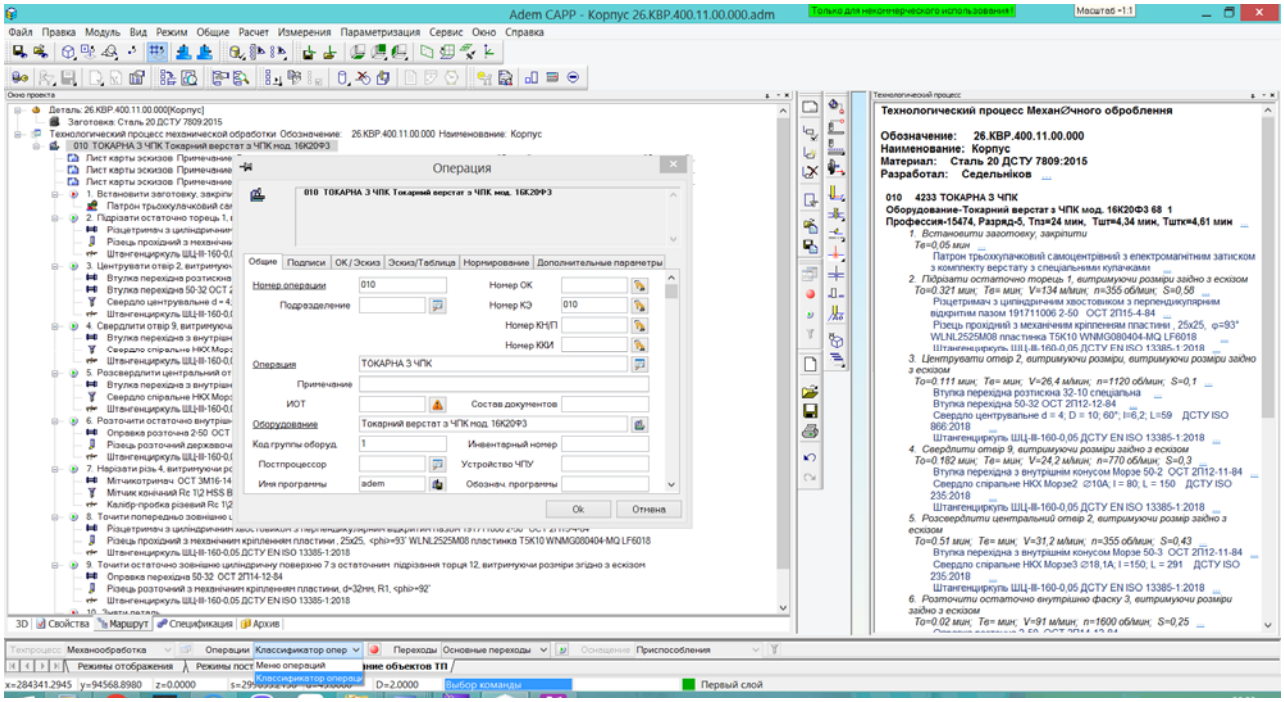


Рисунок 2.2 – Діалогове вікно «Вибір операцій»

Технологічні переходи створюються на базі шаблонів переходів, які включають наступні групи: установочні, основні, загальні, всі переходи. Для створення восьмого переходу, як зображено на рис. 2.3 обираємо з меню «основні переходи».

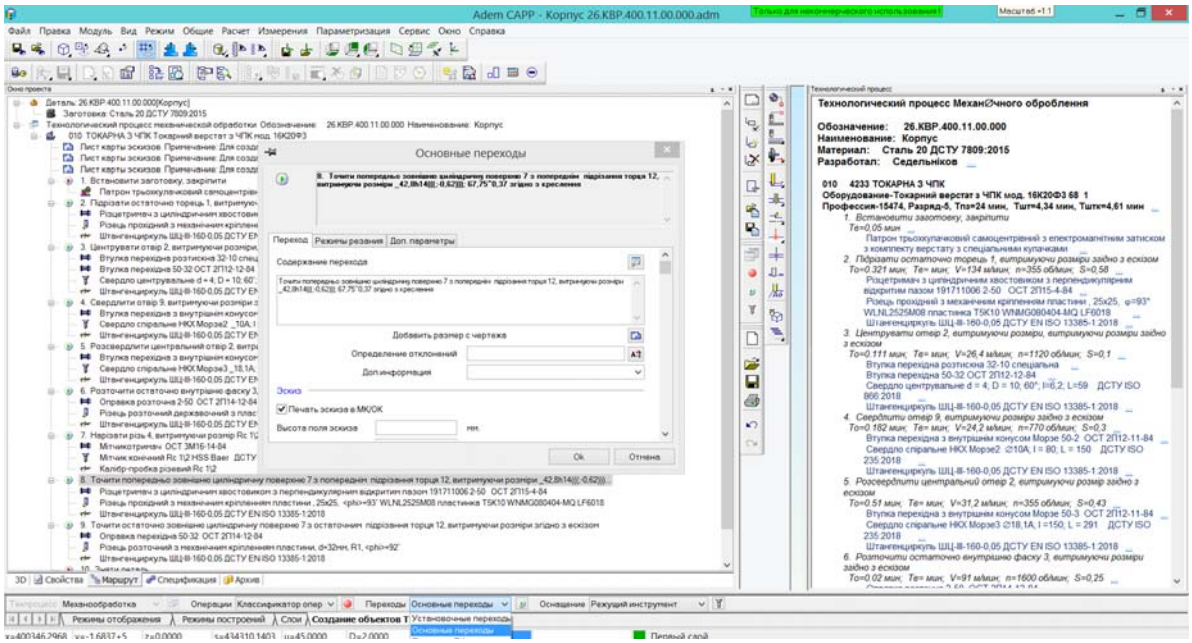


Рисунок 2.3 – Діалогове вікно «Вибір переходів»

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту на кожен перехід здійснюється вибором з бази даних програми з відповідного меню груп інструментів. Представимо зображення вибору різального інструменту для другого переходу 010 операції – токарної з ЧПК (рис. 2.4).

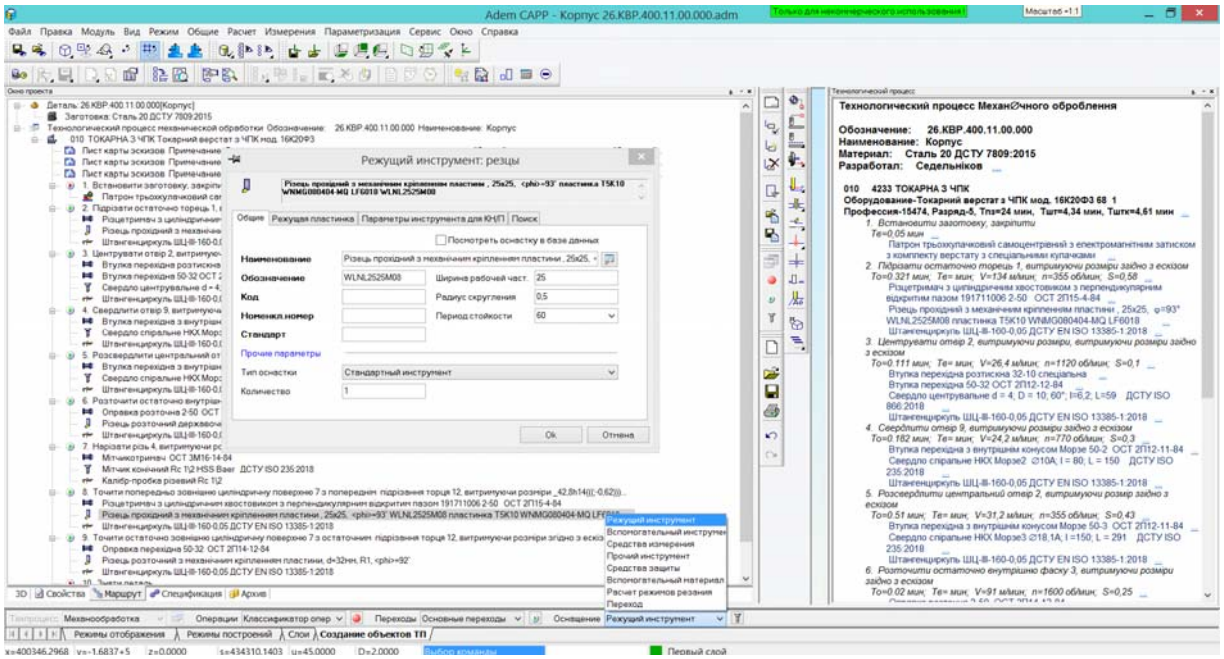


Рисунок 2.4 – Діалогове вікно «Вибір різального інструменту»

Аналогічно відбувається вибір допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту на відповідний перехід, оформляємо таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

Номер, назва операції, переходу	Інструмент		
	Ріжучий	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
ТП виготовлення деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.001			
Операція 005 Фрезерно-відрізна			
Перехід 2			
Відрізати заготовку, витримуючи розмір 86±1,1	Пила дискова D=510 мм, d=70 мм; z=72 ГОСТ 4047-82	Оправка з комплекту верстата	Шаблон (151±0,75) спеціальний
010 Токарна з ЧПК			
Перехід 2			
Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розміри 85±0,3	Різець прохідний з механічним кріпленням пластини, 25×25, $\varphi = 93^{o}$ WLNL2525M08 пластинка Т5К10 WNMG080404-MQ LF6018	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 3			
Центрувати отвір 2, витримуючи розміри $\varnothing 4^{+0,12}$; $\varnothing 8,5^{+0,15}$; 5±0,1; $3,9^{+0,12}$	Свердло центрувальне d = 4; D = 10; 60° l=6,2; L=59 ДСТУ ISO 866:2018	Втулка перехідна розтискна 32-10 спеціальна. Втулка перехідна 50-32 ОСТ 2П12-12-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 4			
Свердлити отвір 9, витримуючи розмір $\varnothing 10^{+0,25}$	Свердло спіральне НКХ Морзе2 ∅10А; l = 80; L = 150 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна з внутрішнім конусом Морзе 50-2 ОСТ 2П12-11-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 5			
Розсвердлити центральний отвір 2, витримуючи розмір $\varnothing 18,1^{+0,28}$	Свердло спіральне НКХ Морзе3 ∅18,1А; l =150; L = 291 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна з внутрішнім конусом Морзе 50-3 ОСТ 2П12-11-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 6			
Розточити остаточно внутрішню фаску 3, витримуючи розмір 1,6×45°	Різець розточний державочний з пластинкою з твердого сплаву Т5К10, 10×10, L=32, φ=45° 2142-0265	Оправка розточна 2-50 ОСТ 2П14-12-84	Штангенциркуль ШЦ-ІІІ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 7			
Нарізати різь 4, витримуючи розмір Rc ½ ДСТУ ISO 7-1	Мітчик конічний Rc ½ HSS Baer	Мітчикотримач ОСТ 3М16-14-84	Калібр-пробка різевий Rc ½
Перехід 8			
Точити попередньо зовнішню циліндричну поверхню 7 з попереднім підрізання торця 12, в розміри $\varnothing 42{,}8_{-0{,}62}$; 67,75±0,37	Різець прохідний з механічним кріпленням пластини , 25×25, φ =93° WLNL2525M08 пластинка Т5К10 WNMG080404-MQ LF6018	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Штангенциркуль ШЦ-ІІІ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 9			
Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 7 з остаточним підрізання торця 12, в розміри $\varnothing 41_{-0{,}62}$; 68±0,37	Різець прохідний з механічним кріпленням пластини , 25×25, φ =93° WLNL2525M08 пластинка Т5К10 WNMG080404-MQ LF6018	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Штангенциркуль ШЦ-ІІІ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Операція 015 Токарна з ЧПК			
Перехід 2			
Підрізати остаточно торець 15, витримуючи розміри $83_{-0{,}87}$	Різець прохідний з механічним кріпленням пластини, 25×25, φ =93° WLNL2525M08 пластинка Т5К10 WNMG080404-MQ LF6018	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Штангенциркуль ШЦ-ІІІ-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 3			
Точити попередньо зовнішню циліндричну поверхню 13, витримуючи розміри $\varnothing 48{,}29_{-0{,}25}$	Різець прохідний з механічним кріпленням пластини, 25×25, $\varphi = 93^{o}$ WLNL2525M08 пластинка Т5К10 WNMG080404-MQ LF6018	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 4			
Точити остаточно зовнішню фаску 14, зовнішню циліндричну поверхню 13, в розміри $1{,}6\times45^{o}$; $\varnothing 47{,}79_{-0{,}44}$	Різець прохідний з механічним кріпленням пластини, 25×25, $\varphi = 93^{o}$ WLNL2525M08 пластинка Т5К10 WNMG080404-MQ LF6018	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 5			
Центрувати отвір 11, витримуючи розміри $\varnothing 4^{+0,12}$; $\varnothing 8{,}5^{+0,15}$; $5\pm0{,}1$; $3{,}9^{+0,12}$	Свердло центрувальне d = 4; D = 10; 60° l=6,2; L=59 ДСТУ ISO 866:2018	Втулка перехідна розтискна 32-10 спеціальна Втулка перехідна 50-32 ОСТ 2П12-12-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 6			
Свердлити отвір 11, витримуючи розміри $\varnothing 26^{+0,52}$; l=59	Свердло спіральне НКХ Морзе3 ∅26А; l =165; L = 286 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна з внутрішнім конусом Морзе 50-3 ОСТ 2П12-11-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 7			
Розсвердлювання отвору 16, в розміри $\varnothing 32^{+0,62}$; l=31	Свердло спіральне НКХ Морзе3 ∅32А; l =185; L = 334 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна з внутрішнім конусом Морзе 50-3 ОСТ 2П12-11-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 8			
Розточити попередньо внутрішні циліндричні поверхні 16, 11 з попереднім підрізанням торців, в розміри $\varnothing 33^{+0,62}$; l=22,75; $\varnothing 27{,}5^{+0,52}$; l=54,75	Різець розточний державочний з пластинкою з твердого сплаву Т5К10, 10×10, L=32, $\varphi=45^{o}$; R1 2142-0265	Оправка розточна 2-50 ОСТ 2П14-12-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 9			
Розточити остаточно внутрішні циліндричні поверхні 16, 11 з попереднім підрізанням торців, в розміри $\varnothing 33{,}43^{+0{,}3}$; l=23; $\varnothing 28^{+0{,}52}$; l=55	Різець розточний державочний з пластинкою з твердого сплаву Т15К6, 10×10, L=32, φ=45°; R1 2142-0265	Оправка розточна 2-50 ОСТ 2П14-12-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 10			
Розточити внутрішню фаску 22, витримуючи розміри R8; 26±0,2	Різець розточний державочний радіусний Р6М5, 10×10, L=32, φ=45° спеціальний	Оправка розточна 2-50 ОСТ 2П14-12-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 11			
Розточити внутрішню канавку 20, витримуючи розміри $b=3^{+0{,}25}$; $\varnothing 35{,}7_{-0{,}62}$; R0,5; R1; 45°	Різець канавочний з механічним кріпленням пластини, 2525 BDKT LT K3C, пластинка пластину MGM. 300 (KORLOY)	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з паралельним відкритим пазом 191711046 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 12			
Нарізати зовнішню різеву поверхню 19, витримуючи розмір М48×3-8g	Різець різьбовий збірний для зовнішньої метричної різі SER 2525M16 з механічним кріпленням твердосплавної пластини 16ER 3.0 ISO	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Калібр-скоба різьбовий ПР–НЕ М48×3-8g, ДСТУ ISO 1502:2006
Перехід 13			
Нарізати внутрішню різеву поверхню 16, витримуючи розмір М35×1,5-7Н	Різець розточувальний різьбовий для внутрішньої метричної різі з механічним кріпленням пластини 11IR 1.5 ISO, державка типу SNR/L 0020R11, d = 20 мм.	Втулка перехідна 50-20 ОСТ 2П12-12-84	Калібр-пробка різевий ПР–НЕ М35×1,5-7Н ДСТУ ISO 1502:2006

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Операція 020. Вертикально-фрезерна			
Перехід 2			
Фрезерувати першу сторону квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6, в розміри $30_{-0,52}$; 16±0,2	Фреза торцева насадна D63-d22-Z06 кут в плані 90° TEKNIK D = 63 мм, d = 22 мм, z=6, пластини APMT1604	Оправка фрезерна 7:24-50-22 для встановлення насадної торцевої фрези	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 3			
Повернути деталь в поворотному пристосуванні на 90°			
Перехід 4			
Фрезерувати другу сторону квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6, в розміри $30_{-0,52}$; 16±0,2	Фреза торцева насадна D63-d22-Z06 кут в плані 90° TEKNIK D = 63 мм, d = 22 мм, z=6, пластини APMT1604	Оправка фрезерна 7:24-50-22 для встановлення насадної торцевої фрези	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 5			
Повернути деталь в поворотному пристосуванні на 90°			
Перехід 6			
Фрезерування третьої сторони квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6, в розміри $30_{-0,52}$; 16±0,2	Фреза торцева насадна D63-d22-Z06 кут в плані 90° TEKNIK D = 63 мм, d = 22 мм, z=6, пластини APMT1604	Оправка фрезерна 7:24-50-22 для встановлення насадної торцевої фрези	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 7			
Повернути деталь в поворотному пристосуванні на 90°			
Перехід 8			
Фрезерування четвертої сторони квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6, в розміри $30_{-0,52}$; 16±0,2	Фреза торцева насадна D63-d22-Z06 кут в плані 90° TEKNIK D = 63 мм, d = 22 мм, z=6, пластини APMT1604	Оправка фрезерна 7:24-50-22 для встановлення насадної торцевої фрези	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Операція 025. Свердлильна з ЧПК			
Перехід 2			
Центрувати отвір 21, в розміри $\varnothing 2^{+0,1}$; $\varnothing 4,25^{+0,12}$; 2,5±0,1; $1,95^{+0,1}$	Свердло центруваль-не d = 2,0; D = 4; L = 37,5; 60° ДСТУ ISO 866:2018	Патрон цанговий КМ 4 ER32 DIN 228	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 3			
Свердлити отвір 21, витримуючи розміри $\varnothing 11^{+0,43}$; 35±0,32	Свердло d = 11,8; l=94; L=142 DIN 338 HSS-G Kreuz	Патрон цанговий КМ 4 ER32 DIN 228	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
ТП виготовлення деталі «Патрубок» 26.КВР.400.11.00.002			
Операція 005. Токарно-револьверна			
Перехід 2			
Підрізати остаточно торець 23, в розмір 26±0,26	Різець прохідний з механічним кріпленням пластини, 25×25, φ =93° WLNL2525M08 пластинка Т5К10 WNMG080404-MQ LF6018	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикуляр-ним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 3			
Центрувати отвір 30, в розміри $\varnothing 4^{+0,12}$; $\varnothing 8,5^{+0,15}$; 5±0,1; $3,9^{+0,12}$	Свердло центрувальне d = 4; D = 10; 60° l=6,2; L=59 ДСТУ ISO 866:2018	Втулка перехідна розтискна 32-10 спеціальна Втулка перехідна 50-32 ОСТ 2П12-12-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 4			
Свердлити отвір 30, в розміри $\varnothing 11^{+0,43}$ l=26	Свердло спіральне НКХ Морзе2 ∅11А; l = 94; L = 142 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна з внутрішнім кону-сом Морзе 50-2 ОСТ 2П12-11-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 5			
Розсвердлити отвір 24 під нарізування трубної конічної різі Rc ½ ДСТУ ISO 7-1, в розміри $\varnothing 18,1^{+0,28}$	Свердло спіральне НКХ Морзе3 ∅18,1А; l =150; L = 291 ДСТУ ISO 235:2018	Втулка перехідна з внутрішнім кону-сом Морзе 50-3 ОСТ 2П12-11-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Перехід 6			
Розточити внутрішню фаску 25, витримуючи розмір 1,6×45°	Різець розточний державочний з пластинкою з твердого сплаву Т5К10, 10×10, L=32, φ=45° 2142-0265	Оправка розточна 2-50 ОСТ 2П14-12-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Перехід 7			
Нарізати внутрішню різь 26 мітчиком, в розмір Rc ½ ДСТУ ISO 7-1	Мітчик конічний Rc ½ HSS Baer	Мітчикотримач ОСТ 3М16-14-84	Калібр-пробка різевий Rc ½
Перехід 7			
Відрізати деталь, витримуючи розмір 26±0,26	Різець токарний відрізний BKTL-JK-2525-8C-T25 зовнішній під пластину MGM 600 (KORLOY) державка VORGEN	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикуляр-ним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
Операція 010. Вертикально-фрезерна			
Перехід 2			
Фрезерувати остаточно радіусну поверхню 29, в роз-міри R20,5; $19,5_{-0,52}$	Фреза кінцева d = 41; z =6; l=63; L=188 КМ4 DIN1835B, PRAMET, P6M5 спеціальна	Втулка перехідна з хвостовиком 7:24 і внутрішнім конусом Морзе 4 для кінцевих фрез	Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
ТП виготовлення складальної одиниці «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 СК			
Операція 005 Зварювальна			
Приварювання ручним дуговим зварюванням деталь «Патрубок» до деталі «Корпус»	Електрод Е46 (АНО-21) ∅3 мм	–	Шаблон зварювальний універсальний Штангенциркуль ШЦ-III-160-0,05 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018 Візуальний контроль шва

2.2.3 Вибір режимів різання

Представимо вибір режимів різання для восьмого переходу 010 операції в програмі ADEM CAPP (рисунок 2.5).

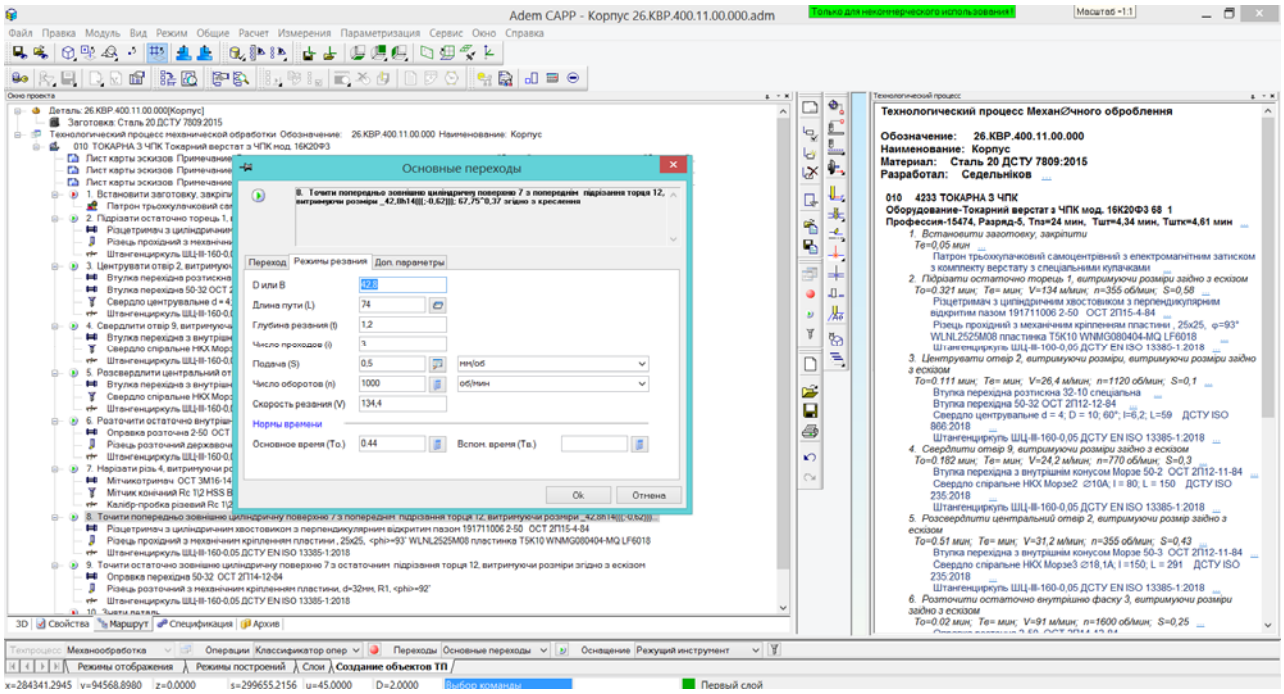


Рисунок 2.5 – Діалогове вікно «Вибір режимів різання»

Результати розрахунків режимів різання для всіх операцій зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T_m, хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S_m, мм/хв	T_o, хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Операція 005 Фрезерно-відрізна										
Перехід 2										
Відрізати заготовку, витримуючи розмір 86±1,1	1,5	100	1	500	0,035 мм/зуб	21	34	–	1,89	0,26
010 Токарна з ЧПК										
Перехід 2										
Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розміри 85±0,3	1,5	66	1	60	0,58	355	134	205,9	0,32	4,56
Перехід 3										
Центрувати отвір 2, витримуючи розміри $\varnothing 4^{+0,12}$; $\varnothing 8,5^{+0,15}$; 5±0,1; $3,9^{+0,12}$	2,0	12,4	1	15	0,1	1120	26,4	112	0,11	1,2

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 4										
Свердлити отвір 9, в розмір $\varnothing 10^{+0,25}$	5,0	42	1	45	0,3	770	24,2	231	0,18	5,2
Перехід 5										
Розсвердлити центральний отвір 2, в розмір $\varnothing 18,1^{+0,28}$	7,25	78,6	1	50	0,43	355	31,2	152,7	0,51	5,8
Перехід 6										
Розточити остаточно внутрішню фаску 3, в розмір $1,6\times45^{o}$	1,6	6,6	1	60	0,25	1600	91	400	0,02	0,83
Перехід 7										
Нарізати різь 4, витримуючи розмір Rc ½ ДСТУ ISO 7-1	1,16	43	1	20	1,814	180	10,2	326,52	0,13	0,3
Перехід 8										
Точити попередньо зовнішню циліндричну поверхню 7 з попереднім підрізання торця 12, в розміри $\varnothing 42,8_{-0,62}$; 67,75±0,37	1,2	74	3	60	0,5	1000	134,4	500	0,44	6,7
Перехід 9										
Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 7 з остаточним підрізання торця 12, в розміри $\varnothing 41_{-0,62}$; 68±0,37	0,25	74	1	60	0,33	1000	128,7	330	0,22	1,04
Операція 015 Токарна з ЧПК										
Перехід 2										
Підрізати остаточно торець 15, в розміри $83_{-0,87}$	1,5	66	1	60	0,58	355	134	205,9	0,32	4,56
Перехід 3										
Точити попередньо зовнішню циліндричну поверхню 13, в розміри $\varnothing 48,29_{-0,25}$	0,855	22	1	60	0,5	900	136,5	450	0,05	6,2

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 4										
Точити остаточно зовнішню фаску 14, зовнішню циліндричну поверхню 13, в розміри 1,6×45°; $\varnothing 47{,}79_{-0{,}44}$	1,6 0,25	25	1	60	0,33	900	135	297	0,084	1,2
Перехід 5										
Центрувати отвір 11, в розміри $\varnothing 4^{+0{,}12}$; $\varnothing 8{,}5^{+0{,}15}$; 5±0,1; $3{,}9^{+0{,}12}$	2,0	12,4	1	15	0,1	1120	26,4	112	0,11	1,2
Перехід 6										
Свердлити отвір 11, витримуючи розміри $\varnothing 26^{+0{,}52}$; l=59	13	65	1	50	0,28	355	29	99,4	0,65	3,2
Перехід 7										
Розсвердлювання отвору 16, в розміри $\varnothing 32^{+0{,}62}$; l=31	3	37	1	50	0,35	250	25,12	87,5	0,42	0,8
Перехід 8										
Розточити попередньо внутрішні циліндричні поверхні 16, 11 з попереднім підрізанням торців, витримуючи розміри $\varnothing 33^{+0{,}62}$; l=22,75; $\varnothing 27{,}5^{+0{,}52}$; l=54,75	0,5 0,75	70,5	1	60	0,4	1120	116	448	0,16	3,2
Перехід 9										
Розточити остаточно внутрішні циліндричні поверхні 16, 11 з попереднім підрізанням торців, в розміри $\varnothing 33{,}43^{+0{,}3}$; l=23; $\varnothing 28^{+0{,}52}$; l=55	0,215 0,25	70,5	1	60	0,2	1400	147	280	0,25	1,6
Перехід 10										
Розточити внутрішню фаску 22, в розміри R8; 26±0,2	2	63	1	60	0,1	2240	95,7	224	0,28	3,6

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 11										
Розточити внутрішню канавку 20, в розміри $b=3^{+0,25}$; $\varnothing 35,7_{-0,62}$; R0,5; R1; 45°	1,135	5	1	60	0,1	900	100,9	90	0,06	0,8
Перехід 12										
Нарізати зовнішню різеву поверхню 19, витримуючи розмір М48×3-8g	1,84	23	6	60	3,0	250	37,7	750	0,184	1,0
Перехід 13										
Нарізати внутрішню різеву поверхню 16, витримуючи розмір М35×1,5-7Н	0,92	23	5	60	1,5	160	17,1	240	0,48	0,5
Операція 020. Вертикально-фрезерна										
Перехід 2										
Фрезерувати першу сторону квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6, в розміри $30_{-0,52}$; 16±0,2	5,5	65	1	120	0,1 мм/зуб	100	500	300	0,22	2,3
Перехід 3										
Повернути деталь в поворотному пристосуванні на 90°										
Перехід 4										
Фрезерувати другу сторону квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6, в розміри $30_{-0,52}$; 16±0,2	5,5	65	1	120	0,1 мм/зуб	100	500	300	0,22	2,3
Перехід 5										
Повернути деталь в поворотному пристосуванні на 90°										
Перехід 6										
Фрезерування третьої сторони квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6, в розміри $30_{-0,52}$; 16±0,2	5,5	65	1	120	0,1 мм/зуб	100	500	300	0,22	2,3

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 7										
Повернути деталь в поворотному пристосуванні на 90°										
Перехід 8										
Фрезерування четвертої сторони квадратної поверхні 5 з фрезеруванням торця 6, в розміри $30_{-0,52}$; 16±0,2	5,5	65	1	120	0,1 мм/зуб	100	500	300	0,22	2,3
Операція 025. Свердлильна з ЧПК										
Перехід 2										
Центрувати отвір 21, витримуючи розміри $\varnothing 2^{+0,1}$; $\varnothing 4,25^{+0,12}$; 2,5±0,1; $1,95^{+0,1}$	1	9,5	1	15	0,1	1400	17,6	140	0,07	0,09
Перехід 3										
Свердлити отвір 21, витримуючи розміри $\varnothing 11^{+0,43}$; 35±0,32	5,5	13,5	1	20	0,22	500	17,27	110	0,12	0,94
ТП виготовлення деталі «Патрубок» 26.КВР.400.11.00.002										
Операція 005. Токарно-револьверна										
Перехід 2										
Підрізати остаточно торець 23, в розмір 26±0,26	1,5	37	1	60	0,58	1120	105,5	649,6	0,06	4,56
Перехід 3										
Центрувати отвір 30, в розміри $\varnothing 4^{+0,12}$; $\varnothing 8,5^{+0,15}$; 5±0,1; $3,9^{+0,12}$	2,0	12,4	1	15	0,1	1120	26,4	112	0,11	1,2
Перехід 4										
Свердлити отвір 30, в розміри $\varnothing 11^{+0,43}$ l=26	5,5	32	1	20	0,22	500	17,27	110	0,12	0,94
Перехід 5										
Розсвердлити отвір 24 під нарізування трубної конічної різі Rc ½ ДСТУ ISO 7-1, в розміри $\varnothing 18,1^{+0,28}$	7,25	29	1	50	0,43	355	31,2	152,7	0,19	5,8

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 6										
Розточити внутрішню фаску 25, в розмір 1,6×45°	1,6	6,6	1	60	0,25	1600	91	400	0,02	0,83
Перехід 7										
Нарізати внутрішню різь 26 мітчиком, в розмір Rc ½ ДСТУ ISO 7-1	1,16	38	1	20	1,814	180	10,2	326,52	0,12	0,3
Перехід 7										
Відрізати деталь, в розмір 26±0,26	4	23	1	60	0,1	1120	105,5	112	0,21	2,1
Операція 010. Вертикально-фрезерна										
Перехід 2										
Фрезерувати остаточно радіусну поверхню 29, в розміри R20,5; $19,5_{-0,52}$	6,5	10,5	1	45	0,06 мм/зуб	200	28	72	0,15	0,7

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

Розрахунок технічних норм часу для 010 операції виконуємо з використанням САПР ТП в модулі ADEM CAPP.

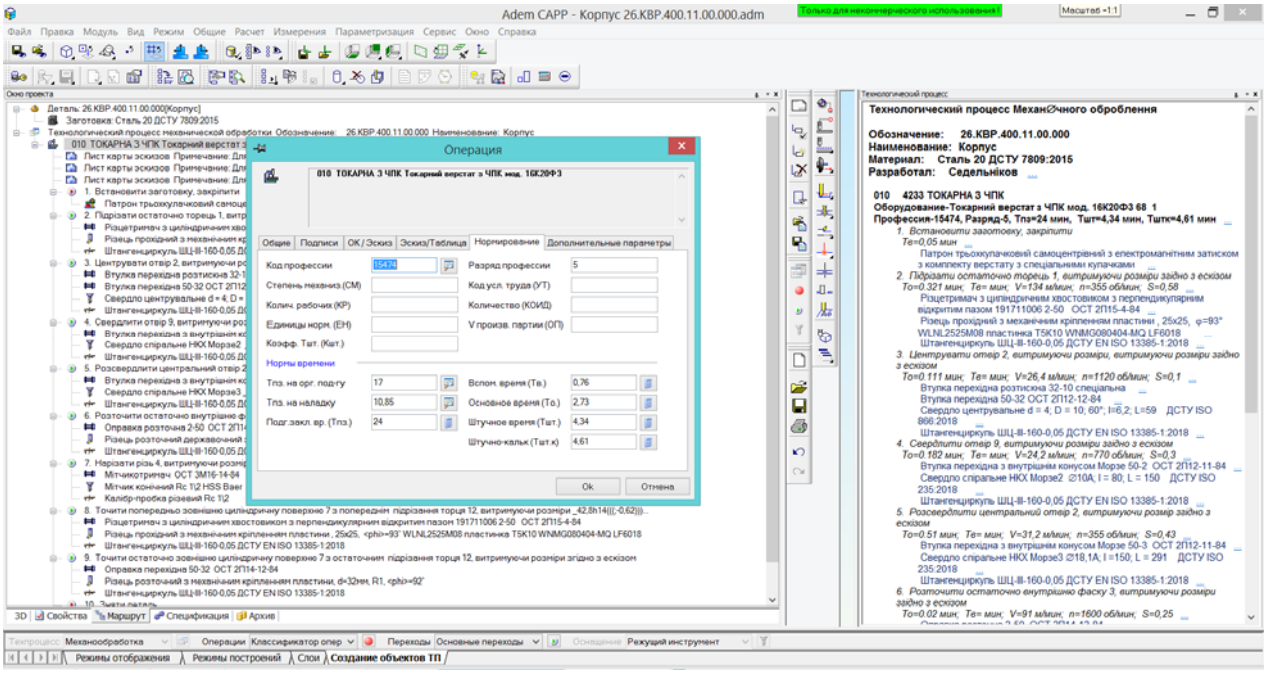


Рисунок 2.6 – Діалогове вікно «Розрахунок технічних норм часу на операцію»

Основний час розраховується після визначення всіх необхідних режимів різання, допоміжний час розраховується після вибору допоміжних прийомів, пов'язаних з операцією з бази даних програми (рис. 2.6).

На рисунку 2.6 представлений приклад розрахунку технічних норма часу для 010 операції, а на рисунку 2.7 – для восьмого переходу 010 операції в програмі ADEM.

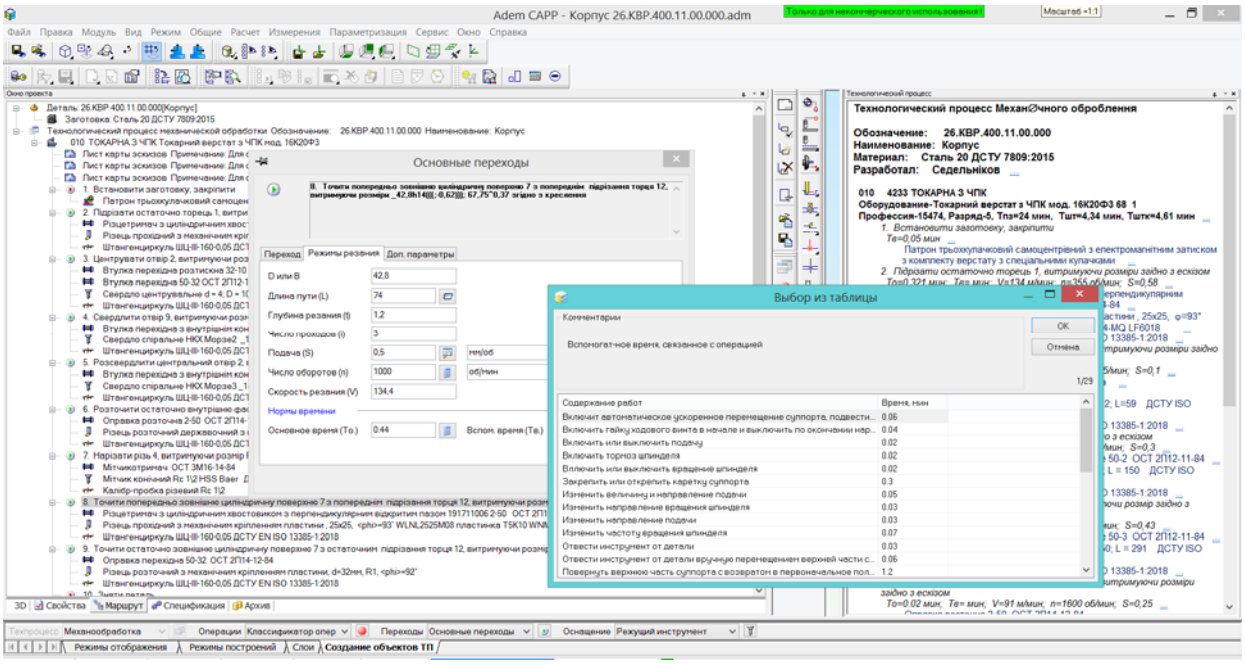


Рисунок 2.7 – Діалогове вікно «Розрахунок технічних норм часу на перехід»

Штучно-калькуляційний час для всіх інших технологічних операцій визначаємо за наближеною формулою [7] С. 274, дод. 12:

$$T_{шт.к} = \Psi_к \cdot (T_о + T_{доп.уст.}), \qquad (2.1)$$

де $\psi_к$ – коефіцієнт штучного часу згідно [7] С. 274, дод. 12;

Операція 005. Фрезерно-відрізна.

Основний час: $T_{о005}$ =1,89 хв.

Допоміжний час: $T_{доп.уст.}$ = 0,08 хв. [7] С. 393, дод. 121.

Для фрезерно-відрізних верстатів в умовах середньосерійного типу виробництва: $\psi_к$ = 1,84 [7] С. 274, дод. 12.

$$T_{шт.к005} = 1,84 \cdot (1,89 + 0,08) = 3,62 \text{ хв.}$$

Операція 015. Токарна з ЧПК.

Основний час $T_{о015}$ = 3,048 хв. [табл. 2.4].

Для токарних верстатів з ЧПК: $\psi_к$ = 2,14 [7] С. 274, дод. 12.

Допоміжний час на встановлення: $T_д$ = 0,1 хв. [7] С. 393, дод. 121.

$$T_{шт.к.015} = 2,14 \cdot (3,048 + 0,1) = 6,74 \text{ хв.}$$

Операція 020. Вертикально-фрезерна

Основний час: $T_{о020}$ = 0,88 хв. [табл. 2.4].

Допоміжний час на встановлення та проворот заготовки на 90° в пристосуванні: $T_{доп.уст.}$ = 0,3 хв. [7] С. 393, дод. 121.

Для вертикально-фрезерних верстатів: $\psi_к$ = 1,84 [7] С. 274, дод. 12.

$$T_{шт.к020} = 1,84 \cdot (0,88 + 0,3) = 2,17 \text{ хв.}$$

Операція 025. Свердлильна з ЧПК

Основний час: $T_{о025}$ = 0,19 хв. [табл. 2.4].

Допоміжний час на встановлення: $T_{доп.уст.}$ = 0,1 хв. [7] С. 393, дод. 121.

Для свердлильних верстатів з ЧПК: $\psi_к$ = 1,75 [7] С. 274, дод. 12.

$$T_{шт.к025} = 1,75 \cdot (0,19 + 0,1) = 0,51 \text{ хв.}$$

Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «Патрубок» 26.КВР.400.11.00.002

Операція 005. Токарно-револьверна

Основний час $T_{о005}$ = 0,83 хв. [табл. 2.4].

Для токарних верстатів з ЧПК: $\psi_к$ = 2,14 [7] С. 274, дод. 12.

Допоміжний час на встановлення: $T_д$ = 0,1 хв. [7] С. 393, дод. 121.

$$T_{шт.к.005} = 2,14 \cdot (0,83 + 0,1) = 2,0 \text{ хв.}$$

Операція 010. Вертикально-фрезерна

Основний час: $T_{o010} = 0,15$ хв. [табл. 2.4].

Допоміжний час на встановлення: $T_{доп.уст.} = 0,1$ хв. [7] С. 393, дод. 121.

Для вертикально-фрезерних верстатів: $\psi_к = 1,84$ [7] С. 274, дод. 12.

$$T_{шт.к010} = 1,84 \cdot (0,15 + 0,1) = 0,46 \text{ хв.}$$

Оформляємо зведену таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Норми часу по операціях

Номер та назва операції	$T_{о,}$ хв	Допоміжний час, $T_д$ хв			$T_{оп}$, хв	Час обслуговування, $T_{об}$, хв			$T_{шт}$, хв.	$T_{п.з.}$, хв.	n	$T_{шт.к.}$, хв
		$T_{у.}$	$T_{пер}$	$T_{вим}$		$T_{тех.об.}$	$T_{орг.об.}$	$T_{відп.}$				
ТП виготовлення деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.001												
005 Фрезерно-відрізна	1,89	0,08	–	–	–	–	–	–	–	–	192	3,62
010 Токарна з ЧПК	2,73	0,1	0,5	0,16	3,49	0,2443			4,34	51,85	192	4,61
015 Токарна з ЧПК	3,048	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	192	6,74
020 Вертикально-фрезерна	0,88	0,3	–	–	–	–	–	–	–	–	192	2,17
025 Свердлильна з ЧПК	0,19	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	192	0,51
ТП виготовлення деталі «Патрубок» 26.КВР.400.11.00.002												
005 Токарно-револьверна	0,83	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	192	2,0
010 Вертикально-фрезерна	0,15	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	192	0,46
Разом:	9,718											20,11

Формуємо комплект технологічної документації маршрутно-операційного опису з використанням САПР ТП в модулі ADEM CAPP для 010 операції.

3 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Спроектоване універсально-збірне пристосування 26.КВР.400.11.04.000 СК призначене для свердління отвору, витримуючи розміри ∅11Н14($^{+0,43}$) в деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 на свердлильному верстаті з ЧПК мод. 2Р135Ф2.

Деталь в пристосуванні базується по зовнішній циліндричній поверхні 7 на дві призми опорні ступінчасті поз. 14 та поз. 15, орієнтується в пристосуванні на скобу поз. 3 квадратною поверхнею 5 з упором в торець 1 до упору поз. 4.

Затиск деталі здійснюється від одного пневмоциліндра пневмоблока поз. 1 через шпильки поз. 22 одним вилкоподібним прихватом поз. 16 з упором на гвинт із шаровою опорою поз. 10.

Пристосування складається з наступних елементів: пневмоблока трьох-цилідричного поз. 1, до якого кріпляться за допомогою болтів пазових поз. 6 два кутники поз. 11, та рукави поз. 2. За допомогою кутників поз. 11 пристрій закріплюють на столі верстата. На верхній площині пневмоблока поз. 1 за допомогою пазових болтів поз. 5 закріплено дві призми опорні поз. 14, поз. 15, по яких базують деталь, до призми поз. 14 за допомогою гвинтів поз. 9 кріпиться скоба поз. 3, за допомогою якої заготовка орієнтується в пристосуванні квадратною поверхнею, до скоби поз. 3 кріпиться упор поз. 4 за допомогою гвинта поз. 13. У поршень пневмоциліндра загвинчено шпильку поз. 22, на якій за допомогою гайки поз. 7 та поз. 8 закріплено прихват поз. 16, що через гвинт поз. 10 із шаровою опорою та п’яти поз. 18 пов’язані із поверхнею пневмоблока поз. 1. Для самовстановлення прихвату поз. 16 використано шайбу сферичну поз. 21, що контактує із шайбою конічною поз. 20, яка підтискає через прихват пружиною стиску поз. 17.

Принцип роботи даного пристосування полягає в наступному.

Заготовка встановлюється та базується на дві призми опорні поз. 14 та поз. 15, орієнтується по скобі поз. 3, впирається торцем в упор поз. 4. Прихват поз. 16 по пазу переміщується до заготовки. Затиск заготовки в пристосуванні здійснюється наступним чином: стиснуте повітря з системи через рукав поз. 2 подається в штокову частину пневмоциліндра, що забезпечує переміщення поршня зі штоком вниз. Через шпильку поз. 22 передається зусилля на прихват поз. 16, що затискає деталь. Після обробки отвору повітря подається в нижню частину пневмоциліндра, шток переміщується вверх разом із шпилькою поз. 22 та прихватом поз. 16 внаслідок чого відбувається розтиск деталі. Прихват відсувають від деталі, знімають деталь.

Обробку наступної деталі здійснюють аналогічно до попередньої.

3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування

Похибка установки заготовки в пристосуванні обчислюється за формулою:

$$\varepsilon_{у} = \sqrt{\varepsilon_{б}^2 + \varepsilon_{з}^2 + \varepsilon_{пр}^2}, \qquad (3.1)$$

де $\varepsilon_{б}$ – похибка базування;

$\varepsilon_{з}$ – похибка закріплення, яка виникає при затиску;

$\varepsilon_{пр}$ – похибка пристосування, пов’язана з виготовленням пристосування.

Для виконання точності розмірів в пристосуванні на даній операції необхідно, щоб виконувалась наступна умова:

$$\varepsilon_{у} \leq \varepsilon_{у.доп.}, \qquad (3.2)$$

де $\varepsilon_{у.доп.}$ – допустима похибка установки при виконанні даного розміру на даному обладнані.

Деталь «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 в спроектованому універсально-збірному пристосуванні базується обробленими поверхнями: зовнішньою

циліндричною поверхнею на дві призми опорні, орієнтується в пристосуванні на скобу квадратною поверхнею з упором в торець до упору. Притискається Г-подібним роздвоєним прихватом з пневмозатиском по зовнішній циліндричній поверхні. Схема базування має такий вигляд:

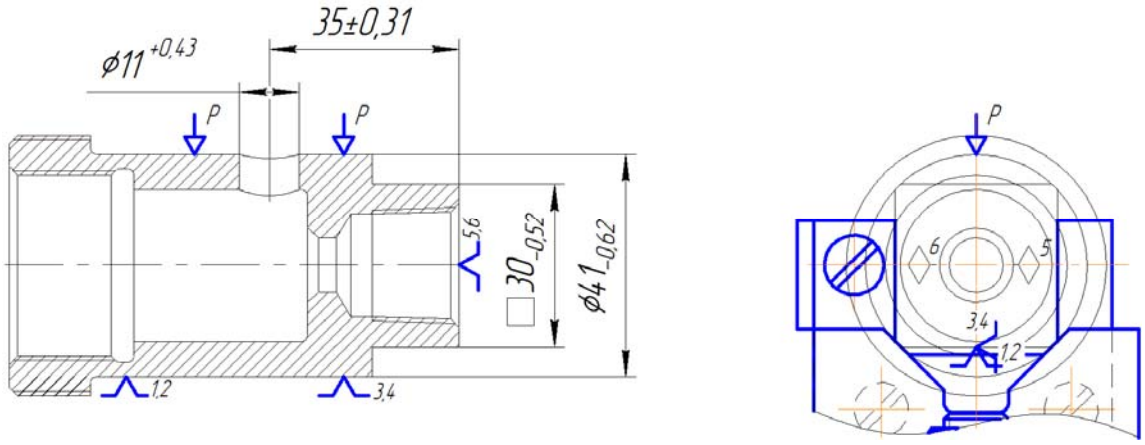


Рисунок 3.1 – Схема базування деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 в пристосуванні

Похибка базування при обробці отвору з базуванням на зовнішню циліндричну поверхню в призми визначається за формулою згідно табличних даних [6] С.318, табл. 62:

$$\varepsilon_б = 0,5 \cdot Td, \qquad (3.3)$$

де Td – допуск зовнішнього діаметру заготовки, Td = 0,62 мм.

$$\varepsilon_б = 0,5 \cdot 0,62 = 0,31 \text{ мм} = 310 \text{ мкм}.$$

Похибка закріплення визначається з таблиці [9] С.63 і становить $\varepsilon_з = 70$ мкм.

Згідно рекомендацій, поданих у літературі [6] С.51, похибка пристосування для однопозиційної обробки заготовки буде входити в значення похибки закріплення.

Похибка базування на розмір отвору дорівнюю нулю, тому що обробка проводиться на верстаті з ЧПК осьовим інструментом.

Тоді похибка установки заготовки в спроектованому пристосуванні буде:

$$\varepsilon_{у} = \sqrt{310^2 + 70^2} = 318 \text{ мкм.}$$

Допустима похибка установки $\varepsilon_{у.доп.}$ при виконанні розміру $\varnothing 11^{+0,43}$ з розміщенням отвору 35±0,31 буде дорівнювати допуску на його розміщення $\Delta\varepsilon_{у.доп.}$ = 620 мкм.

Отже, $\varepsilon_{у}$ = 318 мкм < $\varepsilon_{у.доп.}$ = 620 мкм., відповідно обробка можлива із заданою точністю.

3.3 Розрахунок зусиль затиску

Визначаємо крутний момент при свердлінні за формулою згідно [6] С. 336:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_{м} \cdot D^{q} \cdot S^{y} \cdot K_{р} \qquad (3.4)$$

де D = 11 мм – діаметр свердла;

S = 0,22 мм/об – подача різання [табл. 2.4];

$C_{м}$ = 0,0345; y = 0,8; q = 2,0 – складові формули крутного моменту при свердлінні [6] С. 336, дод 86;

$K_{р}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує фактичні умови різання, який визначається за формулою [6] С. 336, дод 86;

$$K_{р} = K_{мр} \qquad (3.5)$$

де $K_{мр}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності [6] С. 324, дод. 69.

$$K_{мр} = \left(\frac{\sigma_{в}}{750}\right)^{n} \qquad (3.6)$$

де $\sigma_{в}$ = 540 МПа – межа міцності матеріалу [п. 1.1];

n = 0,75 – показник степені для розрахунку крутного моменту при обробці сталі [6] С. 324, дод. 69.

$$K_{мр} = \left(\frac{540}{750}\right)^{0,75} = 0,78.$$

Підставляємо отримані значення в формулу (3.4) та отримаємо значення крутного моменту:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11^{2,0} \cdot 0,22^{0,8} \cdot 0,78 = 9,7 \ \ Н \cdot м.$$

Визначаємо осьову силу при свердлінні за формулою згідно [6] С. 336:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \qquad (3.7)$$

де D = 11 мм – діаметр свердла;

S = 0,22 мм/об – подача різання;

C_p = 68; y = 0,7; q = 1,0 – складові формули осьової сили при свердлінні [6] С. 336, дод 86.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 11^{1,0} \cdot 0,22^{0,7} \cdot 0,78 = 2021,6 \text{ Н}.$$

Представимо розрахункову схему дії сил при свердлінні отвору:

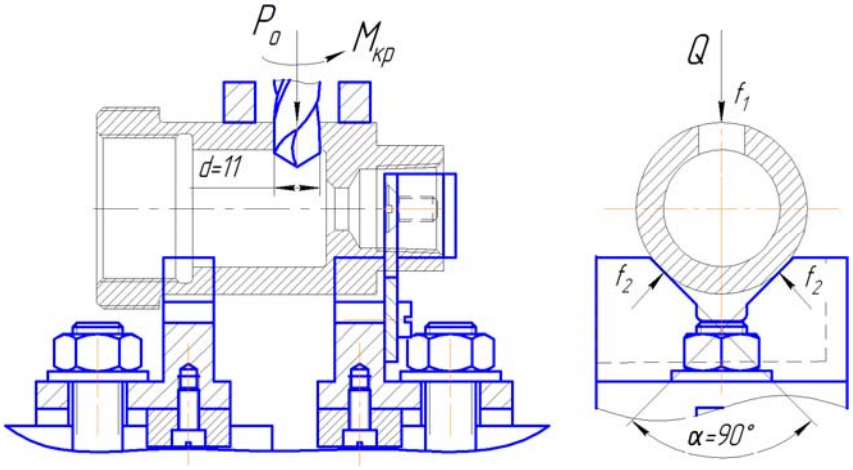


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема дії сил при свердлінні отвору

При свердлінні отвору в деталі, закріпленій в спроектованому пристосуванні, будуть діяти сили різання, а саме: осьова сила різання P_o діє в тому ж напрямку, що і сила затиску Q, і буде притискати деталь до опор –

призм, крутний момент $M_{кр}$ створює силу різання $P_{різ}$, яка буде намагатись змістити деталь відносно опор. Силі різання $P_{різ}$ протидіють сили тертя між опорною поверхнею пристосування і нижньою базовою поверхнею деталі, а також між поверхнею деталі та поверхнею затиску. Аналізуючи дію сил визначаємо силу затиску за формулою згідно [10] С. 40:

$$Q=\frac{k\cdot P_{різ}}{f_1+\frac{f_2}{\sin\frac{\alpha}{2}}}-P_o, \qquad (3.8)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя між прихватом і заготовкою, $f_1 = 0,4$ [9] С.80;

f_2 – коефіцієнт тертя між призмою і заготовкою, $f_2 = 0,25$ [9] С.80;

k – коефіцієнт запасу [6] С.131;

α – кут призми; $\alpha = 90^o$.

Сила різання визначається за формулою:

$$P_{різ}=\frac{M_{кр}}{d}, \qquad (3.9)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент, що виникає при свердлінні, $M_{кр} = 9,7$ Н·м;

d – діаметр свердла, d = 11 мм.

$$P_{різ}=\frac{9,7}{0,011}=882 \text{ Н}.$$

Визначаємо коефіцієнт запасу за формулою:

$$k=k_0\cdot k_1\cdot k_2\cdot k_3\cdot k_4\cdot k_5\cdot k_6, \qquad (3.10)$$

де k_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $k_0 = 1,5$ згідно [6] С.131;

k_1 – коефіцієнт запасу, який враховує зростання сили різання під час затуплення різального інструменту $k_1 = 1,0$ згідно [6] С.131;

k_2 – коефіцієнт запасу, який враховує зростання сили при зміні припуску $k_2 = 1,2$ згідно [6] С.131, табл.3.2;

k_3 – коефіцієнт запасу, який враховує зростання сили різання при свердлінні, k_3 = 1,2 згідно [6] С.131;

k_4 – коефіцієнт запасу, який враховує тип приводу. Для пневмоприводу k_4 = 1,0 згідно [6] С.131;

k_5 – коефіцієнт запасу, який враховує зручність керування приводом. Для превмоприводу k_5 = 1,0 згідно [6] С.131;

k_6 – коефіцієнт запасу, який враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку. При установці на установочні призми k_6 = 1,0 згідно [6] С.131.

$$k=1,5\cdot 1,0\cdot 1,2\cdot 1,2\cdot 1,0\cdot 1,0\cdot 1,0=2,16.$$

Тоді сила затиску буде становити:

$$Q=\frac{2,16\cdot 882}{0,4+\frac{0,25}{\sin\frac{90}{2}}}-2021,6=518,6\text{Н}$$

Представимо розрахункову схему дії сил в пристосуванні:

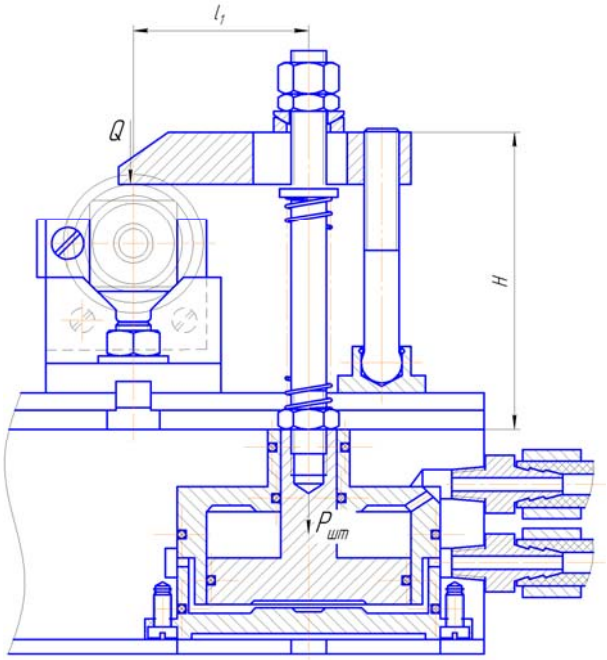


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема дії сил в пристосуванні

Затиск деталі здійснюється одним прихватом, який забезпечує зусилля $Q_{сум} = Q = 518,6$ Н.

Зусилля на штоці визначаємо за формулою:

$$P_{шт} = \frac{H}{H - 3 \cdot l_1 \cdot f} \cdot Q, \qquad (3.11)$$

де Q – сила затиску, Н;

Н, l_1 – розміри конструктивних елементів, Н = 100 мм; l_1 = 60 мм.;

f = 0,3 – коефіцієнти тертя згідно [9] С.38.

$$P_{шт} = \frac{100}{100 - 3 \cdot 60 \cdot 0,3} \cdot 518,6 = 1127 \text{ Н}.$$

Затиск деталі здійснюється безпосередньо пневмоциліндром двох-сторонньої дії.

Визначаємо діаметр пневмоциліндра за формулою для тягнучої сили згідно [6] С.143:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot p \cdot \eta} + d^2}, \qquad (3.12)$$

де p = 0,4 МПа – тиск повітря в магістралі [10] С.36;

d = 20 мм – діаметр штока, визначаємо конструктивно;

η = 0,85 – коефіцієнт корисної дії приводу [10] С.36.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1127}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85} + 20^2} = 68 \text{ мм}.$$

Конструктивно приймаємо діаметр циліндра $D_ц$ = 70 мм.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Обсяг інвестицій для реалізації проекту технологічного процесу

Для реалізації проєктних рішень необхідно визначити обсяг інвестицій для їх здійснення. Обсяг інвестицій складається з вартості основних фондів за групами витрат, пов'язаних з їх придбанням і вводом в експлуатацію.

1) Вартість будівель визначається за формулою:

$$В_{буд} = Ц_{буд} \cdot S_{буд}, \quad (4.1)$$

де $В_{буд}$ – вартість будівлі, грн;

$Ц_{буд}$ = 1900 грн/м^2 на рік – орендна плата за 1м^2 будівлі. Згідно додатку [11], дод. А;

$S_{буд}$ – площа будівлі, м^2.

Розрахунок виробничої площі будівлі $S_{буд.}$ проводиться за формулою:

$$S_{буд.} = S_{верст.} \cdot М_{пр.} \cdot \gamma, \quad (4.2)$$

де $S_{верст.}$ – площа верстата, в м^2 по габаритах;

$М_{пр.}$ – прийнята кількість обладнання;

γ = 2,5 – коефіцієнт, що враховує додаткову площу.

Розрахунок необхідної кількості обладнання визначаємо по видах обладнання:

$$М_{р.} = \frac{Т_{шт.} \cdot N_{річн.}}{Ф_{д} \cdot 60 \cdot К_{в}}, \quad (4.3)$$

де $Т_{шт.}$ – норма штучного часу на операції, хв;

$Ф_{д}$ = 4000 год. – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$N_{річн.}$ = 10000 шт. – річний випуск виробів (згідно завдання);

$К_{в}$ = 1,0 – коефіцієнт виконання норм.

На дільниці встановлено наступне технологічне обладнання з габаритними розмірами (l×b), мм:

– Фрезерно-відрізний верстат мод. 8Г642 – 2,545 × 2,27;
– Токарний верстат з ЧПК мод. 16К20Ф3 – 3,36×1,71;
– Фрезерний верстат мод. 6Р13 – 2,56×2,26;
– Свердлильний верстат з ЧПК мод. 2Р135Ф2 – 1,8×2,17.
– Токарно-револьверний верстат мод. 1В340Ф30 з ЧПУ WL4M – 2,84 ×1,77.

$$M_{р005} = \frac{3,62 \cdot 10000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 0,15 \text{. Приймаємо } Р_{005} = 1 \text{ верст.;}$$

$$M_{р010} = \frac{4,61 \cdot 10000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 0,19 \text{. Приймаємо } Р_{010} = 1 \text{ верст.;}$$

$$M_{р015} = \frac{6,74 \cdot 10000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 0,28 \text{. Приймаємо } Р_{015} = 1 \text{ верст.}$$

$$M_{р020,010патрубок} = \frac{2,63 \cdot 10000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 0,11 \text{. Приймаємо } Р_{020,010} = 1 \text{ верст.}$$

$$M_{р025} = \frac{0,51 \cdot 10000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 0,02 \text{. Приймаємо } Р_{025} = 1 \text{ верст.}$$

$$M_{р005патрубок} = \frac{2,0 \cdot 10000}{4000 \cdot 60 \cdot 1} = 0,08 \text{. Приймаємо } Р_{005} = 1 \text{ верст.;}$$

$$S_{буд.} = (5,78 \cdot 1 \cdot 2,5) + (5,75 \cdot 2 \cdot 2,5) + (5,79 \cdot 1 \cdot 2,5) + (3,91 \cdot 1 \cdot 2,5) + (5,03 \cdot 1 \cdot 2,5) =$$
$$= 14,45 + 28,75 + 14,48 + 9,78 + 12,58 = 80,04 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $S_{буд} = 80$ м^2.

Тоді річна вартість будівель буде складати:

$$В_{буд} = 1900 \cdot 80 = 152000 \text{ грн.}$$

2) Обладнання, необхідне для виробництва запроектованого виробу, може бути придбане (на первинному чи вторинному ринку) або взяте в оренду. В нашому випадку обладнання придбане на вторинному ринку.

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

$$В_{обл} = \sum_{i=1}^{m} (Ц_{обл.i} \cdot N_i) \cdot 1,35 \ , \qquad (4.4)$$

де $Ц_{обл.i}$ – вартість одиниці і-того виду обладнання, грн.;

N – кількість одиниць і-того виду обладнання.

Результати розрахунку витрат на придбання та монтаж технологічного обладнання заносимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Витрати на придбання і монтаж технологічного обладнання

№ з/п	Найменування обладнання та устаткування	Кількість одиниць, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Повна вартість із врахуванням доставки та монтажу, грн.
1	Фрезерно-відрізний верстат мод. 8Г642	1	50000	50000	67500
2	Токарний верстат з ЧПК мод. 16К20Ф3	2	200000	400000	540000
3	Фрезерний верстат мод. 6Р13	1	80000	80000	108000
4	Свердлильний верстат з ЧПК мод. 2Р135Ф2	1	105000	105000	141750
5	Токарно-револьверний верстат мод. 1В340Ф30 з ЧПУ WL4M	1	180000	150000	243000
	Всього:	6	615000	785000	1100250

Отже, на виробництві з виготовлення деталі Корпус потрібно 6 шт. обладнання загальною вартістю 1100250 грн.

2) Вартість інструментів та приладів ($В_{інстр}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому втрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від їх

вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

$$В_{інстр} = В_{обл} \cdot 0,02 \cdot 1,1 \ , \qquad (4.5)$$

$$В_{інстр} = 1100250 \cdot 0,02 \cdot 1,1 = 24205,5 \text{ грн.}$$

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

$$В_{інв} = В_{обл} \cdot 0,03 \cdot 1,1 \ , \qquad (4.6)$$

$$В_{інв} = 1100250 \cdot 0,03 \cdot 1,1 = 36308,25 \text{ грн.}$$

Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

$$ПІ = В_{буд} + В_{обл} + В_{інстр} + В_{інв} \ , \qquad (4.7)$$

$$ПІ = 152000 + 1100250 + 24205,5 + 36308,25 = 1312763,75 \text{ грн.}$$

4) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

$$А = \frac{S_{бал} \cdot Н_а}{100} \ , \qquad (4.8)$$

де $S_{бал}$ – балансова вартість основних фондів, грн. (приймається величина вартості основних фондів, що розрахована за формулами (4.4) – (4.6). Амортизація будівель не розраховується, оскільки її сплачує орендодавець);

$Н_а$ – норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів, згідно з Законом України «Про оподаткування прибутку підприємства» на момент проведення розрахунку. Станом на 2026 р. норма амортизації для будівель – 5%, обладнання – 20%, інструментів та приладдя – 25%, інвентарю – 25%).

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№ з/п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн.
1	Будівлі	152000	–
2	Обладнання	1100250	220050
3	Інструменти та приладдя	24205,5	6051,38
4	Інвентар	36308,25	9077,06
	Всього:	1312763,75	235178,44

4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі

Проведемо розрахунок статей калькуляції собівартості продукції:

1) Витрати матеріалу на одиницю продукції визначаємо за формулою:

$$В_м = \sum_{i=1}^{m} (Н_{мі} \cdot Ц_{мі}) \cdot К_{тр} \ , \qquad (4.9)$$

де m – кількість видів матеріалів, які використовуються для виробництва одиниці продукції;

$Н_{мі}$ – норма витрат і-того виду матеріалу, натур. од.;

$Ц_{мі}$ – ціна придбання і-того виду матеріалу, грн. од. Згідно проведених раніше розрахунків [п. 1.4] вартість заготовки становить 53,98 грн.

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

$$В_м = 53,98 \cdot 1,04 = 56,14 \text{ грн.}$$

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства.

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($В_{о.з.пл}$): для розрахунку заробітної плати працівників підприємства найчастіше застосовують дві основні форми оплати праці – відрядну і погодинну.

При відрядній формі визначаємо відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$Р_{від} = \frac{t_{шт.} \cdot С_г}{60}, \qquad (4.10)$$

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

$С_г$ – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. [11] дод. А);

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників зводимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$Т_{шт.}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка ($С_г$), грн.	Відрядна розцінка ($Р_{відр}$), грн.
1	005 Фрезерно-відрізна	3,62	IV	180	10,86
2	010,015 Токарна з ЧПК	11,35	V	220	41,62
3	020,010 Вертикально-фрезерна	2,63	V	220	9,64
4	025 Свердлильна з ЧПК	0,51	IV	180	1,53
5	005 Токарно-револьверна	2,0	V	220	7,33
	Разом:	20,11			70,98

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($В_{дод.з.пл}$): приймаємо в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховуються за формулою:

$$В_{дод.з.пл.} = \sum_{i=1}^{n} Р_{від} \cdot 0,11, \qquad (4.11)$$

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

n – кількість операцій.

$$В_{дод.з.пл.} = 70,98 \cdot 0,11 = 7,81 \text{ грн.}$$

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

$$С_{в.с.з.} = \frac{\alpha}{100} \cdot (\sum_{i=1}^{n} Р_{від.і} + В_{дод.з.пл.}), \qquad (4.12)$$

де α – відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймається 22% станом на 2026 р.).

$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \cdot (70,98 + 7,81) = 17,33 \text{ грн.}$$

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

$$B_{уео} = \frac{\alpha_{уео}}{100} \cdot (\sum_{i=1}^{n} P_{від.і} + B_{дод.з.пл.}), \quad (4.13)$$

де $\alpha_{уео}$ – відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання, % (приймаємо 250%).

$$B_{уео} = \frac{250}{100} \cdot (70,98 + 7,81) = 196,98 \text{ грн.}$$

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

$$B_{зв} = \frac{\alpha_{зв}}{100} \cdot (\sum_{i=1}^{n} P_{від.і} + B_{дод.з.пл.}), \quad (4.14)$$

де $\alpha_{зв}$ – відсоток загальновиробничих витрат (приймаємо 350%).

$$B_{зв} = \frac{350}{100} \cdot (70,98 + 7,81) = 275,77 \text{ грн.}$$

8) Разом виробнича собівартість ($S_{вир}$) визначається як сума витрат за пунктами 1-6:

$$S_{вир} = B_{м} + \sum_{i=1}^{n} P_{від.і} + B_{дод.з.пл.} + C_{в.с.з.} + B_{уое} + B_{зв}, \quad (4.15)$$

$$S_{вир} = 65,14 + 70,98 + 7,81 + 17,33 + 196,98 + 275,77 = 634,01 \text{ грн.}$$

Визначаємо повну собівартість одиниці продукції за формулою:

$$S_{пов} = S_{вир} + \frac{\alpha_{ав}}{100} \cdot (\sum_{i=1}^{n} P_{від.і} + В_{дод.з.пл.}), \quad (4.16)$$

де $\alpha_{ав}$ – відсоток позавиробничих витрат (приймаємо 12% за даними базового підприємства).

$$S_{пов} = 634,01 + \frac{12}{100} \cdot (70,98 + 7,81) = 643,46 \text{ грн.}$$

Розрахунки оформляємо у вигляді таблиці 3.4.

Таблиця 4.4 – Калькуляція собівартості виробу

№ з/п	Найменування статей витрат	На одиницю продукції
1	Витрати матеріалів	65,14
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	70,98
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	7,81
4	Відрахування на соціальні заходи	17,33
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	196,98
6	Загальновиробничі витрати	275,77
Разом виробнича собівартість (сума 1-6)		634,01
7	Позавиробничі витрати	9,45
Повна собівартість, (сума 1-7) у тому числі витрати:		643,46
8	– змінні (сума 1-4) $В_{зм.од}$	161,26
9	– умовно-постійні (сума 5-7) $В_{уп.од}$	482,2

9) Ціна одиниці продукції розраховується за формулою:

$$Ц_{од.пр.} = S_{пов} \cdot \frac{100 + \alpha_{пр}}{100}, \quad (4.17)$$

де $\alpha_{пр}$ – відсоток запланованого прибутку (рекомендовано 20-30%);

$$Ц_{од.пр.} = 643,46 \cdot \frac{100 + 25}{100} = 804,33 \text{ грн.}$$

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$П_р = (Ц_{од.пр.} - S_{пов}) \cdot Q, \quad (4.18)$$

де $П_р$ – річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$Ц_{од.пр.}$ = 804,33 грн. – ціна одиниці продукції;

$S_{пов}$ = 643,46 грн. – собівартість одиниці продукції;

Q = 10000 шт. – річний випуск виробів.

$$П_р = (804,33 - 643,46) \cdot 10000 = 1608700 \text{ грн.}$$

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$ЧП_t = П_р - П_р \cdot \frac{П_п}{100}, \quad (4.19)$$

де ЧП – чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

$П_п$ – ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства на момент розрахунку, станом на 2026 р. – 18%).

$$ЧП_t = 1608700 - 1608700 \cdot \frac{18}{100} = 1319134 \text{ грн.}$$

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{пов.q} = S_{пов} \cdot Q, \quad (4.20)$$

$$S_{пов.q} = 643,46 \cdot 10000 = 6434600 \text{ грн.}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$Р_{п} = \frac{ЧП_{t}}{S_{пов.q}} \cdot 100\%, \quad (4.21)$$

де $Р_{п}$ – рентабельність продукції, %;

$S_{пов.q}$ – собівартість всього виробництва.

$$Р_{п} = \frac{1319134}{6434600} \cdot 100\% = 20,5\%.$$

Визначаємо критичний обсяг реалізації (точку беззбитковості) за формулою:

$$Q_{kp} = \frac{В_{уп.од} \cdot Q}{Ц_{од.пр.} - В_{зм.од}}, \quad (4.22)$$

де $В_{уп.од}$ = 482,2 грн. – умовно-постійні витрати [табл. 4.4];

$В_{зм.од}$ = 161,26 грн. – змінні витрати [табл. 4.4];

$Ц_{од.пр.}$ = 804,33 грн. – ціна одиниці продукції;

$$Q_{kp} = \frac{482,2 \cdot 10000}{804,33 - 161,26} = \frac{4822000}{643,07} = 7498.$$

$$Q_{kp.в} = Ц_{од.пр.} \cdot Q_{kp}, \quad (4.23)$$

$$Q_{kp.в.} = 804,33 \cdot 7498 = 6030866,34 \text{ грн.}$$

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

$$ГП_{t} = ЧП_{t} + А_{t}, \quad (4.24)$$

де $ЧП_{t}$ – сума чистих грошових надходжень у t-тому році, грн..;

$А_{t}$ – величина амортизаційних відрахувань у t-тому році, грн. [табл. 4.2].

$$ГП_{t} = 1319134 + 235178,44 = 1554312,44 \text{ грн.}$$

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

$$ЧТВ = ТВ - ПІ, \quad (4.25)$$

де ЧТВ – чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ – теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$ТВ = \sum_{t=1}^{n} \frac{ГП_t}{(1+r)^t}, \quad (4.26)$$

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 =0,1-0,2);

t – кількість років інвестування, t =1, 2,…,n.

$$ТВ = \frac{1554312,44}{(1+0,1)^1} = 1413011,31 \text{ грн.}$$

$$ЧТВ = 1413011,31 - 1312763,75 = 100247,56 \text{ грн.}$$

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$ІП = \frac{ТВ}{ПІ}, \quad (4.27)$$

де ІП – індекс прибутковості інвестицій.

$$ІП = \frac{1413011,31}{1312763,75} = 1,1.$$

Дисконтований термін окупності інвестицій ($Т_{ок.диск}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$Т_{ок.диск} = \frac{ПІ}{ГП_{диск}}, \quad (4.28)$$

де $ГП_{диск}$ – середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$ГП_{диск} = \frac{ТВ}{t}, \quad (4.29)$$

де t – кількість років інвестування.

$$ГП_{диск} = \frac{1413011,31}{1} = 1413011,31 \text{ грн.};$$

$$Т_{ок.диск} = \frac{1312763,75}{1413011,31} = 0,93 \text{ роки.}$$

Підсумки вищенаведених розрахунків зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	10000
2	Собівартість виробу	грн./од.	643,46
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	804,33
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	1312763,75
5	Чистий прибуток	грн.	1319134
6	Рентабельність виробу	%	20,5
7	Беззбитковий обсяг виробництва виробу	од.	7498
		грн.	6030866,34
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	100247,56
9	Індекс прибутковості	–	1,1
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	роки	0,93

Для виробництва деталі «Корпус струмоприймача» з річною програмою випуску 10000 шт. прийнято 6 верстатів, загальна сума основних фондів становить 1312763,75 грн. Для розміщення обладнання потрібно 80 $м^2$ виробничої площі.

Також про економічну ефективність випуску деталі «Корпус» свідчать наступні показники:

– чистий прибуток від реалізації проекту становить 1319134 грн., враховуючи податок на прибуток;

– собівартість всього виробництва дорівнює 6434600 грн.;

– розрахована рентабельність продукції – 20,5%;

– беззбитковий обсяг виробництва становить 7498 деталі сумою 6030866,34 грн.;

– дисконтований термін окупності інвестицій дорівнює 0,93 роки.

Отже, виходячи з наведених показників, можна стверджувати, що виробництво з виготовлення деталі «Корпус» з річною програмою випуску 10000 шт. є доцільним та прибутковим проєктом.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці

Виробнича дільниця по виготовленню деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000, побудована у відповідності до основних вимог до будівель виробничого призначення. Площа виробничої дільниці складає 80 м^2.

Для виконання технологічного процесу на дільниці використовується фрезерно-відрізний верстат мод. 8Г642, токарний верстат з ЧПК мод. 16К20Ф3, вертикально-фрезерний верстат мод. 6Р13, свердлильний верстат з ЧПК мод. 2Р135Ф2 та токарно-револьверний верстат з ЧПК мод. 1В340Ф30. Експлуатація зазначеного обладнання пов’язана з впливом на працівників ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Під час механічної обробки працівник перебуває в зоні дії обертових заготовок, різального інструменту та рухомих елементів приводів верстатів. Небезпеку також становить утворення металевої стружки, яка може викидатися із зони різання та спричиняти травмування очей і відкритих ділянок тіла. Особливої уваги потребують операції свердління та точіння, під час яких можливе намотування довгої стружки на інструмент або заготовку.

У процесі роботи обладнання виникають шум і вібрації, які при тривалому впливі можуть негативно позначатися на стані здоров’я працівників. Додатковим шкідливим фактором є аерозолі мастильно-охолоджувальних рідин, що потрапляють у повітря робочої зони під час різання металу. Значний вплив на безпеку праці має також рівень освітленості робочих місць, оскільки більшість контрольних операцій потребує високої точності візуального спостереження.

З метою забезпечення безпеки працюючих при організації технологічних процесів механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 необхідно

передбачити колективні та індивідуальні засоби захисту. Так для попередження ураження електричним струмом передбачено: заземлення всіх металевих не струмоведучих частин обладнання, які можуть виявитися під напругою; укриття всіх кабелів і з'єднаних проводів які живляться, що виключає можливість пошкодження ізоляції; світильники місцевого освітлення, що живляться напругою не вище 42В; огородження неізольованих струмопровідних частин обладнання; блокуючі пристрої, що відключають перетворювачі при знятті кожуха екрану; органи управління з ізолюючим покриттям рукояток; виконання правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів, а також вимог ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Для попередження травм від рухомих частин обладнання або обертового інструменту передбачено:

– захисні кожухи на рухомих частинах обладнання;

– блокування захисних огороджень з пусковим пристроєм;

– виконання вимог НПАОП 0.00-1.68-13. «Про затвердження правил охорони праці під час холодного оброблення металів».

Для попередження дії токсичних і подразнюючих речовин при роботі із ЗОР передбачено на дільниці:

– загальнообмінну припливну вентиляцію із подачею припливного повітря в робочу зону, а також місцеву вентиляцію на робочих місцях, де вона передбачена відповідними нормами і правилами згідно ДСТУ Б А.3.2-12:2009;

– засоби індивідуального захисту для робітників по професіях (халати бавовняні, окуляри захисні, рукавиці, рукавиці гумові технічні ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація»);

– вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони і мікрокліматичні умови повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; ДСТУ EN 482:2016 «Повітря робочої зони.

Загальні вимоги до характеристик методик вимірювання вмісту хімічних речовин».

– Граничні норми вібрації, вимоги до вібраційних характеристик виробничого обладнання повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.039-99.

– Природнє і штучне освітлення дільниці відповідає нормам і вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

На дільниці створені здорові (нормальні) умови праці згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», а саме: температура повітря t = (20..25)° С; відносна вологість повітря Θ = (45..60) %; швидкість руху повітря V = 0,2 м/с в холодний період року, V = 0,3 м/с в теплий період року; інтенсивність теплового опромінення від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлювальних установок – 70 Вт/м^2.

Для створення світлового комфорту на дільниці використовується суміщене освітлення, при якому недостатнє по нормах природнє освітлення доповнюють штучним [12].

Використовується комбіноване штучне освітлення, рівномірне загальне та місцеве на робочих місцях. Використання одного місцевого освітлення на дільниці не допускається. Робоче освітлення на дільниці – 300 лк., аварійне освітлення на дільниці – 2 лк., евакуаційне освітлення на дільниці – 0,5 лк.

Для аварійного освітлення використовуються світлодіодні лампи.

Для попередження шкідливої дії шуму передбачено на дільниці звукоізолюючі кожухи та екрани для виконання вимог ДСТУ 2867-94 «Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги».

На дільниці по виготовленню деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 все технологічне обладнання заземлене. Захист від прямих ударів блискавок та вторинного прояву атмосферної електрики забезпечено влаштуванням блискавковідводів та заземленням обладнання, яке знаходиться на дільниці.

Спроектована дільниця за вибухопожежною та пожежною небезпекою відноситься до категорії Д згідно за ОНТП 24-86 на підприємстві відповідно до

СНиП 2.04.02-84 та передбачено систему протипожежного водопостачання. Протипожежний водогін об'єднаний з господарсько-питтєвим водогоном. Втрати води на гасіння пожежі для спринклерних установок, внутрішніх пожежних кранів та зовнішніх гідрантів прийнято згідно СНиП 2.04.02-84 та СНиП 2.04.01-85 водопожежне постачання розраховано на тривалість гасіння пожежі – 2 год. при цьому прийнято протипожежний водогін низького тиску.

На дільниці на випадок пожежі передбачена евакуація людей через евакуаційні виходи, які розташовані розосереджено. В нашому випадку спроектовано 2 евакуаційні виходи.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкта, на дільниці є наступний пожежний інвентар:

– ящики з піском місткістю 0,5 м^3, який укомплектований совковою лопатою;

– протипожежні покривала розміром (1×1) м – 2шт.;

– пожежні вогнегасники вуглекислотні типу ВВ-5 –3 шт., гаки – 3шт., ломи – 2шт., сокири – 2шт.

Крім того на дільниці використовується пожежна сигналізація – електрична типу ЕПС променева. На даній дільниці встановлено неадресований пожежний сповіщувач.

На виробничій дільниці, робочих місцях і обладнанні передбачено знаки безпеки і пофарбування по згідно ДСТУ EN ISO 7010:2019 «Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки (забороняючі, попереджуючі)» [12].

5.2 Заходи з покращення умов праці на виробничій дільниці

Заходи, що запропоновані з покращення умов праці на виробничій дільниці – це впровадження комплексних заходів з охорони праці для запобігання випадкам виробничого травматизму на підприємстві, підвищення наявного рівня охорони праці [13], а саме:

1) застосування в технологічному процесі механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 верстатів з ЧПК із автоматизованим циклом обробки;

2) оновлення знаків безпеки та попереджувальних написів, нанесення сигнально-попереджувального кольору на електрообладнанні та комунікаціях;

3) придбання (оновлення) засобів захисту від ураження електричним струмом, дії статичної електрики: діелектричних рукавичок, діелектричних килимів, електроінструменту, інструменту з діелектричними рукоятками;

4) забезпечення видачі спецодягу, взуття та засобів індивідуального захисту (рукавиці, окуляри для захисту від механічних пошкоджень, для слюсарів-ремонтників та наладчиків – захисні мазі та пасти);

5) проведення ремонту і реконструкція діючих санітарно-побутових приміщень (гардеробних, приміщень для сушіння спецодягу, душових, умивальних, туалетів, кімнат особистої гігієни жінок).

Важливим напрямом удосконалення умов праці є підвищення виробничої дисципліни. Для цього необхідно регулярно проводити інструктажі з охорони праці, організовувати навчання безпечним методам роботи та контролювати виконання вимог нормативних документів.

Реалізація зазначених заходів дозволить створити безпечні та комфортні умови праці, знизити ризик виникнення виробничого травматизму, підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільну роботу виробничої дільниці.

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі виконано розробку та техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000.

У процесі виконання роботи проаналізовано службове призначення та конструкцію деталі, проведено оцінку її технологічності та визначено доцільний спосіб отримання заготовки з круглого прокату зі сталі 20. На основі аналізу конструктивних особливостей деталі розроблено маршрут механічної обробки, обґрунтовано вибір технологічних баз, обладнання, різального та контрольно-вимірювального інструменту.

Для забезпечення заданих вимог щодо точності та якості поверхонь виконано розрахунок припусків, режимів різання та норм часу на виконання технологічних операцій. Розроблений технологічний процес передбачає використання сучасного металорізального обладнання, що дозволяє забезпечити необхідну продуктивність та стабільність отримуваних параметрів якості.

У роботі також розглянуто питання складання виробу, що включає зварювання деталей «Корпус» та «Патрубок» ручним дуговим зварюванням, у результаті чого утворюється готова складальна одиниця. Запропоновані технологічні рішення забезпечують виконання вимог конструкторської документації та надійність експлуатації виробу.

Проведене техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність застосування розробленого технологічного процесу, який забезпечує раціональне використання матеріальних ресурсів, скорочення трудомісткості виготовлення та підвищення ефективності виробництва.

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для механічної обробки та зварювальних робіт, а також запропоновано комплекс організаційних і

технічних заходів щодо покращення умов праці та забезпечення пожежної безпеки на виробничій дільниці.

Таким чином, поставлені в роботі завдання виконані в повному обсязі, а розроблений технологічний процес механічної обробки деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 є технічно обґрунтованим, економічно доцільним та може бути рекомендований до впровадження у виробництво.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 7809:2015. Прокат сортовий, калібрований зі спеціальним обробленням поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови. [Чинний від 2016-04-01]. Київ: Технічний комітет стандартизації «Чавун, прокат листовий, прокат сортовий термозміцнений, вироби для рухомого складу, металеві вироби, інша продукція з чавуну та сталі» (ТК 4), 2016. 18 с.

2. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування і виробництво заготовок: підручник. К.: НТУУ «КПІ», 2014. 353 с.

3. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. Заготовки у машинобудівному виробництві: навчально-методичний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. 148 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. Технологія машинобудування: Посібник-довідник для виконання кваліфікованих робіт: Навч. посібник І.І. Юрчишин. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політнехніка», 2009. 528с.

7. Ревнівцев М. П., Паршина Н. П. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навчальний посібник. К.: Видавництво А.С.К., 2006. 416 с.

8. https://mac.walter-tools.com/

9. Приходько В.П., Литвин О.В. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів, які

навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізацією «Комп'ютерне проектування верстатів, роботів і машин» / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». – Електронні текстові дані (1 файл: 22,0 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. 211 с. – Назва з екрана. – Доступ : http://ela.kpi.ua/handle/123456789/22775

10. Приходько В. П. Розроблення та розрахунок конструкцій верстатних пристроїв. Методичні матеріали до виконання курсового і дипломного проектів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Технології машинобудування» спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Приходько В.П.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,97 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 89 с. – Назва з екрана. Доступ: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47783

11. Кущак О.М. Методичні вказівки для виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Тернопіль: ВСП "ТФК ТНТУ", 2022. 14 с.

12. Охорона праці та цивільний захист. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра освітніми програмами «Електронні мікро- і наносистеми та технології» та «Мікро- та наноелектроніка» спец. 153 «Мікро- та наносистемна техніка» ФЕЛ / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О.І. Полукаров, Н.Ф. Качинська. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,82 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 241 с. – Назва з екрана.

13. https://pro-op.com.ua

ДОДАТКИ

Дубл.
Взам.
Подл.

АД.02141.010 4

Розроб.	Седельніков			МГ-400	26.КВР.400.11.00.000	ВСП "ТФК ТНТУ" АД.50141.010
Перевірив	Кашуба					
Затв.						
Т.контр.				Корпус		О
Н.контр.	Волошин					

МО1 Сталь 20 ДСТУ 7809:2015

МО2	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
			0.55	1	1.49	0.369		Круг 50/ круг 30	1	1.49

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа									
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.		Тп.з.	Тшт.
Р						ПИ	D или B		L		t	i		S		n	v
А 03	010 4233 ТОКАРНА З ЧПК					АД.20141.010											
Б 04	Токарний верстат з ЧПК мод. 16К20Ф3 1																
О 05	1. Встановити заготовку, закріпити															0.05	
Т 06	ПР. Патрон трьохкулачковий самоцентрівний з електромагнітним затиском з комплекту верстату з спеціальними кулачками																
07																	
О 08	2. Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розміри згідно з ескізом															0.321	
Т 09	ВИ. Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84																
10	РИ. Різець прохідний з механічним кріпленням пластини , 25х25, φ=93° WLNL2525M08 пластинка Т5К10 WNMG080404-MQ LF6018																
11	СИ. ШЦ-III-160-0,05 Штангенциркуль ДСТУ EN ISO 13385-1:2018																
Р 12							50		66		1,5	1		0,58		355	134
13																	
О 14	3. Центрувати отвір 2, витримуючи розміри, витримуючи розміри згідно з ескізом															0.111	
Т 15	ВИ. Втулка перехідна розтискна 32-10 спеціальна; Втулка перехідна 50-32 ОСТ 2П12-12-84																

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы АДЕМ.

Дубл.
Взам.
Подл.

МГ-400 2

26.КВР.400.11.00.000 АД.50141.

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
Р						ПИ	D или B		L		t	i	S		n	v
Т 01	РИ. Свердло центрувальне d = 4; D = 10; 60°; l=6,2; L=59 ДСТУ ISO 866:2018															
02	СИ. ШЦ-III-160-0,05 Штангенциркуль ДСТУ EN ISO 13385-1:2018															
Р 03							4		12.4		2,0	1		0,1	1120	26,4
04																
О 05	4. Свердлити отвір 9, витримуючи розміри згідно з ескізом															0.182
Т 06	ВИ. Втулка перехідна з внутрішнім конусом Морзе 50-2 ОСТ 2П12-11-84															
07	РИ. Свердло спіральне НКХ Морзе2 ⌀10А; l = 80; L = 150 ДСТУ ISO 235:2018															
08	СИ. ШЦ-III-160-0,05 Штангенциркуль ДСТУ EN ISO 13385-1:2018															
Р 09							10		42		5	1		0,3	770	24,2
10																
О 11	5. Розсвердлити центральний отвір 2, витримуючи розмір згідно з ескізом															0.51
Т 12	ВИ. Втулка перехідна з внутрішнім конусом Морзе 50-3 ОСТ 2П12-11-84															
13	РИ. Свердло спіральне НКХ Морзе3 ⌀18,1А; l =150; L = 291 ДСТУ ISO 235:2018															
14	СИ. ШЦ-III-160-0,05 Штангенциркуль ДСТУ EN ISO 13385-1:2018															
Р 15							18.1		78.6		7,25	1		0,43	355	31,2
16																
О 17	6. Розточити остаточно внутрішню фаску 3, витримуючи розміри згідно з ескізом															0.02

КТП Карта технологічного процеса Корпус 26.КВР.400.11.00.000.adm 77

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы АДЕМ.

Дубл.
Взам.
Подл.

МГ-400 | 3

26.КВР.400.11.00.000 | АД.50141.

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
Р						ПИ	D или B		L		t	i	S		n	v
Т	01	ВИ. Оправка розточна 2-50 ОСТ 2П14-12-84														
	02	РИ. Різець розточний державочний з пластинкою з твердого сплаву Т5К10, 10х10, L=32, φ=45° 2142-0265														
	03	СИ. ШЦ-III-160-0,05 Штангенциркуль ДСТУ EN ISO 13385-1:2018														
Р	04						18.1		6.6		1,6	1		0,25	1600	91
	05															
О	06	7. Нарізати різь 4, витримуючи розмір Rc 1×2 ДСТУ ISO 7-1, витримуючи розміри згідно з ескізом														0.13
Т	07	ВИ. Мітчикотримач ОСТ 3М16-14-84														
	08	РИ. Мітчик конічний Rc 1×2 HSS Baer ДСТУ ISO 235:2018														
	09	СИ. Калібр-пробка різевий Rc 1×2														
Р	10						18.1		43		1,16	1		1,814	180	10,2
	11															
О	12	8. Точити попередньо зовнішню циліндричну поверхню 7 з попереднім підрізання торця 12, витримуючи розміри														
	13	⌀42,8h14(-0,62); 67,75±0,37 згідно з креслення														0.44
Т	14	ВИ. Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84														
	15	РИ. Різець прохідний з механічним кріпленням пластини , 25х25, φ=93° WLNL2525M08 пластинка Т5К10 WNMG080404-MQ LF6018														
	16	СИ. ШЦ-III-160-0,05 Штангенциркуль ДСТУ EN ISO 13385-1:2018														
Р	17						42.8		74		1,2	3		0,5	1000	134,4

КТП | Карта технологічного процеса | Корпус 26.КВР.400.11.00.000.adm | 78

Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы АДЕМ.

Дубл.
Взам.
Подл.

МГ-400 4

26.КВР.400.11.00.000 АД.50141.

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт
Р						ПИ	D или B		L		t	i	S		n	v
О 01	9. Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 7 з остаточним підрізання торця 12, витримуючи розміри згідно з															
02	ескізом															0.22
Т 03	ВИ. Оправка перехідна 50-32 ОСТ 2П14-12-84															
04	РИ. Різець розточний з механічним кріпленням пластини, d=32мм, R1, φ=92°															
05	СИ. ШЦ-III-160-0,05 Штангенциркуль ДСТУ EN ISO 13385-1:2018															
Р 06								41		74	0,25	1		0,33	1000	128,7
07																
О 08	10. Зняти деталь														0.05	
09																
О 10	11. Перевірити розміри: 85±0,3; Rc 1×2; ⌀42,8h14($_{-0,62}$); 68±0,37 Процент контроля 30%.															
Т 11	СИ. ШЦ-III-160-0,05 Штангенциркуль ДСТУ EN ISO 13385-1:2018															
12																
13																
14																
15																
16																
17																

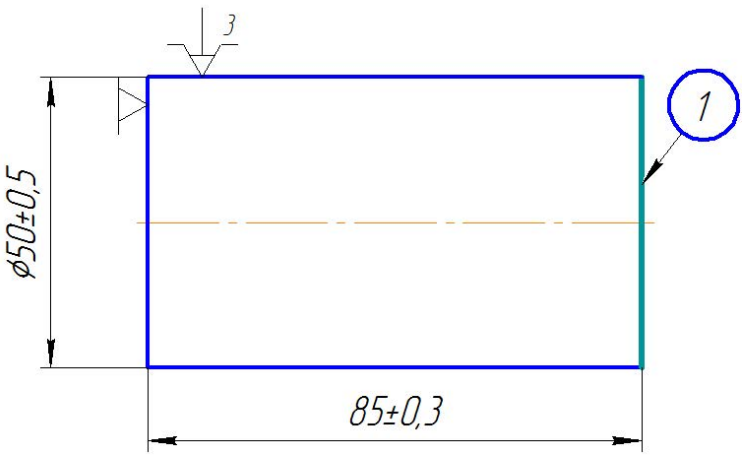
Только для некоммерческого использования !
Только для некоммерческого использования !
Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

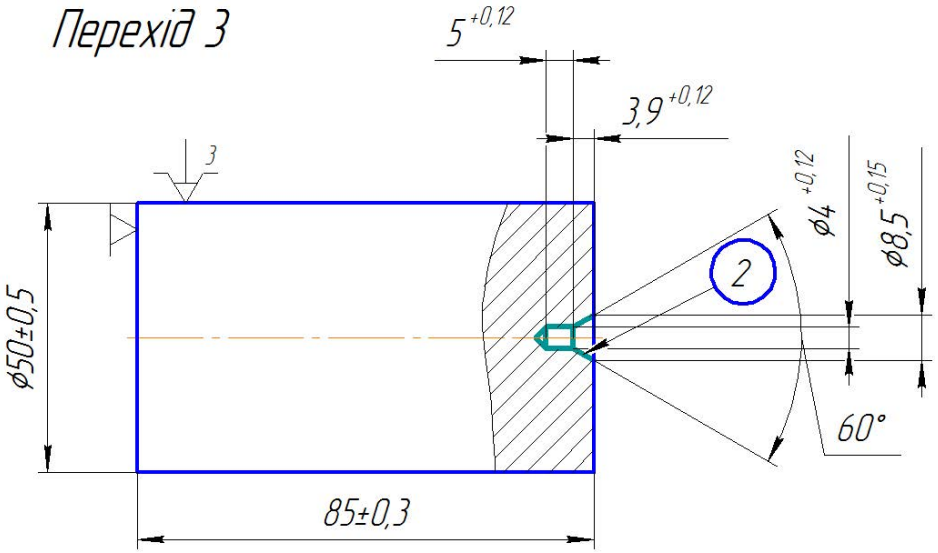
								4	1

Розроб.	Седельніков			МГ-400	26.КВР.400.11.00.000	ВСП "ТФК ТНТУ"	АД.20141.005
Перевірив	Кашуба						
Затв.							
Т.контр.				Корпус			010
Н.контр.	Волошин						

Перехід 2



Перехід 3



Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

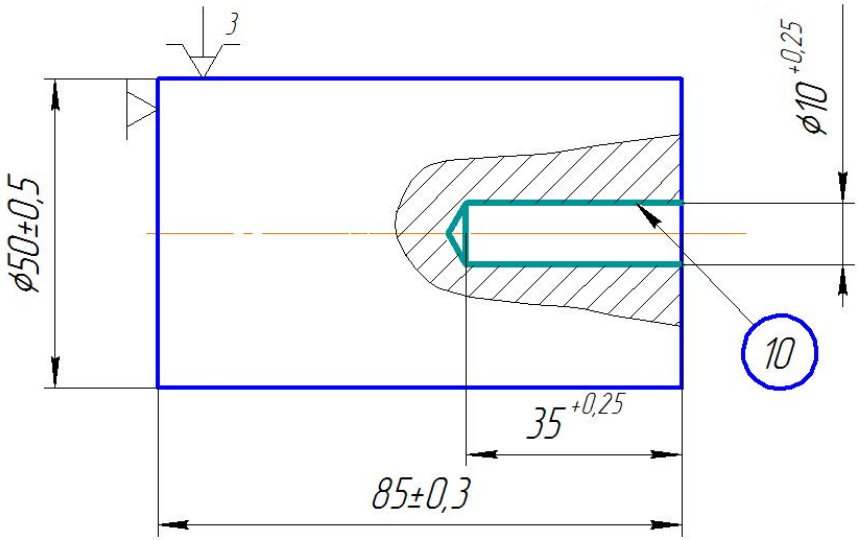
Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

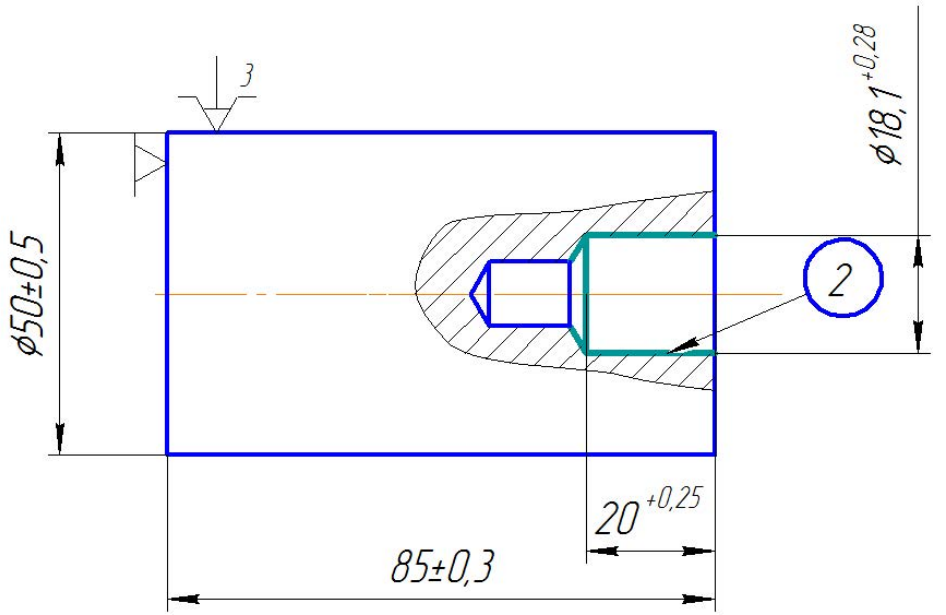
МГ-400 | 2

26.КВР.400.11.00.000	АД.20141.005	010

Перехід 4



Перехід 5



Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.
Только для некоммерческого использования !

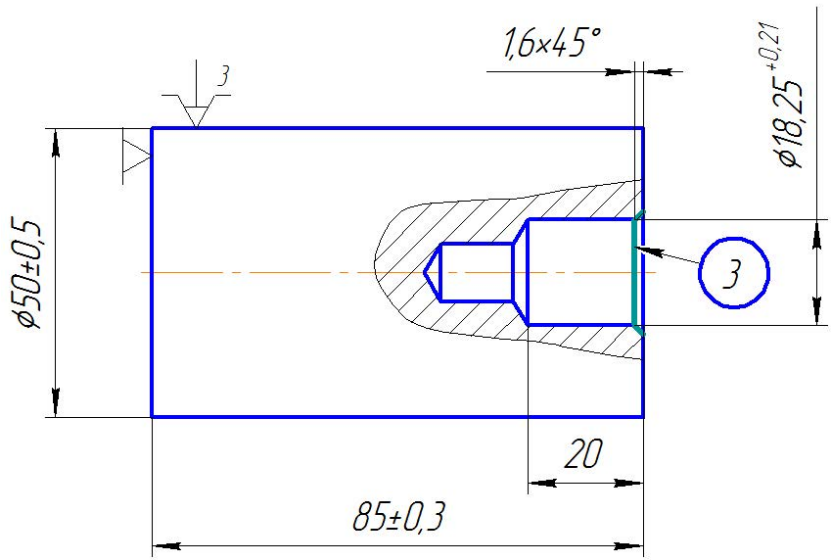
Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

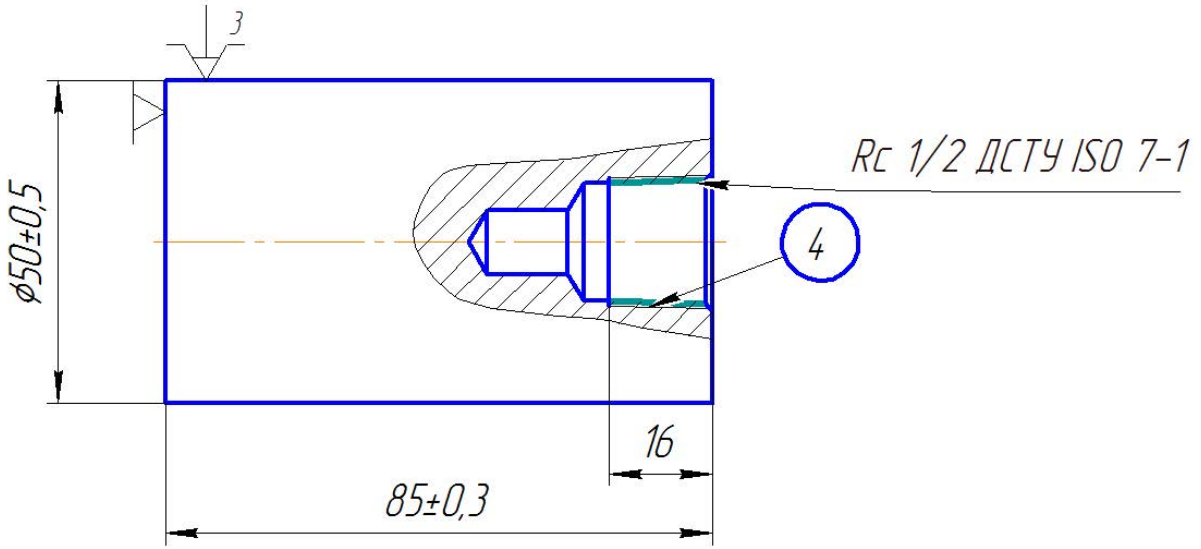
МГ-400 | 3

26.КВР.400.11.00.000	АД.20141.005	010

Перехід 6



Перехід 7



Только для некоммерческого использования !

Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

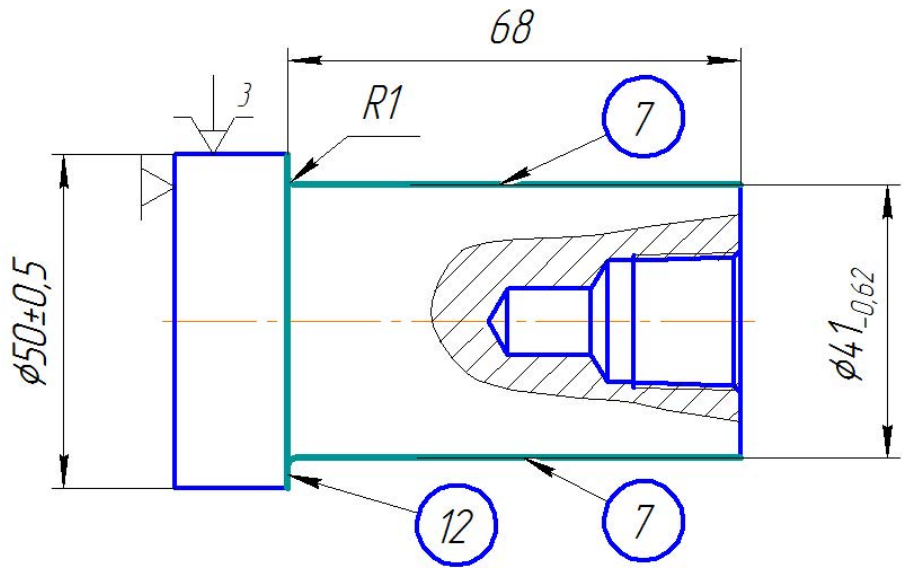
Только для некоммерческого использования !

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

МГ-400 | 4

26.КВР.400.11.00.000	АД.20141.005	010

Перехід 9



Документ разработан с использованием CAD/CAM/CAPP системы ADEM.

Только для некоммерческого использования !

Только для некоммерческого использования !

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
A1			26.КВР.400.11.04.000 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
A2		1	26.КВР.400.11.04.100	Пневмоблок трьохциліндричний	1	
A3		2	26.КВР.400.11.04.200	Рукав	2	
				Стандартні вироби		
				Болти пазові з комплекту		
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		5		7002-2064	2	
		6		7002-2065	2	
		7		DIN 934 Гайка М12×1,5.5	5	
		8		Гайка М12×1,5.5	2	
				DIN 439, ISO 4035		
		9		Гвинт 7002-2253 з комплекту	4	
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		10		Гвинт з шаровою опорою	1	
				7006-2068 з комплекту		
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		11		Кутник 7080-2271 з комплекту	2	
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		12		Кільце DIN 7993-B d14	1	

Перв. застосов.

Справ. №

Підп. і дата

Інв. № дубл.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Седельніков		
Перевір.		Кашуба		
Реценз.				
Н.контр.		Волошин		
Затв.				

26.КВР.400.11.04.000

Універсально-збірне пристосування для свердління отвору ⌀11 в деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000

Літ.	Аркуш	Аркушів
	1	2

ВСП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-400
м. Тернопіль

Копіював

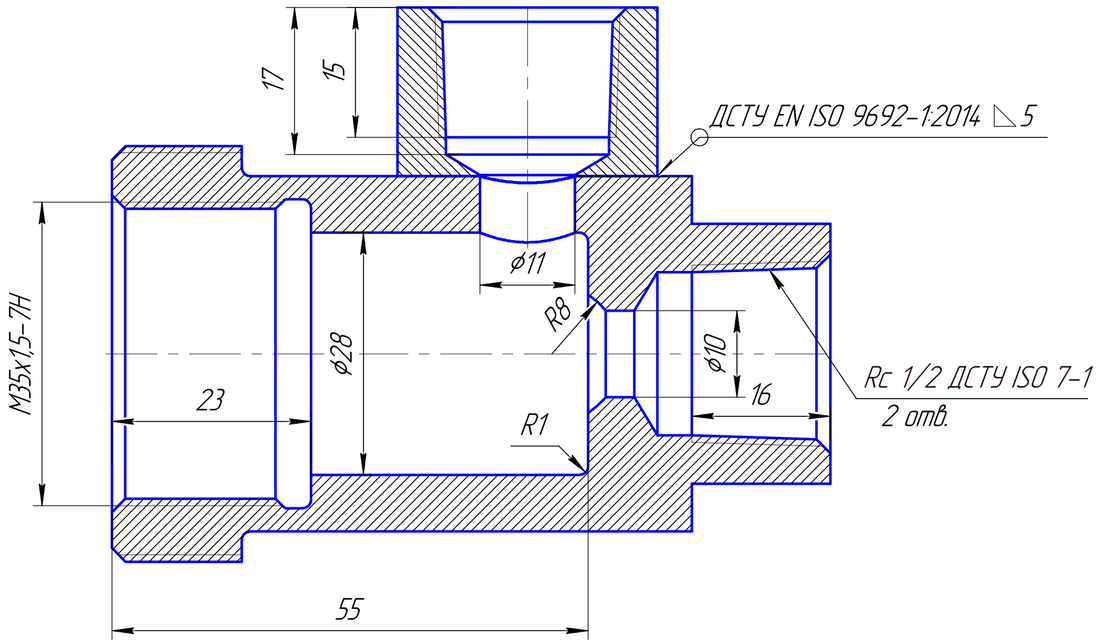
Формат А4

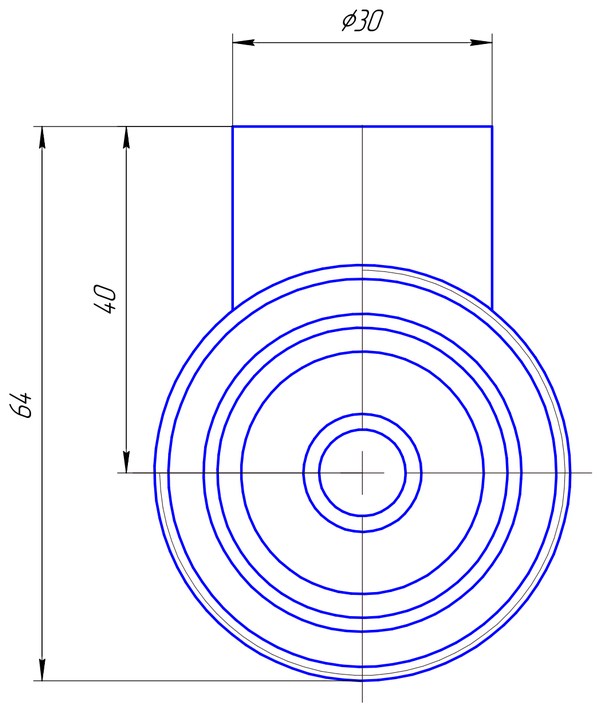
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
		13		Гвинт А.М6-6дх12 DIN 967	1	
		14		Призма опорна	1	
				7033-2444 з комплекту		
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		15		Призма опорна	1	
				7033-2445 з комплекту		
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		16		Прихват 7011-2006 з комплекту	1	
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		17		Пружина 7019-2342 з комплекту	1	
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		18		П'ята 7007-0033 з комплекту	1	
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		19		Шайба 12.01.05 DIN 125	6	
		20		Шайба конічна 12.01.05 DIN 6796	1	
		21		Шайба сферична 12.01.05	1	
				DIN 6319		
		22		Шпилька 7009-2016 з комплекту	1	
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		
		23		Шпонка 7031-2006 з комплекту	2	
				деталей УЗП ДСТУ 2691-94		

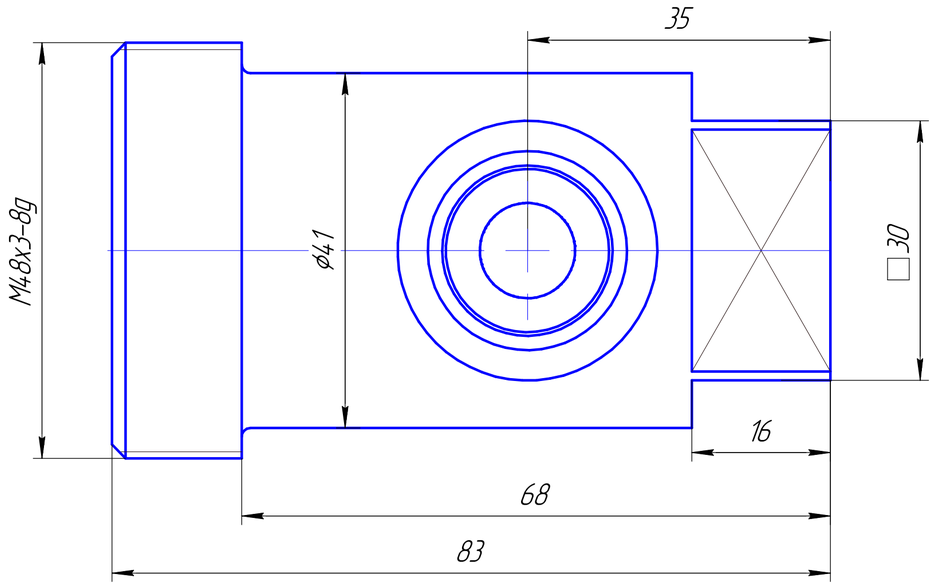
Підп. і дата | Інв. № дубл. | Взам. інв. № | Підп. і дата | Інв. № ориг.

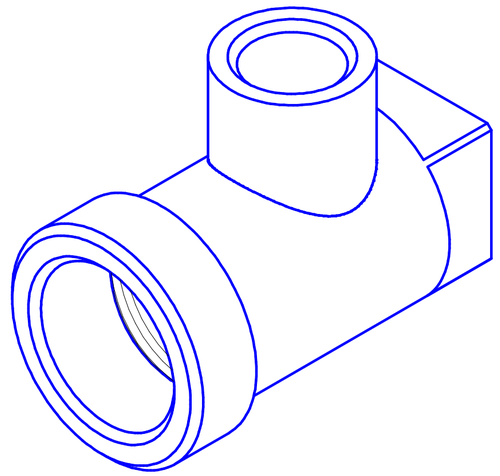
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата	26.КВР.400.11.04.000	Арк. 2

Копіював Формат А4









1. Розміри для довідок.
2. H14, h14, ±IT14/2.

					26.КВР.400.11.01.000 СК	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб.		Седельніков			Корпус	Літ. / Маса 0,56 / Масштаб 2:1
Перев.		Кашуба				Аркуш / Аркушів 1
Т.контр.						ВСП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-400 м. Тернопіль
Реценз.						
Н.контр.		Волошин				
Затв.						

Перев. застосув.

Довідк.№

Підп. і дата

Інв. № дубл.

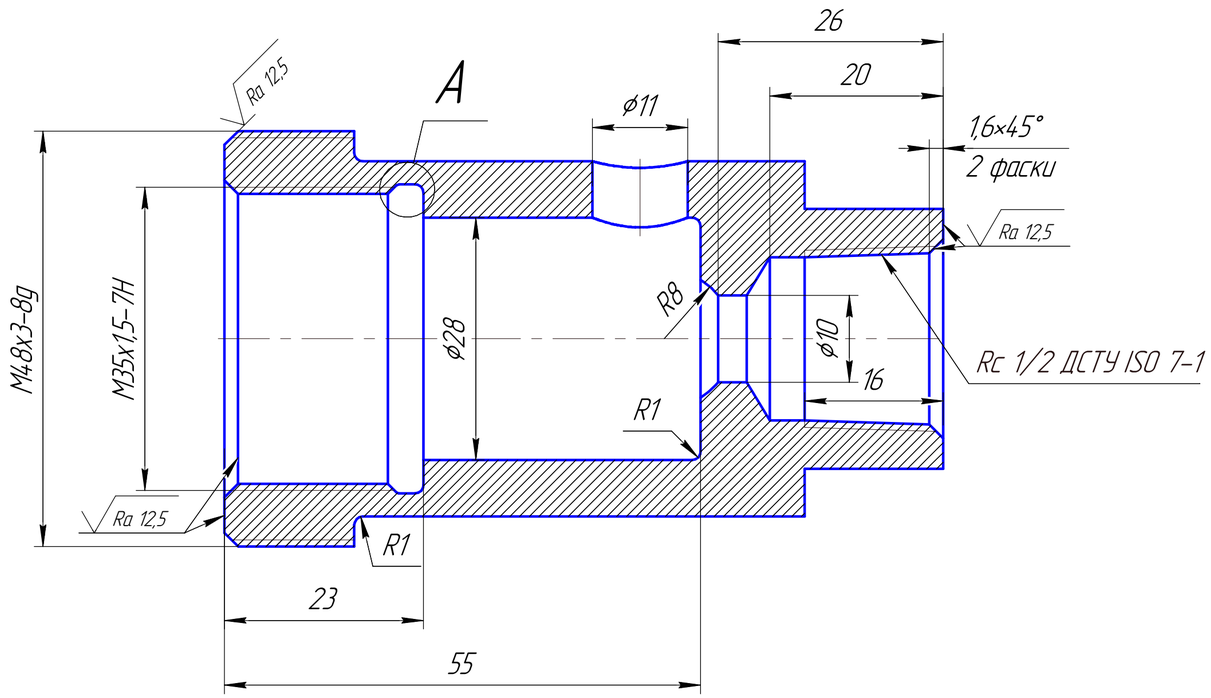
Зам. інв. №

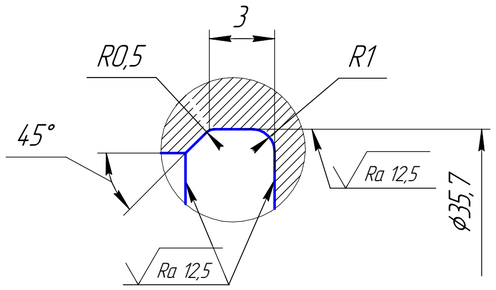
Підп. і дата

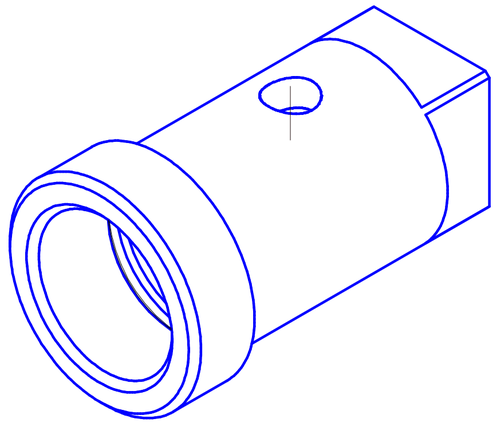
Інв. № ориг.

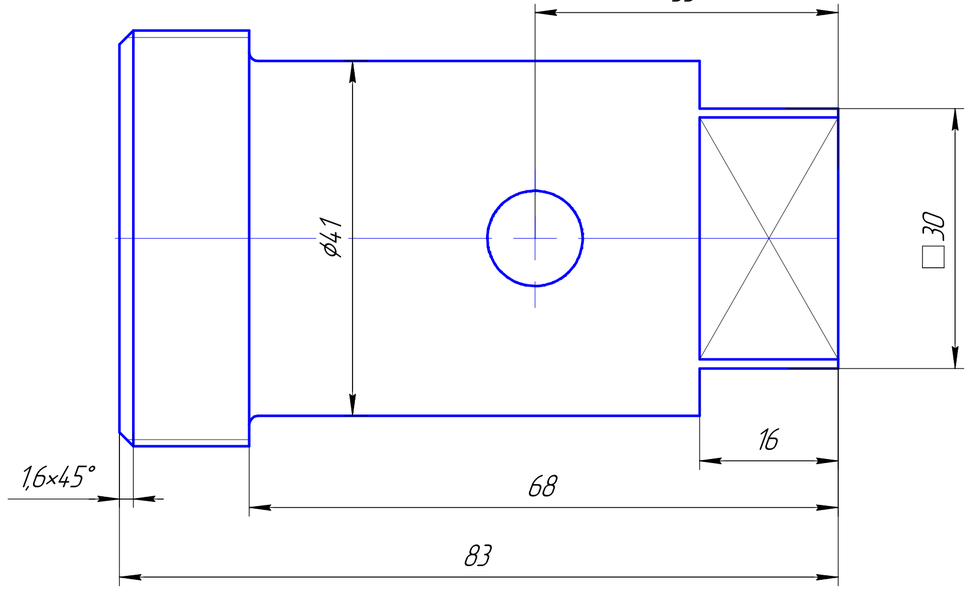
26.КВР.400.11.01.001

Ra 6,3 (√)









1. *Розміри для довідок.
2. H14, h14, ±IT14/2.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	26.КВР.400.11.01.001			
Розроб.		Седельніков			Корпус	Літ.	Маса	Масштаб
Перев.		Кашуба					0,48	2:1
Т.контр.						Аркуш	Аркушів 1	
Реценз.						ВСП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-400 м.Тернопіль		
Н.контр.		Волошин			Круг В-50 ДСТУ 4738:2007 / 20-1-2 ДСТУ 7809:2015			
Затв.								

Перев. застосув.

Довідк.№

Підп. і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № оригін.

26.КВР.400.11.01.002

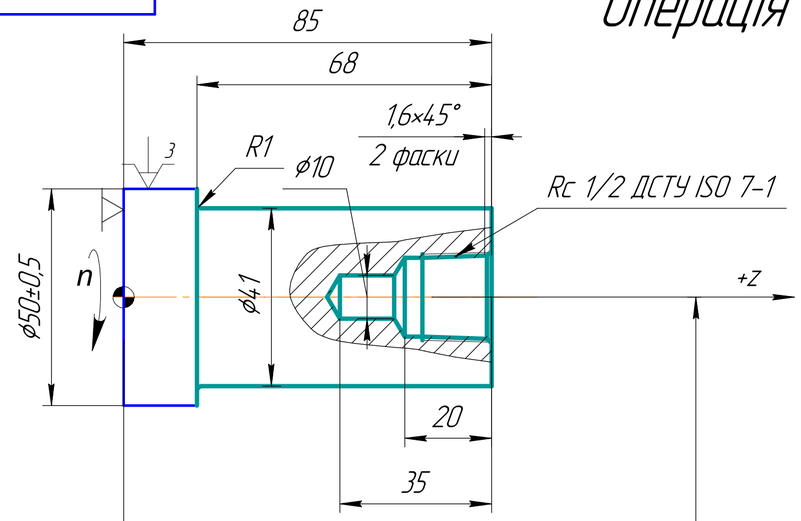
Ra 6,3 (√)

1. *Розмір для довідок.
2. H14, h14, ±IT14/2.

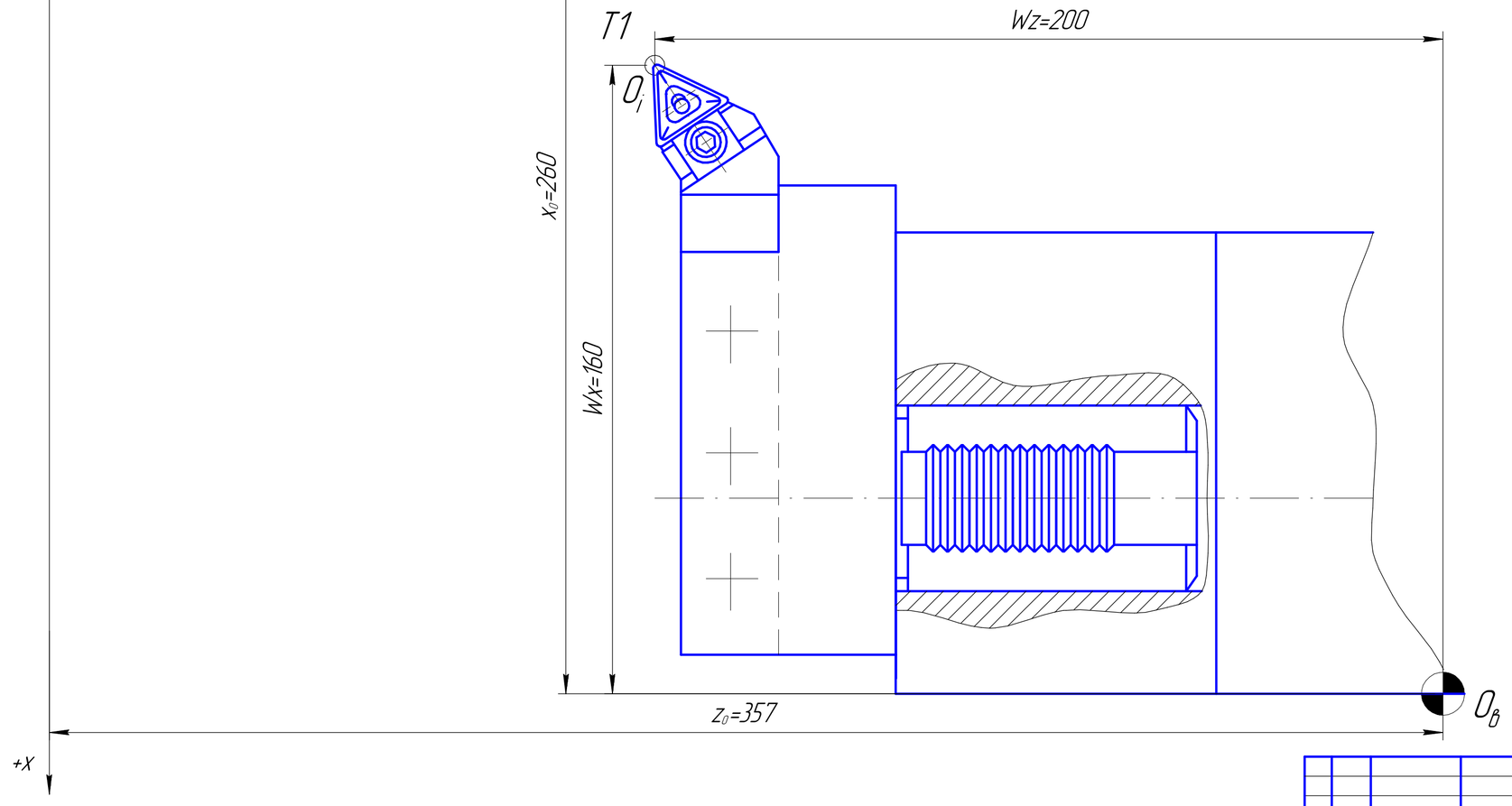
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата	26.КВР.400.11.01.002			
Розроб.		Седельніков			Патрубок	Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.		Кашуба					0,07	1:1
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	1
Реценз.								
Н.контр.		Волошин			Круг В-30 ДСТУ 4730:2007 20-1-2 ДСТУ 7809:2015	ВСП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-400 м. Тернопіль		
Затв.								

Формат А4

Операція 010 Токарна з ЧПК



№ позиції	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ріжучий інструмент	Різець прохідний з механічним кріпленням пластинц 25х25, φ =93° WLNL2525M08, пластинка T5K10 WNMG080404-MQ LF6018	Свердло центрувальне d = 4; D = 10; 60° l=6,2; L=59 ДСТУ ISO 866:2018	Свердло спіральне НКХ Морзе 1 ø10А; l = 80; L = 150 ДСТУ ISO 235:2018	Свердло спіральне НКХ Морзе 3 ø18,1 А; l =150; L = 291 ДСТУ ISO 235:2018	Різець розточний державочний з пластинков з твердого сплаву T5K10, 10×10, L=32, φ=45° 2142-0265	Мітчик конічний Rc 1/2 HSS Baer
Допоміжний інструмент	Різцетримач з циліндричним хвостовиком з перпендикулярним відкритим пазом 191711006 2-50 ОСТ 2П15-4-84	Втулка перехідна розтискна 32-10 спеціальна Втулка перехідна 50-32 ОСТ 2П112-12-84	Втулка перехідна з внутрішнім конусом Морзе 50-1 ОСТ 2П112-11-84	Втулка перехідна з внутрішнім конусом Морзе 50-3 ОСТ 2П112-11-84	Оправка розточна 2-50 ОСТ 2П14-12-84	Мітчикотримач ОСТ 3М16-14-84
W_x, мм	160	50	50	50	35,1	160
W_z, мм	200	194	280	330	250	200



Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Седельніков		
Перевір.		Кашуба		
Т.контр.				
Реценз.				
Н.контр.		Волошин		
Затв.				

26.КВР.400.11.02.000 ПЗ

Карта налагодження токарного верстата з ЧПК мод. 16К20ФЗ на обробку деталі "Корпус" 26.КВР.400.11.00.000 на 010 операції

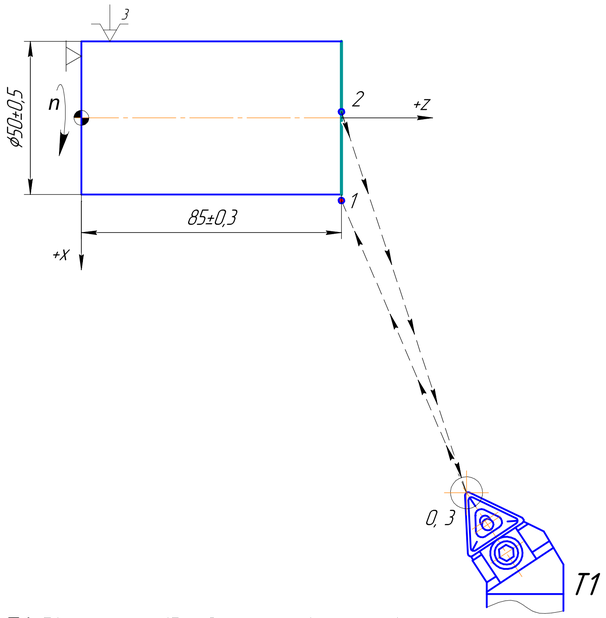
Літ.	Маса	Масштаб
	–	1:1
Аркуш	Аркушів 1	

ВСП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-400
м. Тернопіль

Формат А2

Операція 010 Токарна з ЧПК

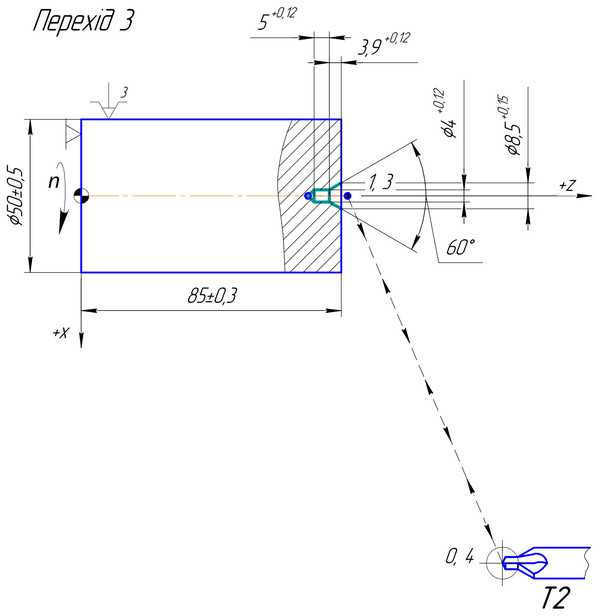
Перехід 2



T1 Різець прохідний з механічним кріпленням пластини, 25х25, φ =93° WLNL2525M08, пластинка T5K10 WNMG080404-MQ LF6018

№ точки	0	1	2	3
z	150	85	85	150
x	120	27	-2	120

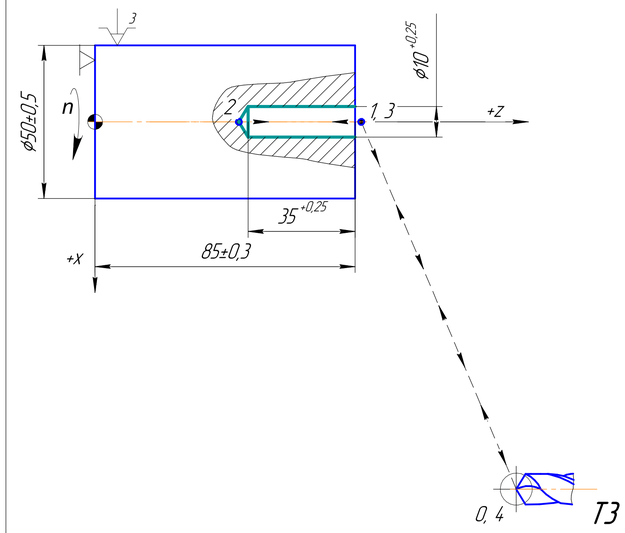
Перехід 3



T2 Свердло центрувальне d = 4; D = 10; 60° l=6,2; L=59 ДСТУ ISO 866:2018

№ точки	0	1	2	3	4
z	150	87	76,1	87	150
x	120	0	0	0	120

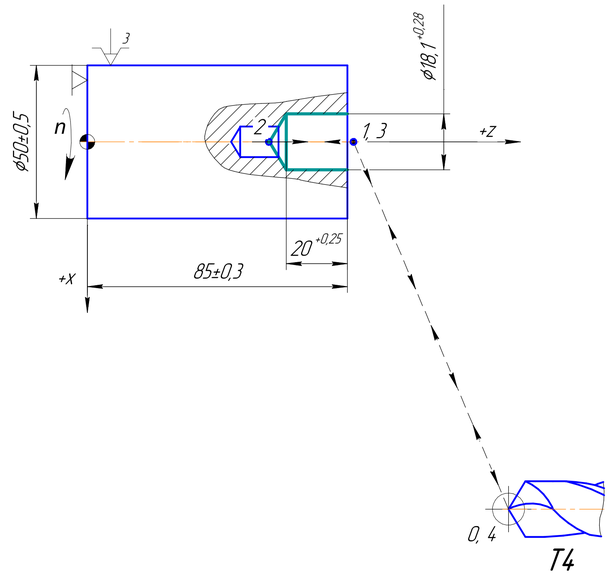
Перехід 4



T3 Свердло спіральне HKX Морзе 1 ø10A; L = 80; l = 150 ДСТУ ISO 235:2018

№ точки	0	1	2	3	4
z	150	87	47	87	150
x	120	0	0	0	120

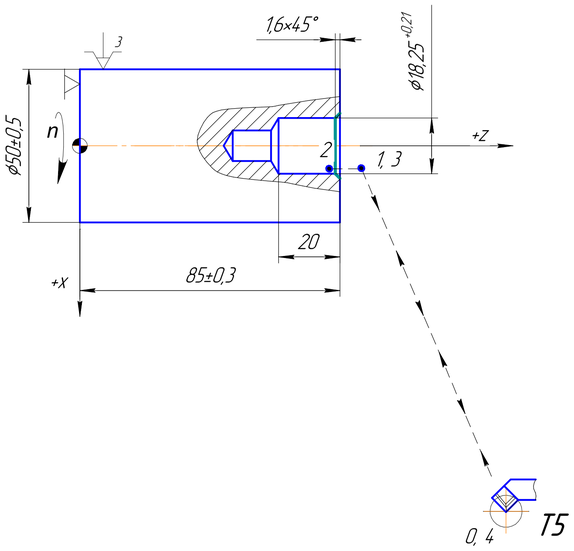
Перехід 5



T4 Свердло спіральне HKX Морзе 3 ø18,1 A; L = 150; l = 291 ДСТУ ISO 235:2018

№ точки	0	1	2	3	4
z	150	87	59	87	150
x	120	0	0	0	120

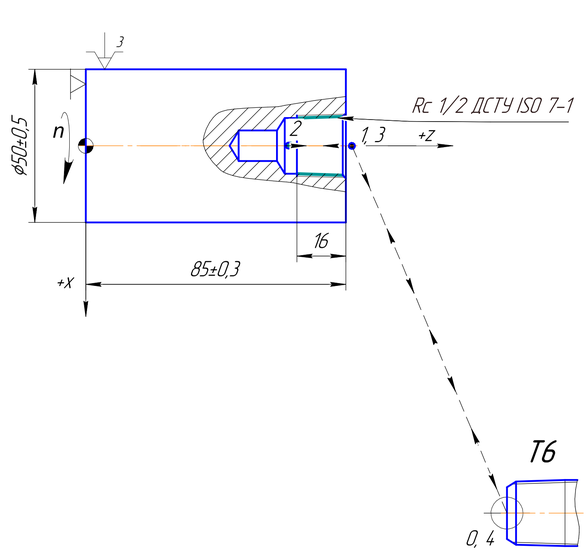
Перехід 6



T5 Різець розточний державочний з пластинкою з твердого сплаву T5K10, 10×10, L=32, φ=45° 2142-0265

№ точки	0	1	2	3	4
z	150	9	81,5	92	150
x	120	9,13	9,13	9,13	120

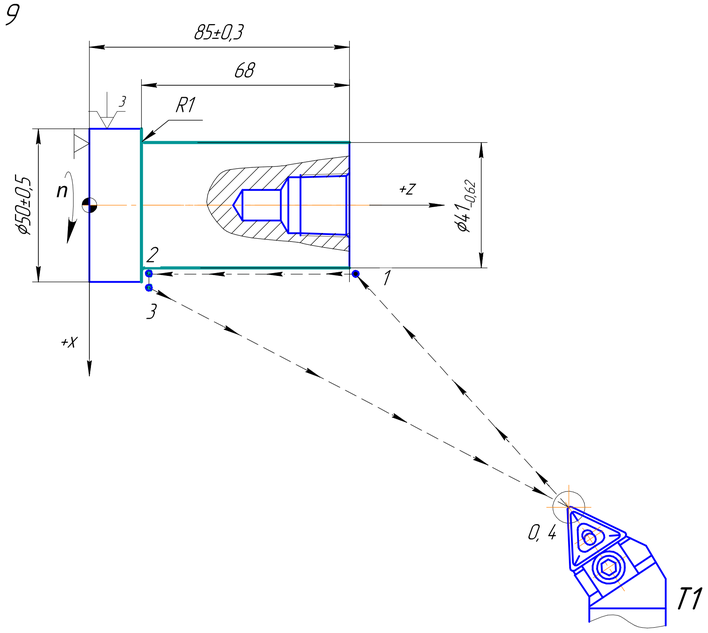
Перехід 7



T6 Мітчик конічний Rc 1/2 HSS Baer

№ точки	0	1	2	3	4
z	150	87	66	87	150
x	120	0	0	0	120

Перехід 9



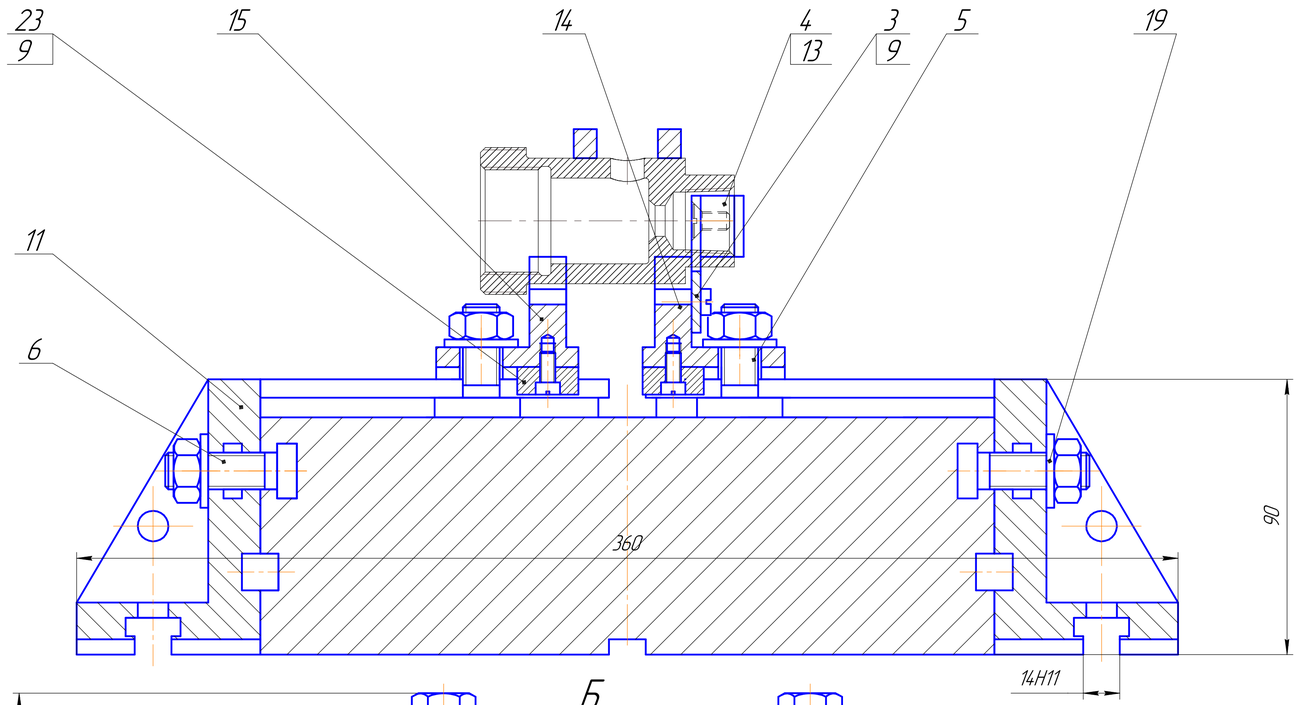
T1 Різець прохідний з механічним кріпленням пластини, 25х25, φ =93° WLNL2525M08, пластинка T5K10 WNMG080404-MQ LF6018

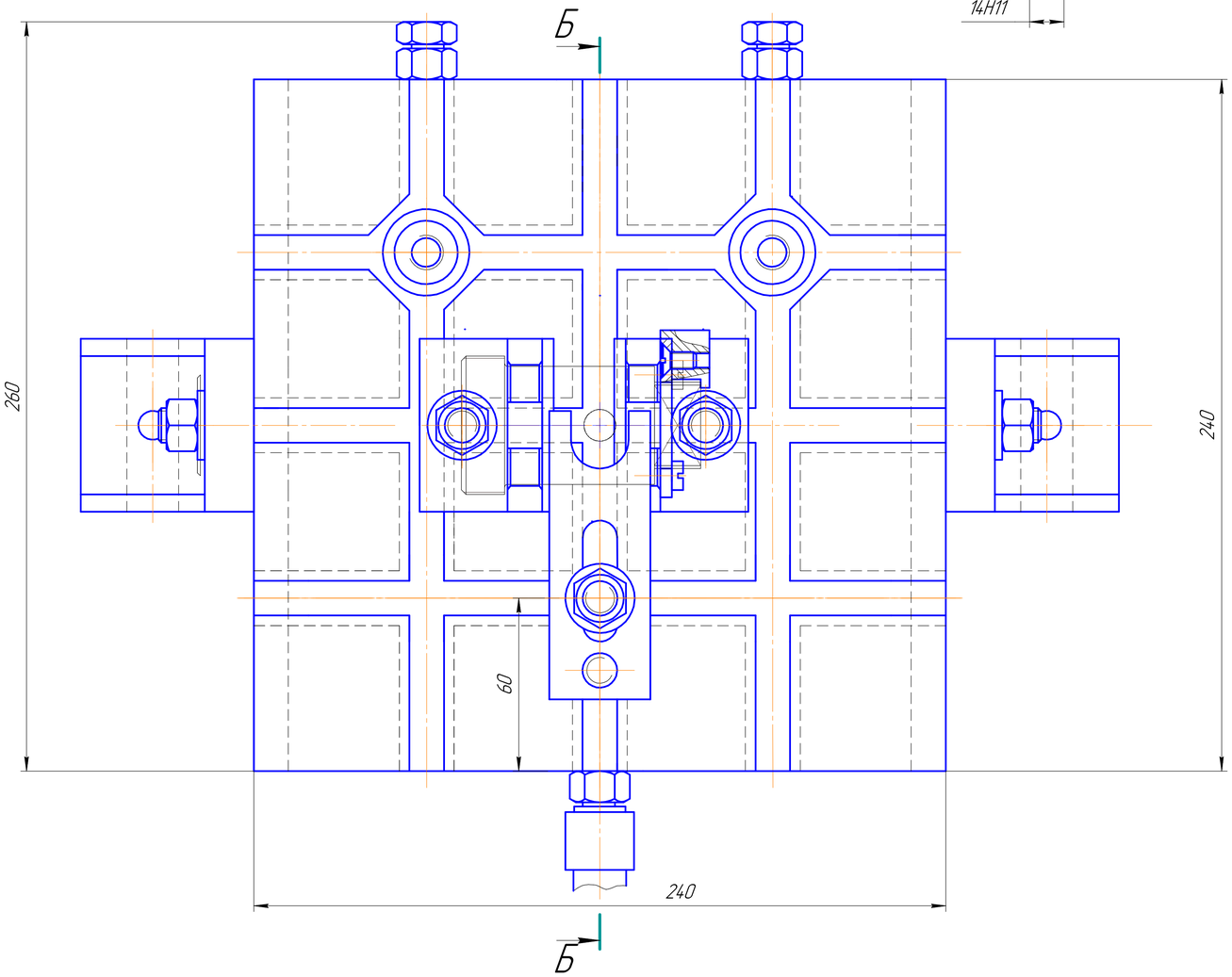
№ точки	0	1	2	3	4
z	150	87	17	17	150
x	120	20,5	20,5	27	120

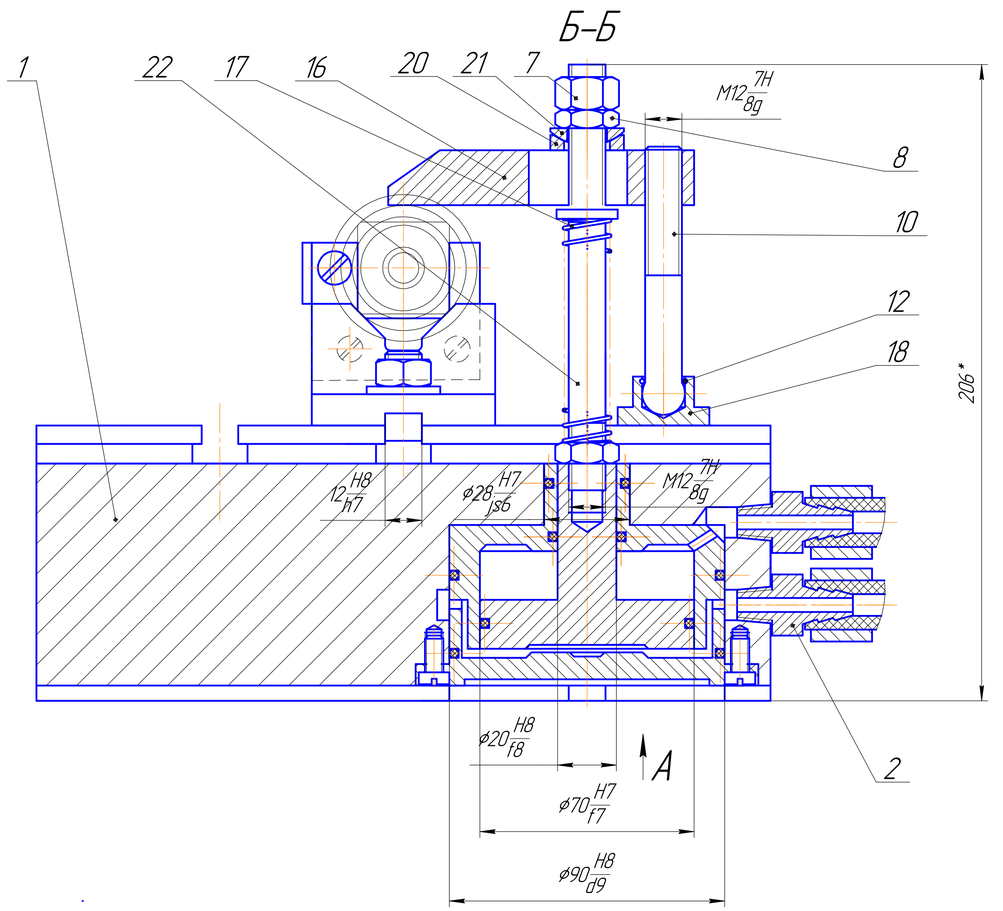
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата	26.КВР.400.11.03.000 ПЗ		
Розроб.		Седельников			Розрахунково-технологічна карта обробки деталі "Корпус" 26.КВР.400.11.00.000 на 010 операції	Літ.	Маса	Масштаб
Перевір.		Кашуба					–	1:1
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	1
Реценз.						ВСП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-400 м.Тернопіль		
Н.контр.		Волошин						
Затв.						Формат А1		

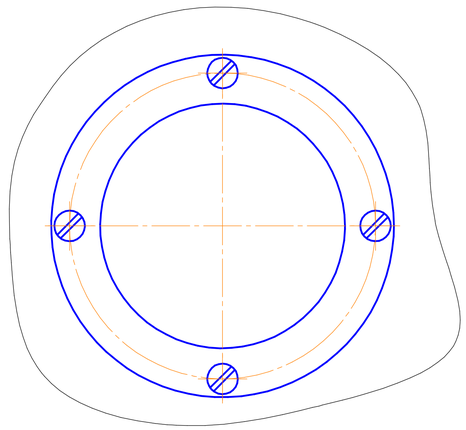
Перед. примен. | Справ. № | Підп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Инв. № подл. | Подп. и дата

26.КВР.400.110.4.000 СК









1. * Розміри для довідок.
2. Перед складанням всі різеві з'єднання змастити шаром оливи індустріальної І-20А ДСТУ 4.226:2003.
3. Маркувати на бірці: 26.КВР.400.11.04.000.

						26.КВР.400.11.04.000 СК	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Універсально-збірне пристосування для свердління отвору ϕ11 в деталі «Корпус» 26.КВР.400.11.00.000 Складальне креслення	Літ.	Маса 28	Масштаб 1:1
Розроб.		Седельніков						
Перевір.		Кашуба				Арк.	Аркушів 1	
Т.контр.						ВСП "ТФК ТНТУ", гр. МГ-400 м.Тернопіль		
Реценз.								
Н.контр.		Волошин						
Затв.								

Копіював

Формат А1

Перед. застосов.

Довідк. №

Підп. і дата

Інв. № дубл.

Взам. інв. №

Підп. і дата

Інв. № орлг.