

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
«Втулка» 26.КВР.400.01.00.000

Виконав: студент IV курсу, групи МГ-400
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування”
Вельотнік Юрій Васильович

Керівник: _____ Оксана КОБЕЛЬНИК

Рецензент: _____

Тернопіль – 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»

Відділення _____ транспорту та інженерної механіки
Циклова комісія _____ машинобудівних технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ фаховий молодший бакалавр
Спеціальність _____ 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії

Ігор ГЕНИК

(прізвище, ім'я, по батькові)

“ ____ ” _____ 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ Вельотніку Юрію Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Втулка» 26.КВР.400.01.00.000

Керівник роботи _____ Кобельник Оксана Степанівна _____ ,
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від “ ____ ” _____ 2026 року № _____ .

Термін подання студентом роботи _____ 15.06.2026р.

Вихідні дані до роботи креслення деталі, річний випуск деталей 3000 штук

Зміст розрахунково-пояснювальної записки _____

1 Загальна частина

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

2 Технологічна частина

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1 Вибір технологічних операцій

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

2.2.1 Вибір технологічних переходів

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту)

2.2.3 Розрахунок режимів різання

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

3 Вибір та обґрунтування пристосування на операцію

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування

3.3 Розрахунок зусиль затиску

4 Економічна частина

4.1 Обсяг інвестицій для реалізації проекту технологічного процесу

4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі

4.3 Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу

5 Охорона праці та безпеки життєдіяльності

5.1 Характеристика виробничої ділянки з точки охорони праці

5.2 Заходи з покращення умов праці на виробничій ділянці

Перелік графічного матеріалу:

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

Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Юрій ВЕЛЬОТНІК

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Оксана КОБЕЛЬНИК

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Вельотнік Ю.В. Розробка і техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу механічної обробки деталі «Втулка» 26.KVR.400.01.00.000: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фахового молодшого бакалавра за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026, ___ с.

У роботі виконано аналіз конструкції деталі, обґрунтовано вибір матеріалу та визначено вимоги до точності обробки. Розроблено маршрут і послідовність виконання технологічних операцій із застосуванням верстатів з програмним керуванням. Особливу увагу приділено вибору заготовки, визначенню припусків на механічну обробку та підбору різального інструменту.

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

ANNOTATION

Velyotnik Y. Development and feasibility study of the technological process of mechanical processing of the part "Bushing" 26.KVR.400.01.00.000: qualification work for obtaining the educational and professional degree of a professional junior bachelor in the specialty 133 Industrial mechanical engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026, ___ p.

The work analyzes the design of the part, justifies the choice of material, and determines the requirements for machining accuracy. The route and sequence of technological operations using CNC machines are developed. Particular attention is paid to the selection of the workpiece, the determination of allowances for machining, and the selection of cutting tools.

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

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі	8
1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь	10
1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей	11
1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	15
2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу	15
2.1.1 Вибір технологічних операцій	15
2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання	15
2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів	16
2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП	18
2.2.1 Вибір технологічних переходів	18
2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірною інструменту	20
2.2.3 Розрахунок режимів різання	23
2.2.4 Розрахунок технічних норм часу	29
3 ВИБІР ТА ОБґРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ	33
3.1 Призначення, будова та принцип роботи пристосування	33
3.2 Схема базування та розрахунок похибки базування	34
3.3 Розрахунок зусиль затиску	35
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	37
4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу	37
4.2 Розрахунок собівартості обробки заданої деталі	41

					26.КВР.400.01.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Втулка» 26.КВР.400.01.00.000 Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Вельотнік</i>						5	56
<i>Перевір.</i>	<i>Кобельник</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								ВСП ТФК ТНТУ МГ-400 м. Тернопіль

4.3	Визначення економічної ефективності впровадження розробленого проекту технологічного процесу	45
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	50
5.1	Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці	51
5.2	Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці	52
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	54
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	56
	Специфікація на пристосування	
	Додатки	

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні механічна обробка є одним із ключових етапів виробничого процесу, оскільки саме вона забезпечує досягнення необхідної точності, якості поверхонь і заданих геометричних параметрів деталей. В умовах стрімкого розвитку промисловості та підвищення вимог до якості продукції особливої актуальності набуває вдосконалення технологічних процесів обробки деталей, спрямоване на підвищення їх надійності, довговічності та економічної ефективності виробництва.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Втулка»» зумовлена широким застосуванням даної деталі у різних галузях машинобудування.

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

У процесі виконання роботи проведено аналіз існуючих методів механічної обробки деталей типу «Втулка», визначено їх переваги та недоліки, а також запропоновано шляхи удосконалення технологічного процесу із застосуванням сучасного обладнання та інноваційних технологій.

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

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції та службового призначення деталі.

Деталь Втулка 26.КВР.400.01.00.00.000 має порожнисту конструкцію у вигляді циліндра. З одного торця передбачено зовнішню різьбову поверхню, а з протилежного — зубчасту ділянку. Зубчаста поверхня виконана у вигляді прямобічних канавок, які слугують для взаємодії з фіксатором.

За формою, конструктивними і технологічними ознаками задану деталь можна віднести у відповідності класифікатора ЄСКД, до класу 71 – тіла обертання – втулки [1] С.7.

Деталь має типову конструкцію, що достатньо широко застосовується у машинобудуванні.

Вивчаючи креслення деталі з точки зору якості поверхонь, можна виділити основні та допоміжні поверхні, що обробляються механічно.

До основних поверхонь можна віднести:

- Отвір $\varnothing 48H7$, 0,8мкм., служить для переміщення клапана;
- Циліндр $\varnothing 65h8$, Ra0,8мкм., служить для посадки втулки в обоймі;

Допоміжними поверхнями можна вважати:

- Зовнішню зубчасту поверхню $\varnothing 65h8/\varnothing 57$; $b = 6$ Ra6,3мкм., що використовується для фіксації втулки після збирання і регулювання вузла;
- Зовнішня різьбова поверхня $M60 \times 2 - 7g$, Ra3,2мкм., що служить для вгвинчування втулки в обойму;

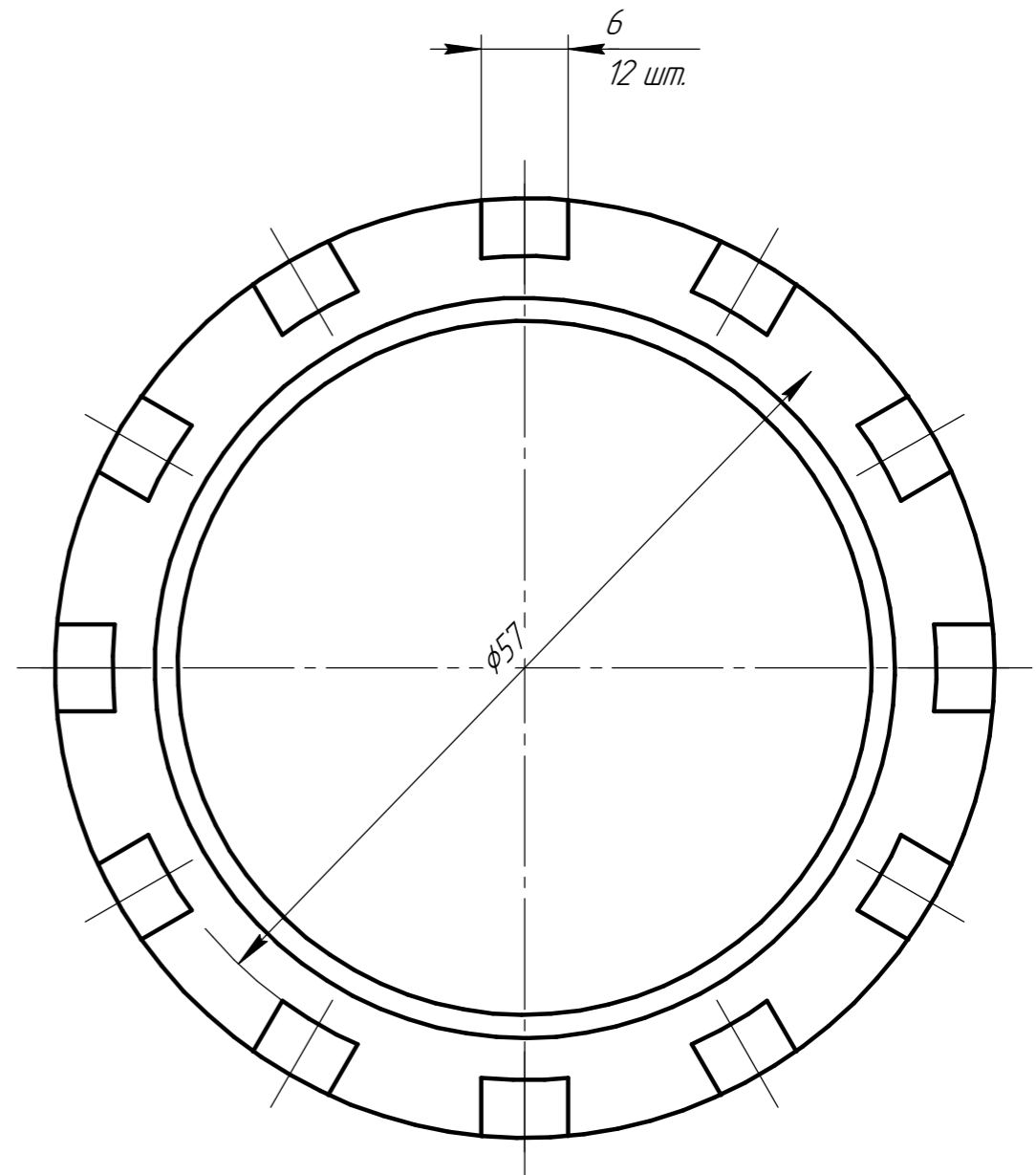
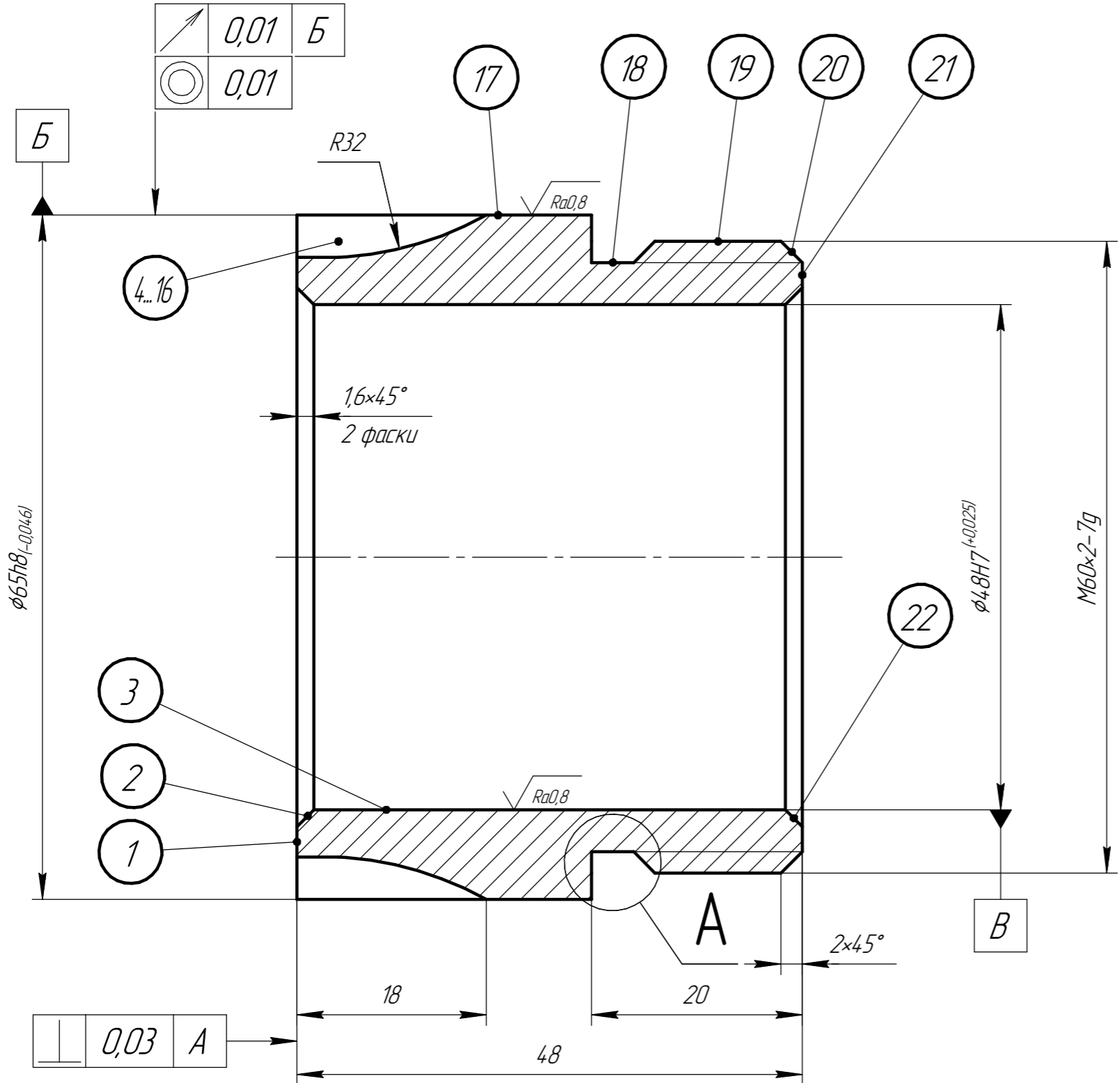
На основі аналізу конструктивних особливостей виконується ескіз заданої деталі з нумерацією поверхонь (рисунок 1.1).

З точки зору забезпечення заданої точності і шорсткості поверхонь деталь не представляється складною (точність обробки деталі Ra 6,3, Ra12,5).

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

26.KBP.4.00.01.00.000 ПЗ

$\sqrt{Ra6,3 (\sqrt{1})}$



Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дюрл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

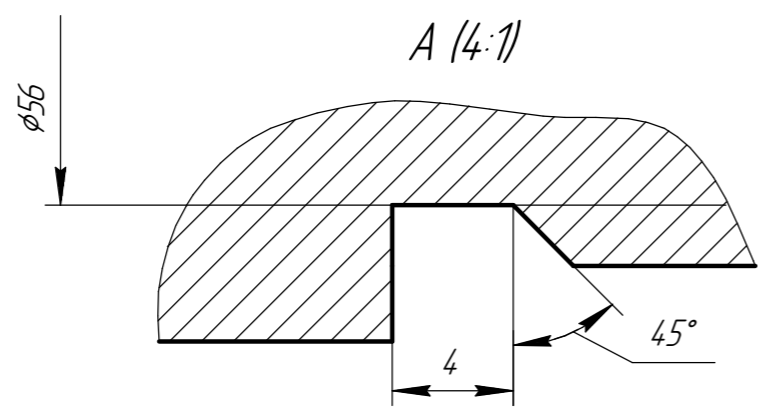


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі з номерами поверхонь

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	26.KBP.4.00.01.00.000 ПЗ	Лист
					Копировал	Формат А3

1.2 Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь.

Деталь «Втулка» належить до типових деталей загальномашинобудівного призначення та виконує функцію напрямного, опорного або з'єднувального елемента у вузлах тертя, з'єднаннях валів, осях, корпусах тощо. Відповідно до службового призначення до втулки висуваються певні технічні вимоги, які забезпечують її надійну та довговічну роботу в складі механізму.

Таблиця 1.1 — Аналіз технічних вимог

Позначення поверхонь	Зміст технічних вимог	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
1; 21	48h14 Ra6,3	Точіння	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
2; 22	1,6 × 45°	Розточування	Шаблон
3	Ø48H7 Ra0,8	Розточування тонке	Зразки шорсткості Калібр-пробка Ø48H7 ПР і НЕ
4...16	Ø65h8; Ø57h14 6H14; Ra6,3; 18H8	Фрезерування	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009 Шаблон
17	Ø65h8; Ra0,8 	Точіння чистове	Калібр-скоба односторонній двограничний Ø65h8 ПР і НЕ Взірці шорсткості
18	4H14; ∠45°; Ø56h8; Ra6,3	Виточування	Шаблон
19	M60 × 2 – 7g Ra3,2	Нарізання різцем	Калібр-кільце M60 × 2 – 7g ПР і НЕ
20	2 × 45°	Точіння	Шаблон

1.3 Визначення типу виробництва і величини партії деталей

Тип виробництва виходячи з річної програми випуску деталей $N_{річ} = 3000$ шт/рік, що передбачається завданням і маси деталі $g = 0,26$ кг.

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

Даному типу виробництва характерно:

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

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

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

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

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

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

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

$$n = \frac{3000 \cdot 10}{257} = 117 \text{ штук.}$$

Отже величина партії деталей становить $n=120$ шт. при роботі в одну зміну.

1.4 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Вибір методу отримання заготовки перш за все залежить від конструкції деталі, її матеріалу і обсягу виробництва.

Аналізуючи конструкцію, матеріал деталі, методи виготовлення прокату, та враховуючи середньосерійний тип виробництва вибираємо трубчастий безшовний прокат відрізаний різцем.

Приймаємо із [1] С.116 табл. Ж1. Сталь гарячекатану круглу $\varnothing 68_{-1,1}^{+0,5}$ довжиною 3 метра для заготовки І варіанту, із [3] трубу безшовну товстостінну ДСТУ8732-78 $\varnothing 68$ з товщиною стінки 14мм. довжиною 3м (рисунок 1.2).

Визначаємо довжину заготовки враховуючи ширину відрізного інструменту.

$$L = l + K(\text{мм}) \quad (1.2)$$

де, l – довжина деталі [1] С.91 прим.2;

$K = 2a + B$ – припуск на обробку з шириною різку;

$2a = 8$ мм. [1] С.91 табл.Е5;

$B = 4$ мм. – ширина відрізного різця

$L_2 = 48 + 0 + 4 = 52 \pm 0,4$ мм. [4] С.172 табл.66

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

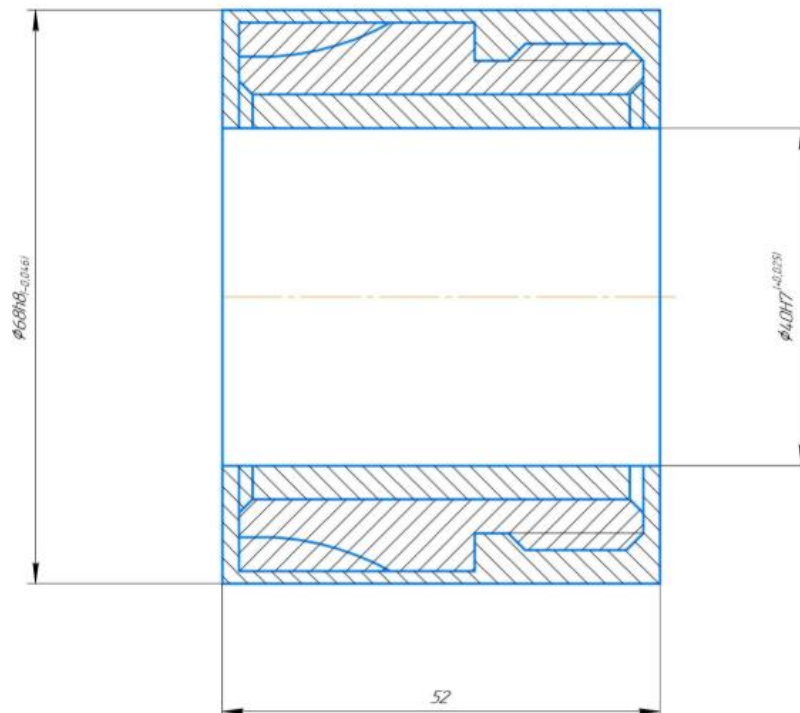


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки

Визначаємо масу заготовок за формулою

$$Q_{\text{заг}} = V_{\text{заг}} \cdot \rho \text{ (кг)} \quad (1.3)$$

де $V_{\text{заг}}$ – об'єм заготовки, см^3 ;

$\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ – густина вуглецевої сталі; [1] С.87 табл.Е1

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot (6,8^2 - 4,4^2)}{4} \cdot 5,2 = 109,7 \text{ см}^3$$

Тоді маса заготовки буде:

$$Q_{\text{заг}} = 109,7 \cdot 7,8 = 855,66 \text{ г} = 0,85 \text{ кг}$$

Собівартість заготовки із прокату визначають за формулою :

$$C_{\text{заг}} = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх.}}}{1000} \text{ (грн.)} \quad (1.4)$$

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

де : S – ціна 1 кг матеріалу заготовки, грн. $S = 35000$ грн/т. [4] С.358 дод.18,
або $S = 35000/1000 = 35$ грн/кг.;

Q – маса заготовки, кг.;

q – маса готової деталі, кг.;

$S_{\text{відх.}}$ – ціна 1 тонни стружки, грн. $S_{\text{відх.}} = 78$ грн/т. [5] С.360 дод.19, або
Тоді собівартість заготовок буде:

$$C_{\text{заг}} = 0,85 \cdot 35 - (0,85 - 0,26) \cdot \frac{78}{1000} = 30 \text{ грн.}$$

А з врахуванням інфляції 350%

$$C_{\text{заг}} = 30 \cdot 35 = 1050 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу

Визначається за формулою

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{q}{Q} \quad (1.5)$$

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{0,26}{0,85} = 0,3.$$

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

2.1.1. Вибір технологічних операцій

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

Операція 005 Токарна з ЧПК – підрізка торця ²¹, попереднє точіння контуру ¹⁷, ¹⁹, ²⁰, напівчистове обточування контуру ¹⁷, ¹⁸, ¹⁹, ²⁰, остаточне точіння циліндра ¹⁷ і нарізання різі на поверхні ¹⁹, чорнове розточування отвору ³, напівчистове розточування фасок ²², ², отвору ³, чистове розточування отвору ³, відрізання деталі по поверхні ¹.

Операція 010 Горизонтально-фрезерна – фрезерування дванадцяти канавок ⁴...¹⁶ послідовно.

Операція 015 Внутрішньо-шліфувальна – шліфування отвору ³.

2.1.2 Вибір і обґрунтування технологічного обладнання та оснащення

Враховуючи конструкцію деталі, габаритні розміри, технічні вимоги до деталі та середньосерійний тип виробництва, в технологічному процесі застосуємо наступне обладнання та оснащення.

Для операції 005 – токарної з ЧПК, для точіння торця чорнового і чистового обточування зовнішнього та внутрішнього контуру, нарізання зовнішньої різьби і

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

відрізання, використаєм токарно-револьверний верстат з ЧПК, з вертикальною віссю револьверної головки моделі 1E365ПФ30 ,який крім поздовжнього супорта має один поперечний. Заготовка базується і кріпиться в патроні з ручним затиском.

Таблиця 2.1 – Вибір обладнання і оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
005	Токарна з ЧПК	Токарно-револьверний з ЧПК моделі 1E365ПФ30	Токарний трьохкулачковий самоцентрувальний патрон D=250мм.
010	Горизонтально-фрезерна	Горизонтально-фрезерний моделі 6P80Г	Ділильна головка безпосереднього поділу Цанга
015	Внутрішньо-шліфувальна	Внутрішньошліфувальний моделі 3K227В	Трьохкулачковий самоцентрувальний патрон D=160мм.

2.1.3 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів табличним методом

На всі поверхні деталі «Втулка», які підлягають механічній обробці, тобто не отримуються безпосередньо з конструктивного розміру різального інструменту, а формуються послідовністю технологічних переходів - необхідно визначити міжопераційні та проміжні припуски.

Припуски є важливою складовою технологічного процесу, оскільки саме вони забезпечують отримання необхідної точності, шорсткості та геометричної

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

форми поверхонь при мінімальних витратах матеріалу та часу. Неправильно вибраний припуск може призвести як до перевитрати матеріалу, так і до неможливості досягнення заданих розмірів при остаточній обробці.

Для розрахунку міжопераційних припусків застосовується табличний метод, рекомендований нормативними джерелами. Значення припусків вибираються відповідно до вимог і рекомендацій, наведених у [1] С.123, табл.Н1; С.227 табл. У1:

Результати заносим в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок проміжних припусків і розмірів за таблицями

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск на діаметр (довжину), мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Ø65h8_(-0,046) – обточування циліндра					
Чистове точіння	8	Ra 0,8	0,046	—	Ø65 _{-0,046}
Напівчистове точіння	11	Ra 6,3	0,19	0,25	Ø65,25 _{-0,19}
Чорнове точіння	14	Ra 25	0,74	1,0	Ø66,25 _{-0,74}
Заготовка поз. (17)	16	Rz 160	1,6	1,75	Ø68 ^{+0,5} _{-1,1}
Ø47H7^(+0,025) – обробка отвору					
Шліфування чистове	7	Ra 0,8	0,025	—	Ø48 ^{+0,025}
Розточування чистове	8	Ra 1,6	0,039	0,3	Ø47,7 ^{+0,039}
Розточування напівчистове	11	Ra 6,3	0,16	0,5	Ø47,2 ^{+0,16}
Розточування чорнове	14	Ra 12,5	0,62	1,0	Ø46,2 ^{+0,62}
Заготовка поз. (3)	16	Rz 160	1,5	2,2	Ø44 ^{+1,0} _{-0,5}

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.2 Розробка операційної технології з використанням САПР ТП

У даному розділі розробляю операційну технологію у програмі АDEM, для всіх операцій (рисунок 2.1).

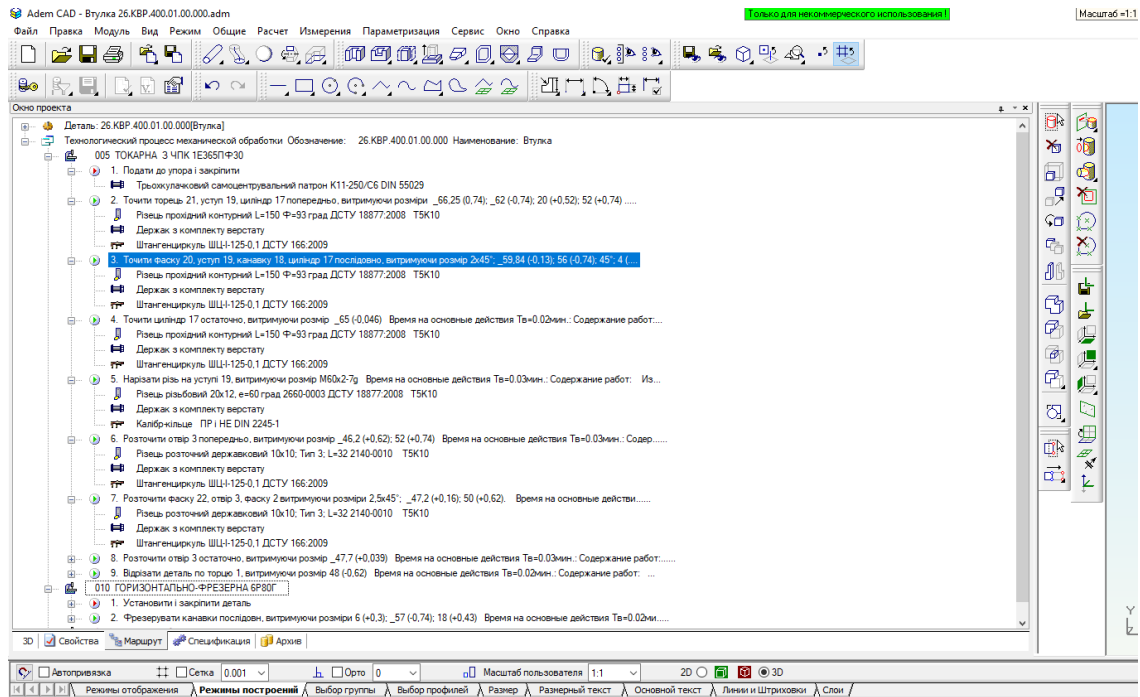


Рисунок 2.1 Загальний вигляд вікна технологічного процесу у САПР ТП

2.2.1 Вибір технологічних переходів

Для вибору необхідних технологічних переходів у програмному забезпеченні користувач самостійно визначає умови їх виконання, спираючись на конструктивні особливості деталі та вимоги до точності. Геометричні параметри поверхонь, що підлягають обробці, встановлюються на основі ескізу або креслення деталі. Відповідно до заданих умов і технічних вимог, для кожної поверхні призначаються відповідні допуски.

У програмному середовищі цей процес реалізується через поетапне введення необхідних параметрів і вибір відповідних технологічних переходів з урахуванням типу поверхні, методу обробки та необхідного класу точності.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

4. Точити циліндр ^{①⑦} остаточно, витримуючи розмір $\varnothing 65_{-0,046}$.
5. Нарізати різь на уступі ^{①⑨}, витримуючи розмір $M60 \times 2 - 7g$.
6. Розточити отвір ^③ попередньо, витримуючи розмір $\varnothing 46,2^{+0,62}; 52^{+0,74}$.
7. Розточити фаску ^{②②}, отвір ^③, фаску ^② витримуючи розміри $2,5 \times 45^\circ$; $\varnothing 47,2^{+0,16}; 50^{+0,62}$.
8. Розточити отвір ^③ остаточно, витримуючи розмір $\varnothing 47,7^{+0,039}$.
9. Відрізати деталь по торцю ^①, витримуючи розмір $48_{-0,62}$.
10. Зняти деталь.
11. Перевірити розміри: $\varnothing 65_{-0,046}; \varnothing 47,7^{+0,039}; \varnothing 56_{-0,74}; 20^{+0,52}; 2 \times 45^\circ$;
 $1,6 \times 45^\circ; M60 \times 2 - 7g$.
 Контроль 25%.

2.2.2 Вибір різального, допоміжного та контроль-вимірювального інструменту

У програмному середовищі ADEM вибір ріжучого інструменту здійснюється з використанням вбудованих бібліотек, у яких інструменти систематизовано за видами обробки та їх функціональним призначенням. Крім стандартного набору, користувач має можливість створювати власні інструменти та додавати їх до бібліотеки, що забезпечує збереження параметрів і подальше використання в інших проектах.

На знімку екрана показано, як цей процес реалізовано в графічному інтерфейсі програмного забезпечення (рисунок 2.3).

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

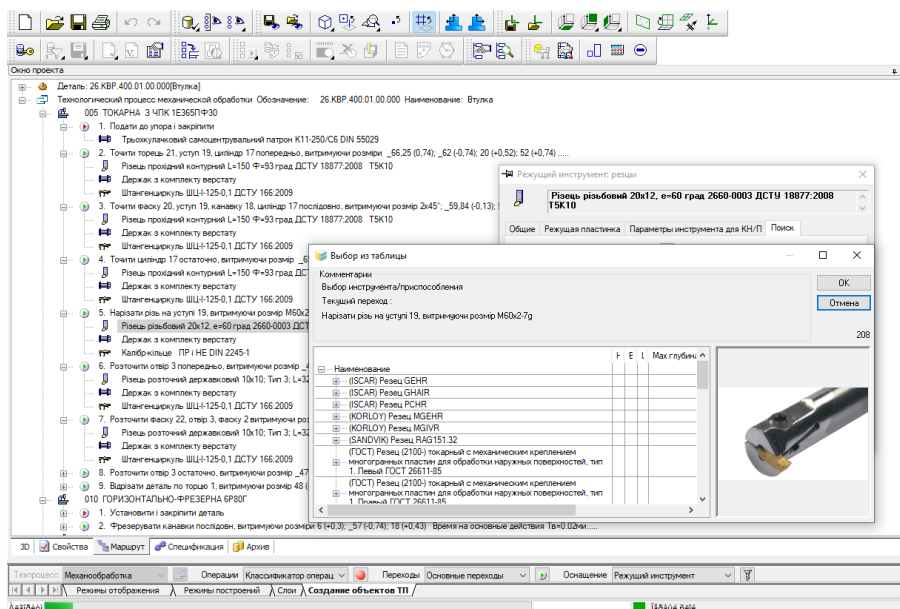


Рисунок 2.3 Вигляд вікна вибору інструменту у середовищі САПР ТП

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

Таблиця 2.3 — Вибір різального, допоміжного і вимірювального інструменту

Номер та назва переходу	Інструмент		
	Різальний	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
005 Токарна з ЧПК			
1. Подати до упора і закріпити	—	—	—
2. Точити торець ⁽²¹⁾ , уступ ⁽¹⁹⁾ , циліндр ⁽¹⁷⁾ попередньо	Різець прохідний контурний 20 × 20 L=150; φ = 93°; T5K10	Держак із комплекту верстату	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
3. Точити фаску ⁽²⁰⁾ , уступ ⁽¹⁹⁾ , канавку ⁽¹⁸⁾ , циліндр ⁽¹⁷⁾ послідовно	Різець прохідний контурний 20 × 20 L=150; φ = 93°; T5K10	Держак із комплекту верстату	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
4. Точити циліндр ^⑰ остаточно	Різець прохідний контурний 20 × 20 L=150; φ = 93°; T5K10	Держак із комплекту верстату	Калібр-скоба односторонній двохгарничний ПР і НЕ Ø65h8
5. Нарізати різь на уступі ^⑲	Різець різбовий 20 × 12; ε = 60°; Тип 1; T5K10	Держак із комплекту верстату	Калібр-кільце ПР і НЕ М60 × 2 – 7g
6. Розточити отвір ^③ попередньо	Різець розточний державковий 10 × 10; Тип 3; L = 32; T5K10	Держак із комплекту верстату	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
7. Розточити фаску ^⑳ , отвір ^③ , фаску ^② послідовно	Різець розточний державковий 10 × 10; Тип 3; L = 32; T15K	Держак із комплекту верстату	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
8. Розточити отвір ^③ остаточно	Різець розточний державковий 10 × 10; Тип 3; L = 32; T15K6	Держак із комплекту верстату	Калібр-пробка односторонній двохгарничний ПР і НЕ Ø47,7H8
9. Відрізати деталь по торцю ^①	Різецьвідрізний 20 × 20; L = 150; B=4; T5K10	Різцетримач	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166:2009
010 Горизонтально-фрезерна			
1. Встановити і закріпити			
2. Фрезерувати канавки ^④ ... ^⑱	Фреза дискова трьохстороння Ø63; B=6; Ø22H7; z=16; P6M5	Оправка Ø22 із комплекту верстату	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
015 Внутрішньо-шліфувальна			

Продовження таблиці 2.3

1. Встановити і закріпити			
2. Шліфувати отвір ³ остаточно	Круг AW36 × 20 25AM10-CM2 7 K2 A 35м/с	Оправка Ø12 із комплекту верстату	Калібр пробка одностороння одногранна Ø48Н7; ПР і НЕ
3. Встановити і закріпити			

2.2.3 Розрахунок режимів різання табличним методом

Середовище ADEM забезпечує автоматичний розрахунок режимів різання на основі введених користувачем параметрів, зокрема довжини обробки, типу матеріалу, вибраного інструменту та умов виконання операції. Така автоматизація сприяє підвищенню точності розрахунків і ефективності проектування технологічного процесу.

На представленому знімку екрана (рисунок 2.4) продемонстровано, як саме виконується цей розрахунок у програмному інтерфейсі.

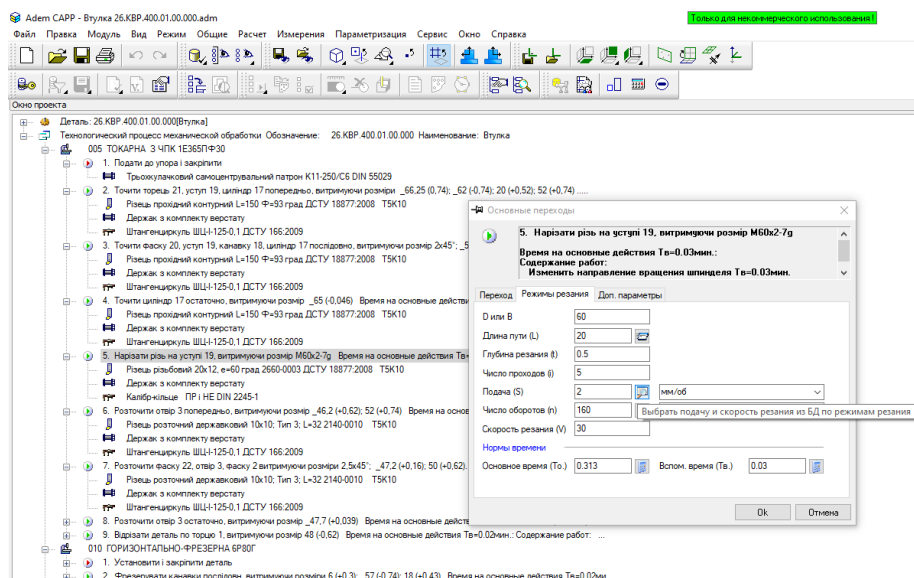


Рисунок 2.4 Вигляд вікна вибору режимів різання у САПР ТП

									Арк.
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ				

Згідно завдання необхідно розрахувати режими різання табличним методом на 3 операції причому показати розрахунок для одного технологічного переходу. Всі показники режимів різання звести в таблицю.

Розрахуємо режими різання для операції 005 – токарна з ЧПК, перехід 02 – точити торець (21), уступ (19), циліндр (17) попередньо, витримуючи розміри $\emptyset 66,25_{-0,74}$; $\emptyset 62_{-0,74}$; $20^{+0,52}$; $52^{+0,74}$.

Для обробки вибрано прохідний контурний різець з механічним кріпленням твердосплавної пластини із матеріалу Т5К10, поперечний переріз 20×20 довжина 150мм, геометричні параметри $\varphi = 93^\circ$; $\varphi' = 45^\circ$; $\gamma = 5^\circ$; $\alpha = 8^\circ$; $r = 0,5$, передня поверхня плоска з стружкозавивною канавкою.

Режими різання наступні

а) Довжина робочого ходу

$$L_{p.x.} = l_p + y + l_{дод} \quad (2.1)$$

де l_p – довжина різання за кресленням, мм;

$$l_p = 52 + 2,125 + 9 = 63,125 \text{ мм.}$$

$y = y_{вр} + y_{під} + y_{пероб}$ – довжина врізання, підводу і перебігу інструменту;

$$y = 2,775 \text{ [2] С.303}$$

$l_{дод} = 0$ – додаткова довжина пов'язана з налагодженням верстату.

$$\text{Тоді } L_{p.x.} = 63,125 + 2,775 + 0 = 65,9 \text{ мм}$$

б) Глибина різання

$$t = \frac{D - d}{2} \quad (2.2)$$

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$t = \frac{68-62}{2} = 3\text{мм.}$$

в) Подача на оберт заготовки

$$S_0 = 0,25\text{мм/зуб [2] С.23;}$$

г) Швидкість різання

$$v = v_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.3)$$

де $v_{\text{табл}} = 100\text{м/хв}$ – таблицна швидкість різання [4] С.30;

$K_1 = 0,9$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу [4] С.32;

$K_2 = 0,8$ – коефіцієнт, на матеріал різального інструменту [4] С.33;

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт на вид обробки [4] С.34.

$$\text{тоді } v_M = 100 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 72\text{м/хв.}$$

д) Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (2.4)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 72}{3,14 \cdot 68} = 341,5\text{об/хв.}$$

Приймається за паспортом верстату $n_\phi = 300\text{об/хв.}$

е) Фактична швидкість різання

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} \quad (2.5)$$

$$v_d = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 300}{1000} = 64\text{м/хв.}$$

є) Швидкість подачі супорта

$$v_s = S_0 \cdot n_\phi \quad (2.6)$$

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v_s = 0,6 \cdot 300 = 180 \text{ мм/хв.}$$

з) Основний час на обробку

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{v_s} \quad (2.7)$$

$$T_o = \frac{65,9}{180} = 0,36 \text{ хв.}$$

ж) Сила різання

$$P_z = P_{z\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (2.8)$$

де $P_z = 410 \text{ кГ}$ – таблична сила різання [4] С.35

$K_1 = 0,75$ – коефіцієнт на оброблюваний матеріал [4] С.36

$K_2 = 1,0$ – коефіцієнт на передній кут різця [4] С.36

тоді $P_z = 410 \cdot 0,75 \cdot 1 = 307,5 \text{ кГ}$

к) Потужність різання

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot v}{6120} \quad (2.9)$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{307,5 \cdot 64}{6120} = 3,2 \text{ кВт} < N_{\text{дв}} = 15 \text{ кВт.}$$

Висновок: Так як потужність двигуна верстату значно більша за потужність різання, то виконання переходу забезпечене.

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

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця режимів різання

Зміст та номер переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	S _о , мм/об	п, об/хв	v, м/хв	S _{хв} , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна з ЧПК										
Перехід 2 Точити торець (21), уступ (19), циліндр (17) попередньо, витримуючи розміри Ø66,25 _{-0,74} ; Ø62 _{-0,74} 20 ^{+0,52} ; 52 ^{+0,74}	3	65,9	1	100	0,6	300	64	180	0,36	3,2
Перехід 3 Точити фаску (20), уступ (19), канавку (18), циліндр (17) попередньо, витримуючи розмір 2 × 45°; Ø59,84 _{-0,13} ; Ø56 _{-0,74} ; <45°; 4 ^{+0,3} ; Ø65,25 _{-0,19} ; 52 ^{+0,74}	1,18	55,65	1	100	0,3	630	129	189	0,29	2,1
Перехід 4 Точити циліндр (17) остаточно, витримуючи розмір Ø65 _{-0,046}	0,125	30	1	90	0,15	1000	204	150	0,2	1,4
Перехід 5 Нарізати різь на уступі (19), витримуючи розмір M60 × 2 – 7g	0,5	20	5	30	2	160	30	320	0,3	1,8

Арк.

26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ

27

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 2.4

Перехід 6 Розточити отвір ⁽³⁾ попередньо, витримуючи розмір $\varnothing 46,2^{+0,62}; 52^{+0,74}$	1,1	53	1	60	0,14	400	58	56	0,95	2,4
Перехід 7 Розточити фаску ⁽²²⁾ , отвір ⁽³⁾ , фаску ⁽²⁾ витримуючи розміри $2,5 \times 45^\circ; \varnothing 47,2^{+0,16}$ $50^{+0,62}$.	0,5	53	1	60	0,06	630	93,4	38	1,4	2,2
Перехід 8 Розточити отвір ⁽³⁾ остаточно, витриму- ючи розмір $\varnothing 47,7^{+0,039}$	0,25	50	1	60	0,06	1000	150	60	0,8	1,4
Перехід 9 Відрізати деталь по торцю ⁽¹⁾ , витриму- ючи розмір $48_{-0,62}$	4	13	1	60	0,13	300	64	39	0,36	4,2
010 Горизонтально-фрезерна										
Перехід 2 Фрезерувати канавки ⁽⁴⁾ ⁽¹⁶⁾ , послідовно витримуючи розміри $6^{+0,3}; \varnothing 57_{-0,74}; 18^{+0,43}$	6	18	12	60	0,16	300	59	48	4,5	3,4
015 Внутрішньошліфувальна										
Перехід 2 Шліфувати отвір ⁽³⁾ остаточно, витри- муючи розмір $\varnothing 48^{+0,025}$	0,015	54	10	—	8	180	27	1440	0,375	0,8

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						28

2.2.4 Розрахунок технічних норм часу

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

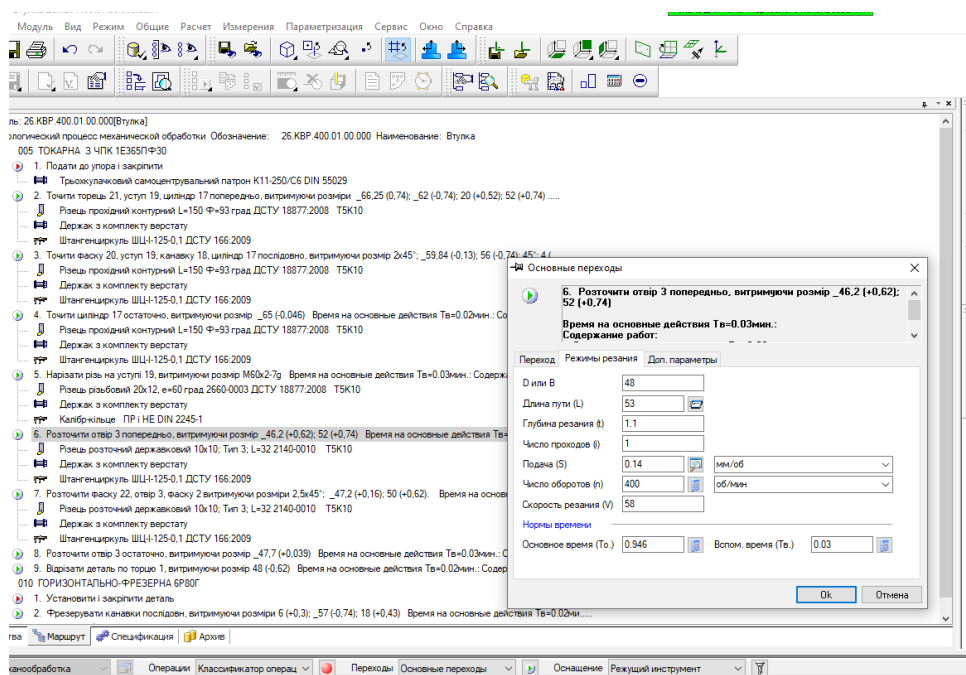


Рисунок 2.5 Вигляд вікна розрахунку технічних норм часу у САПР ТП

Згідно завдання необхідно розрахувати норми часу для однієї операції, це операція 005 – токарна з ЧПК.

$$T_{шт} = (T_{н.а.} + T_{\partial}) \cdot \left(1 + \frac{a_{т.о.} + a_{обс.} + a_{відн.}}{100}\right) \quad (2.10)$$

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

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

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

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

Час автоматичної роботи по програмі визначається

$$T_{п.а.} = T_o + T_{х.р.} + T_{з.і.} \quad (2.11)$$

де $T_o = 4,66$ хв. – основний час на переходах;

$T_{х.р.}$ – рух на прискореній подачі і складається з поздовжніх рухів (вісь Z) з швидкістю 6400мм/хв і поперечних переміщень (по осі X) з швидкістю 3200мм/хв.

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

$$T_{х.р.} = \frac{593}{6400} = 0,1\text{хв.}$$

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

$$T_{х.р.} = \frac{506,6}{3200} = 0,16\text{хв.}$$

$T_{з.і.} = 0,62 \cdot 6 = 0,12$ хв. – час автоматичної зміни інструментів

Тоді $T_{п.а.} = 4,66 + 0,1 + 0,16 + 0,12 = 5,04$ хв.

Допоміжний час, який не перекривається допоміжним автоматичним часом, визначається

$$T_d = T_y + T_o + T_b \quad (2.12)$$

де $T_y = 0,16$ хв. час на встановлення, подачу до упора і закріплення заготовки [9] С.53 карта 3;

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_0 = 0,35\text{хв.}$ – час пов’язаний з виконанням операції [4] С.79 карта 14;

T_B – час на вимірювання;

Розміри:

$\emptyset 65_{-0,046} - 0,075\text{хв.}$ [4] С.81 карта 15;

$\emptyset 47,7^{+0,035} - 0,13\text{хв.}$ [4] С.86 карта 15;

$\emptyset 56_{-0,74} - 0,06\text{хв.}$ [4] С.84 карта 15;

$20^{+0,52} - 0,12\text{хв.}$ [4] С.81 карта 15;

$M60 \times 2 - 7g - 0,25\text{хв.}$ [3] С.88 карта 15;

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

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

Контроль 25%.

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

Даний час перекривається часом автоматичної роботи, тому не враховується.

$T_d = 0,16 + 0,35 = 0,51\text{хв.}$

Оперативний час складає

$$T_{оп} = T_{п.а.} + T_d \quad (2.13)$$

$T_{оп} = 5,04 + 0,51 = 5,55\text{хв.}$

Час на обслуговування робочого місця і відпочинок становить 7% від оперативного.

$$a_{т.о.} + a_{обс.} + a_{відп.} = \frac{5,55 \cdot 7}{100} = 0,39\text{хв.}$$

Штучний час на виконання операції буде

$$T_{шт} = (5,04 + 0,52) \cdot \left(1 + \frac{0,39}{100}\right) = 5,57\text{хв.}$$

Решту результати розрахунків зводимо у таблицю 2.5.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 2.5 – Норми часу для операцій

Номер і назва операції	T_o	$T_{п.а.}$	T_d	$T_{оп}$	$a_{т.о.} + a_{обс.} + a_{відп.}$	$T_{ит}$
1	2	3	4	5	6	7
005 Токарна з ЧПК	4,66	5,04	0,51	5,55	0,39	5,57
010 Горизонтально-фрезерна	4,5	–	–	–	–	6,2
015 Внутрішньо-шліфувальна	0,375	–	–	–	–	4,8

3. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ НА ОПЕРАЦІЮ

3.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Для виконання операції 010 – горизонтально-фрезерної обробки застосовується спеціалізоване ділильне пристосування з механізмом безпосереднього поділу та ручним затиском заготовки. Дане пристосування призначене для обробки 12 рівномірно розташованих пазів на зовнішній циліндричній поверхні деталі, що забезпечує необхідну точність кроку та взаємного розташування елементів.

Установлення заготовки здійснюється по попередньо обробленому внутрішньому отвору, який насаджується на циліндричну цангу (поз. 10). Осьове базування забезпечується упором заготовки в бурт пристосування, що дозволяє досягти стабільного положення деталі відносно ріжучого інструмента. Остаточне базування відбувається в процесі затиску, що підвищує точність позиціонування та зменшує можливість зміщення заготовки під час обробки.

Закріплення заготовки реалізується шляхом обертання гайки (поз. 4) за годинниковою стрілкою. При цьому тяга (поз. 5) переміщується у лівому напрямку, і її конічна поверхня взаємодіє з внутрішньою поверхнею цанги (поз. 10), викликаючи її радіальне розширення. У результаті цього відбувається надійне затискання заготовки, що гарантує її нерухомість під час фрезерування та забезпечує необхідну жорсткість системи «верстат–пристрої–інструмент–заготовка».

Розтиск заготовки здійснюється при обертанні гайки (поз. 4) у протилежному напрямку. У цьому випадку тяга (поз. 5) переміщується вправо, що призводить до зняття розтискного зусилля з цанги (поз. 10). Цанга повертається у вихідне положення, забезпечуючи вільне зняття обробленої деталі та встановлення наступної заготовки.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Поділ заготовки на необхідну кількість позицій здійснюється за допомогою ділильного механізму, основним елементом якого є ділильний диск (поз. 2), жорстко встановлений на шпинделі (поз. 9). Поворот шпинделя виконується вручну за допомогою штурвала (поз. 3) після попереднього розфіксування механізму. Фіксація та розфіксація шпинделя відносно корпусу пристосування здійснюється за допомогою поворотної ручки (поз. 13), яка жорстко з'єднана з втулкою (поз. 12). Така конструкція забезпечує надійне позиціонування заготовки при кожному кроці поділу та високу точність виконання операції.

Саме пристосування встановлюється на стіл фрезерного верстата своєю базовою поверхнею. Орієнтація пристосування відносно стола забезпечується двома напрямними шпонками, які входять у Т-подібні пази стола верстата. Остаточне закріплення виконується за допомогою двох болтів, що проходять через пази основи корпусу (поз. 1), забезпечуючи жорстке та надійне кріплення пристосування під час роботи.

Застосування даного ділильного пристосування дозволяє підвищити точність обробки, скоротити допоміжний час та забезпечити стабільність технологічного процесу при серійному виготовленні деталей типу «Втулка».

3.2 Розрахунок похибки базування

Оскільки заготовка в пристосуванні базується отвором на розтискну оправку, то для розрахунку вибираємо схему базування із [8] С.29 табл.3.2 п.13, для оброблення паза.

Похибка базування для забезпечення розміру $\varnothing 57h14_{(-0,74)}$ визначається.

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5TD_1 + 2e \quad (3.1)$$

де TD_1 – допуск на розмір отвору заготовки, мм

e – ексцентриситет зовнішньої поверхні відносно отвору;

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$TD_1 = 0,025 - 0 = 0,025$ мм. для розміру отвору $\varnothing 48H7(-0,025)$

$e = 0,005$ мм. – максимально допустимий ексцентриситет, з креслення

тоді $\varepsilon_6 = 0,5 \times 0,025 + 2 \times 0,005 = 0,0225$ мм.

Висновок: Оскільки похибка базування $\varepsilon_6 = 0,0225$ мм. менша від допуску виконуваного розміру $Td_1 = 0,74$ мм., то точність оброблення забезпечується.

3.3 Розрахунок сили затиску

Затиск заготовки здійснюється розтискною цангою на яку встановлюється заготовка отвором, що приводиться в рух за допомогою гвинтового механізму рукою.

Зусилля затиску цанговим механізмом визначається як [8] С.82 табл.3.4:

$$Q = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} P \quad (3.2)$$

де P – вихідна сила, Н;

α – кут конуса цанги, град.; $\alpha = 10^\circ$;

φ – кут тертя між цангою і тягою, град.; $\operatorname{tg} \varphi = f = 0,1 \dots 0,15$ [8] С.82 табл.3.4

Вихідна сила для гвинтового механізму визначається за формулою: [8] С.78 табл.3.4

$$P = \frac{Q \cdot L}{r_{\text{cp}} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{пр}}) + \frac{1}{3} \times \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}} \quad (3.3)$$

де Q – зусилля, що розвивається рукою; $Q=300$ Н.

L – плече до якого прикладається ручна сила, мм;

$2r_{\text{cp}}$ – середній діаметр різьби, мм. $2r_{\text{cp}} = 23$ мм.

α – кут підйому різьби, град; $\alpha = 2^\circ 30'$

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$\varphi_{\text{пр}}$ – приведений кут тертя в різьбі; град., $\varphi_{\text{пр}} = 10^{\circ}30'$

x – коефіцієнт тертя між торцем гайки і шпинделем; $x = 0,1 \dots 0,15$

D – зовнішній діаметр гайки, мм.; $D = 45\text{мм.}$

d – внутрішній діаметр гайки, мм.; $d = 24\text{мм.}$

$$\text{тоді } P = \frac{300 \cdot 90}{11,03 \cdot \text{tg}(2^{\circ}30' + 10^{\circ}30') + \frac{1}{3} \cdot 0,15 \cdot \frac{45^3 - 24^3}{45^2 - 24^2}} = 3475\text{Н}$$

Відповідно зусилля затиску заготовки буде

$$Q = \frac{1}{\text{tg}(10^{\circ} + 0,15)} \cdot 3475 = 4355\text{Н}$$

Висновок: Оскільки сила різання менша $P_z = 3075\text{Н}$ порівняно з зусиллям затиску $Q = 4355\text{Н}$, то виконання операції забезпечене.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Обсяг інвестиції та реалізації проекту технологічного процесу

Визначення вартості будівлі (таблиця 4.1).

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

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

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

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

Таблиця 4.1 – Опис обладнання

Назва обладнання	Тип обладнання	К-сть обладнання	Габаритні розміри, м ²	Корисна площа, м ²	Загальна площа, м ²
Токарно-револьверний з ЧПК моделі 1Е365ПФ30	верстат	1	3,2×1,7	5,4	25
Горизонтально-фрезерний моделі 6Р80Г	верстат	1	1,5×1,9	2,85	13
Внутрішньошліфувальний моделі 3К227В	верстат	1	2,9×2,0	5,5	22
Всього:					$S_{кор}$ 60

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

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{зб} = 60 \cdot 0,5 = 30 \text{ м}^2$$

в) визначення виробничої площі

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

$$S_{вир} = 60 + 30 = 90 \text{ м}^2$$

г) визначення додаткової площі

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

$$S_{дод} = 90 \cdot 0,4 = 36 \text{ м}^2$$

д) визначення загальної площі

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

$$S_{б\ddot{y}\ddot{d}} = 90 + 36 = 126 \text{ м}^2$$

е) визначення вартості будівлі

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

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

$$B_{б\ddot{y}\ddot{d}} = 1500 \times 126 = 189000 \text{ грн.}$$

Визначення вартості обладнання

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

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

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

N_i – кількість одиниць і-го виду обладнання;

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

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

Таблиця 4.2 - Витрати на придбання і монтаж технологічного обладнання

Найменування та устаткування обладнання	Кількість один, шт.	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Повна вартість із врахуванням доставки та монтажу, грн.
Токарно-револьверний з ЧПК моделі 1E365ПФ30	1	734250	734250	991238
Горизонтально-фрезерний моделі 6P80Г	1	25000	25000	33750
Внутрішньошліфувальний моделі 3K227B	1	40000	40000	54000
Всього:	3		799250	1078988

Визначення вартості інструменту.

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

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

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

$$V_{\text{інстр}} = 1078988 \times 0,02 \times 1,1 = 23738 \text{ грн.}$$

Визначення вартості виробничого та господарського інвентарю

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

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

$$V_{\text{інв}} = 1078988 \times 0,03 \times 1,1 = 35607 \text{ грн.}$$

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

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

$$\Pi = 189000 + 1078988 + 23738 + 35607 = 1327333 \text{ грн.}$$

Визначення величини амортизаційних відрахувань

Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою [9]:

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

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

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

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_{\text{інстр}1} = \frac{23738 \times 25}{100} = 5935 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{інв}2} = \frac{35607 \times 25}{100} = 8902 \text{ грн.}$$

$$A_{\text{обл}3} = \frac{1078988 \times 20}{100} = 215798 \text{ грн.}$$

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

Таблиця 4.3 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн.
Будівлі	–	–
Обладнання	1078988	369131
Інструменти та прилади	23738	5935
Виробничий та господарський інвентар	35607	8902
Всього:	1138333	383968

4.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

$$V_M = 1050 \times 1,04 = 1092 \text{ грн}$$

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

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

$K_{\text{тр}} = 1,04$).

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

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

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

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

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

На операцію 005:

$$P_{від1} = \frac{5,49 \cdot 220}{60} = 20 \text{ грн}$$

На операцію 010:

$$P_{від2} = \frac{6,2 \cdot 180}{60} = 19 \text{ грн}$$

На операцію 015:

$$P_{від3} = \frac{4,8 \cdot 180}{60} = 15 \text{ грн}$$

Дані розрахунків слід звести в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок основної заробітної плати

Назва операції	$T_{шт.}$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Відрядна розцінка, грн.
Токарна з ЧПК	5,49	5	220	20
Горизонтально-фрезерна	6,2	4	180	19
Внутрішньошліфувальна	4,8	4	180	15
Всього:	16,49			54

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

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

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

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

n – кількість операцій.

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 54 \times 0,11 = 6 \text{ грн.}$$

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

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

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (54 + 6) = 13 \text{ грн.}$$

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

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

де α_{уео} – відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (225%).

$$B_{\text{уео}} = \frac{225}{100} \times (54 + 6) = 135 \text{ грн.}$$

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

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

де α_{зв} – відсоток загальновиробничих витрат (320%).

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{зв} = \frac{320}{100} \times (54 + 6) = 192 \text{ грн.}$$

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

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

$$S_{\text{вир}} = 1092 + 54 + 6 + 13 + 135 + 192 = 1482 \text{ грн.}$$

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

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

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

$$S_{\text{пов}} = 1316 + \frac{12}{100} \times (54 + 6) = 1324 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зводимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Калькуляція собівартості виробу

Найменування статей витрат	На одиницю продукції
1. Витрати матеріалів	1092
2. Основна заробітна плата виробничих робітників	54
3. Додаткова заробітна плата виробничих робітників	6
4. Відрахування на соціальні заходи	13
5. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	135
6. Загальновиробничі витрати	192
<i>Разом виробнича собівартість (сума 1-6)</i>	1482
7. Позавиробничі витрати	0,15
<i>Повна собівартість, (сума 1-7) у тому числі витрати:</i>	1482,15
– змінні (сума 1-4), $B_{\text{зм.од}}$	1165
– умовно-постійні (сума 5-7), $B_{\text{уп.од}}$	328

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

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

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

$$Ц_{од.пр.} = 1324 \times 1,2 = 1589 \text{ грн.}$$

4.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності випуску виробу проводиться за наступними показниками.

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

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

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

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

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

N_p - річна виробнича програма, од.

$$Pr = (1589 - 1324) \times 3000 = 795000 \text{ грн}$$

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

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

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

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

$$ЧП = 795000 - 795000 \times \frac{18}{100} = 651900 \text{ грн.}$$

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Собівартість всього виробництва розраховується за формулою [9]:

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

$$S_{\text{повq}} = 1324 \times 3000 = 3972000 \text{ грн.}$$

2) Рентабельність продукції визначається за формулою [9]:

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

де P_n - рентабельність продукції, %;

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

$$P_n = \frac{6519000}{3972000} \times 100\% = 16,4\%$$

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

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

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

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

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

$$Q_{\text{кр}} = \frac{984000}{1589 - 1165} = 2321 \text{ од.}$$

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

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

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{кр.в} = 1589 \times 2321 = 3687679 \text{ грн};$$

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

4) Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій. Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою [9]:

$$ГП = ЧП_t + A_t \quad (4.25)$$

де $ГП_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

A_t - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

$$ГП = 651900 + 383968 = 1035868 \text{ грн.}$$

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

$$ЧТВ = ТВ - П \quad (4.26)$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків, грн.

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

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

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

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

(дисконтний множник);

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$TB = \frac{1035868}{(1+0,1)^1} + \frac{1035868}{(1+0,1)^2} = 1797787 \text{ грн}$$

$$ЧТВ = 1797787 - 1327333 = 470454 \text{ грн.}$$

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

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

де IP - індекс прибутковості інвестицій.

$$IP = \frac{1797787}{1327333} = 1,35$$

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

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

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

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

де t - кількість років інвестування.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ГП_{\text{диск}} = \frac{1797787}{2} = 898893,5 \text{ грн.}$$

$$T_{\text{окдиск}} = \frac{1327333}{898893,5} = 1,5 \text{ роки}$$

Підсумки вищенаведених розрахунків слід звести в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 — Показники оцінки економічної ефективності виробництва

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
Річний обсяг виробництва виробу	од.	3000
Собівартість виробу	грн./од.	1316,15
Ціна одиниці виробу	грн./од.	1589
Величина початкових інвестицій	грн.	1327333
Чистий прибуток	грн.	651900
Рентабельність виробу	%	16,4
Безбитковий обсяг виробництва виробу	од.	2321
	грн.	3687679
Чиста теперішня вартість проекту	грн.	470454
Індекс прибутковості	-	1,35
Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,5

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці

На спроектованій дільниці виконується механічна обробка деталі “Втулка”. Згідно з розробленим технологічним процесом, на дільниці встановлено таке основне обладнання:

Токарно-револьверний з ЧПК моделі 1Е365ПФ30– 1 шт.;

Горизонтально-фрезерний моделі 6Р80Г – 1 шт.;

Внутрішньошліфувальний моделі 3К227В – 1 шт.;

Промислове підприємство, на якому розміщено дільницю, згідно з нормами СН 245-71, належить до IV класу з шириною санітарно-захисної зони 100 м. Виробничі будівлі на території розташовані відповідно до ходу технологічного процесу, з урахуванням санітарних, протипожежних вимог, логістики руху транспорту та працівників.

Висота приміщення дільниці становить 4,5 м, розміри виходу — 1,2 м завширшки та 2,2 м заввишки. Ширина основних проходів — 1,5 м, проїздів — 2,5 м. Зовнішні двері оснащені повітряними завісами (тамбуром).

Проектування дільниці здійснено відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010 (вимоги до будівель виробничого призначення), що забезпечує можливість модернізації, реконструкції та перепрофілювання виробництва. Будівля належить до категорії робіт Па, ступінь вогнестійкості — Ша.

На дільниці дотримано заходів безпеки: будівельні конструкції пофарбовані у сигнальні кольори, застосовані знаки безпеки відповідно до ДСТУ ISO 7010:2020.

Для обробки внутрішніх поверхонь використано зносостійку та мийку фарбу. Підлога відповідає вимогам ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016 – вогнестійка, неслизька, герметична, запобігає проникненню рідин і газів у суміжні приміщення.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розташування обладнання враховує технологічні та ергономічні вимоги. Вільні зони навколо верстатів: 1 м — з боку обслуговування, 0,6 м — з протилежного. Устаткування розміщено так, щоб забезпечити потоковість, безпеку праці, доступність до обслуговування й ремонту.

Усі робочі місця оснащені інструкціями з охорони праці. На дільниці впроваджено систему управління охороною праці згідно із Законом України «Про охорону праці». Функціонування забезпечується службою охорони праці, підпорядкованою безпосередньо керівнику підприємства. Основні функції: забезпечення безпеки процесів, технічних засобів, навчання персоналу, контроль за дотриманням норм.

Умови праці належать до категорії допустимих. Атестація робочих місць здійснюється згідно з чинними нормативами.

Мікрокліматичні умови на дільниці відповідають ДСТУ EN ISO 7730:2018:

температура: взимку — 18...20°C, влітку — 21...23°C;

вологість: 40–60%;

тиск: 0,9–1,06·10⁵ Па;

швидкість повітря: взимку — 0,1–0,2 м/с, влітку — до 0,3 м/с;

теплове випромінювання від обладнання — не перевищує 50 Вт/м².

На дільниці передбачена природна вентиляція та загальнообмінна штучна, спроектована згідно з ДБН В.2.5-67:2013. Система опалення — водяна, низького тиску.

Освітлення — комбіноване: природне (через вікна 4,5 м завширшки, з підвіконнями на висоті 1,5 м) та штучне. Загальне освітлення відповідає ДСТУ EN 12464-1:2014:

- робоче — 300 лк;
- евакуаційне — 0,5 лк;
- аварійне — 2 лк всередині, 1 лк на території;
- охоронне — 0,5 лк.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Локальне освітлення здійснюється лампами розжарювання, виключно місцеве — заборонене. Джерела — лампи типу ДРЛ-80.

Шумові та вібраційні параметри не перевищують норм, передбачених ДСТУ ISO 2631-1:2018 та ДСТУ ISO 1996-1:2003.

Усі верстати мають контурне захисне заземлення. Захист від блискавки реалізований згідно з ДСТУ EN 62305 — застосовано стрижневі блискавковідводи, що з'єднані із заземленням обладнання.

За класифікацією ДСТУ 4479:2005, дільниця відноситься до категорії Д за пожежною та вибухопожежною небезпекою. Протипожежне водопостачання проєктоване згідно з ДБН В.2.5-56:2014.

У разі надзвичайної ситуації евакуація здійснюється через два виходи, що ведуть безпосередньо назовні. Дільниця оснащена первинними засобами пожежогасіння: щитом з комплектом піску (0,5 м³), лопатами, вогнегасниками ВВ-5 та ВПУ-2, покривалами, гачками, ломами, сокирами.

Система пожежної сигналізації — електрична, променева, неадресна, типу ЕПС.

5.2 Заходи покращення умов праці на виробничій дільниці

З метою підвищення рівня охорони праці та поліпшення умов праці на спроектованій дільниці з виготовлення деталі “Втулка” пропонується впровадження таких технічних та організаційних заходів:

Оптимізація технологічного процесу шляхом його механізації та автоматизації. Замість використання універсального обладнання пропонується впровадження верстатів-напівавтоматів, що дає змогу значно знизити трудомісткість операцій, підвищити продуктивність праці, а також покращити умови праці операторів.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Перехід на напівавтоматичний цикл обробки, який дозволяє зменшити частку допоміжних ручних операцій на 80%. Це значно знижує фізичне навантаження на працівників і виключає необхідність постійного перебування оператора в робочій зоні верстата під час обробки деталі.

Зменшення ризиків травматизму за рахунок віддалення працівників від зон безпосереднього контакту з обертовими або ріжучими частинами обладнання. Таким чином підвищується рівень безпеки на робочих місцях.

Модернізація парку обладнання, що включає заміну застарілих універсальних верстатів на сучасні напівавтомати, які відповідають сучасним вимогам безпеки, ергономіки та енергоефективності.

Атестація нових робочих місць, яка дозволить офіційно підтвердити відповідність умов праці чинним нормативам охорони праці, визначити клас шкідливості та вжити додаткових заходів у разі потреби.

Запропоновані заходи сприятимуть створенню безпечного виробничого середовища, підвищенню ефективності роботи та зниженню ризиків професійних захворювань і виробничого травматизму.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

На основі аналізу конструктивних та технологічних особливостей деталі обґрунтовано вибір заготовки — трубчастого безшовного прокату, що забезпечує зменшення припусків на механічну обробку, зниження матеріаломісткості та підвищення економічної ефективності виробництва.

Розроблено маршрутний та операційний технологічний процес, який включає повну послідовність обробних операцій. Виконані розрахунки режимів різання, припусків, проміжних розмірів і норм часу дозволили визначити оптимальні параметри обробки та забезпечити стабільність технологічного процесу.

У роботі здійснено вибір та обґрунтування пристосування для виконання технологічної операції. Розглянуто його призначення, будову та принцип роботи. Розроблено схему базування деталі та виконано розрахунок похибки базування, що підтверджує забезпечення необхідної точності обробки. Проведено розрахунок зусиль затиску, який гарантує надійну фіксацію деталі під час обробки.

В економічній частині визначено обсяг інвестицій, необхідних для впровадження розробленого технологічного процесу, та виконано розрахунок собівартості обробки деталі. Проведена оцінка економічної ефективності показала доцільність впровадження запропонованих рішень, що забезпечують зниження витрат і підвищення рентабельності виробництва.

У розділі охорони праці та безпеки життєдіяльності проаналізовано умови праці на виробничій дільниці, визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Запропоновано комплекс заходів щодо покращення умов праці, зокрема підвищення рівня безпеки обладнання, покращення мікроклімату, освітлення та зниження рівня шуму, що сприяє створенню безпечного виробничого середовища.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

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

Отримані результати підтверджують, що розроблений технологічний процес виготовлення деталі «Втулка» є технічно обґрунтованим, економічно ефективним і може бути рекомендований до впровадження у виробництво.

					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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

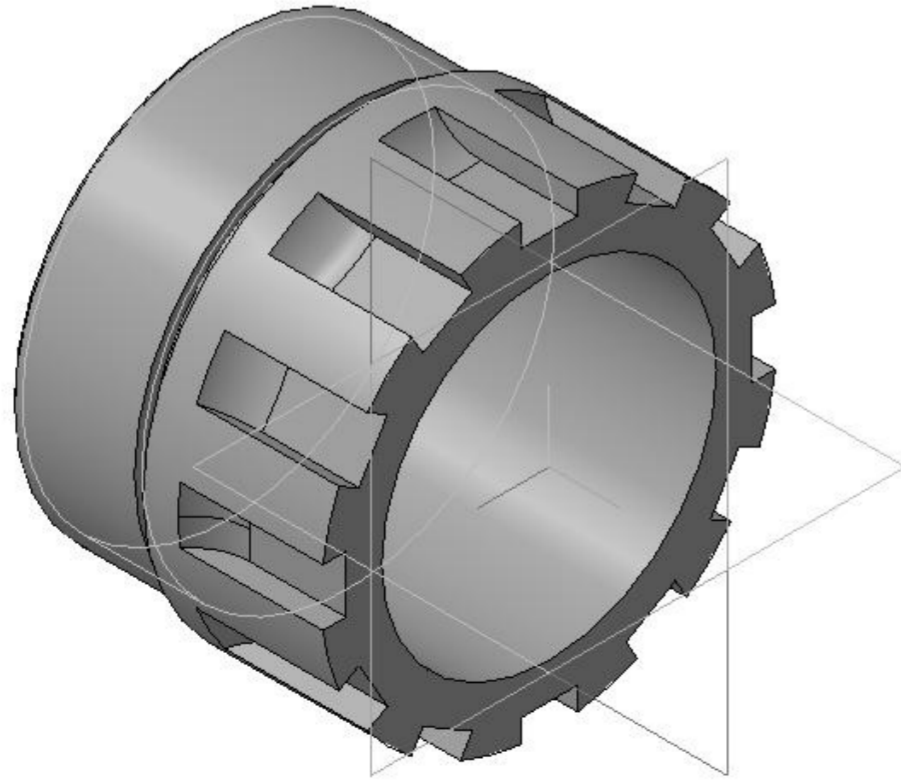
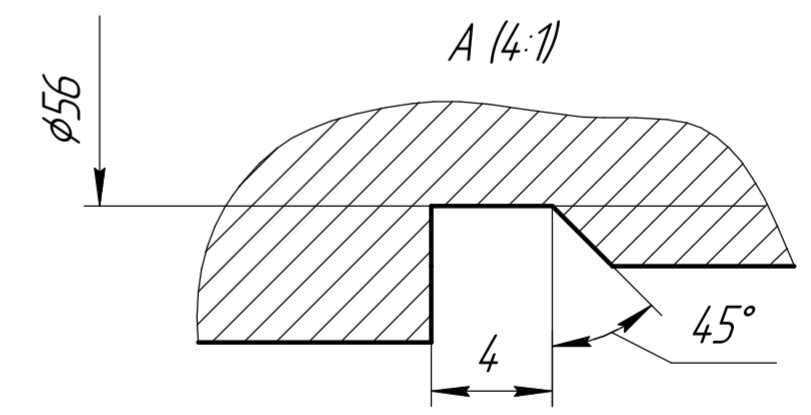
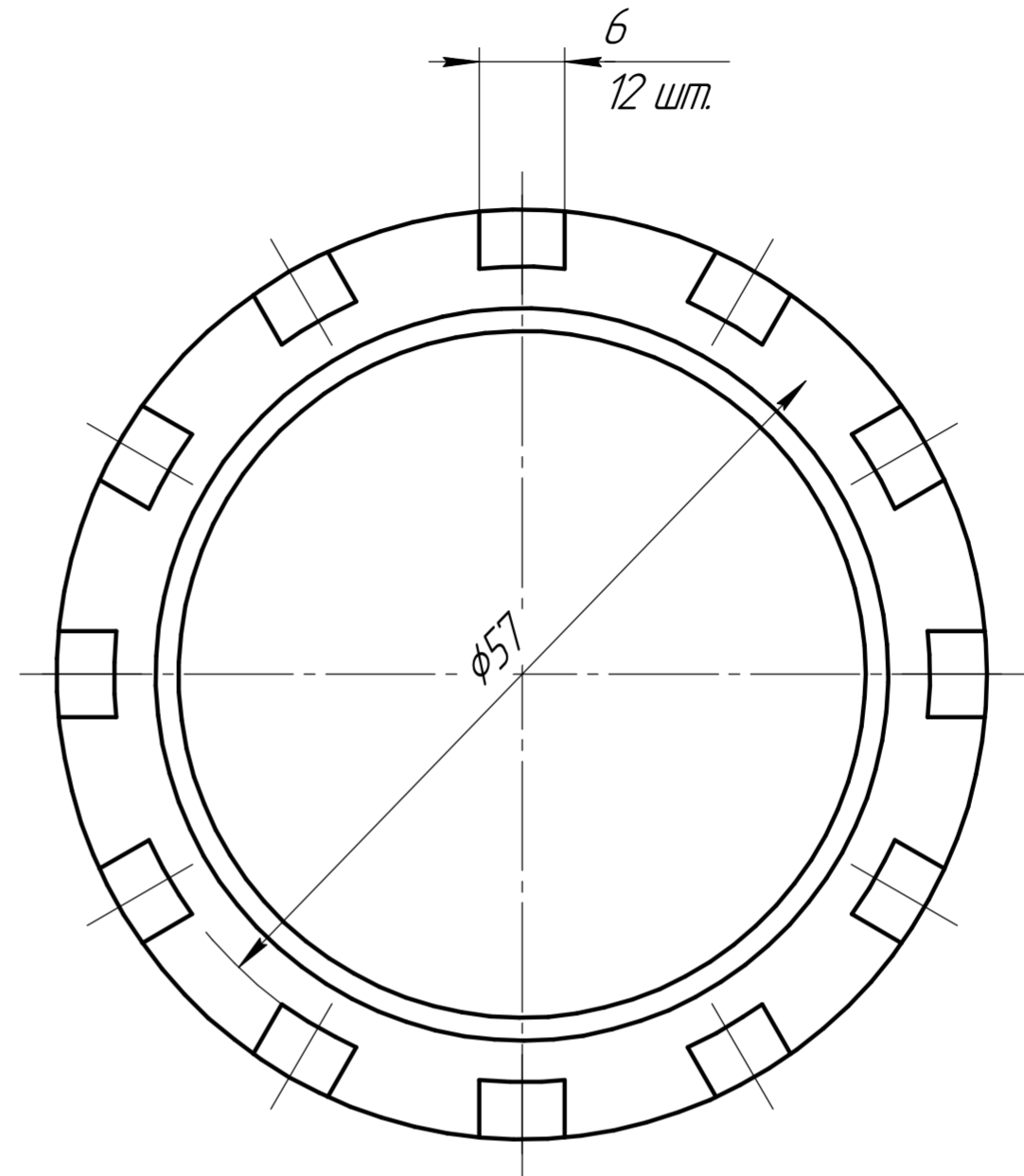
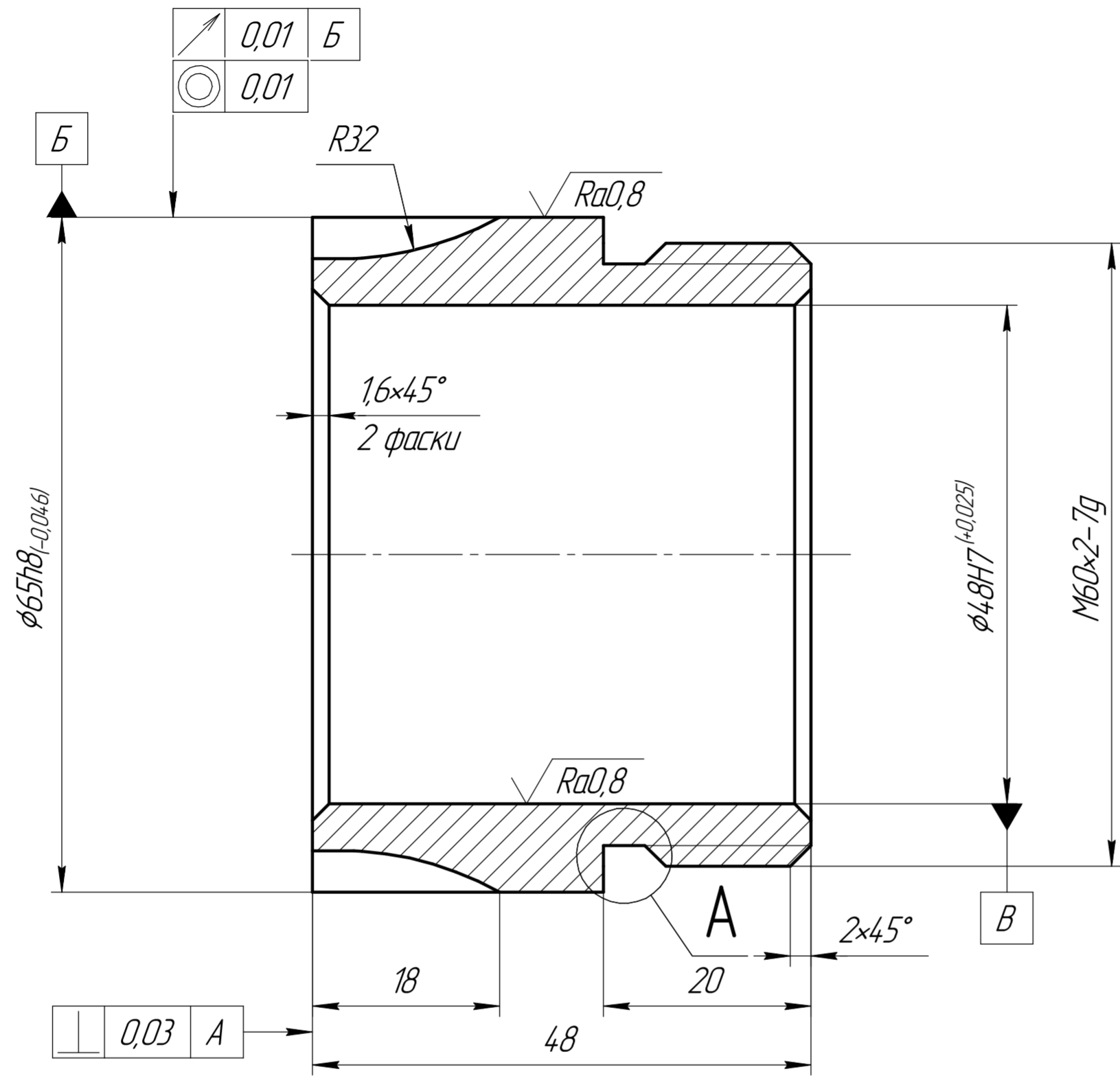
					26.КВР.400.01.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	Кільк.	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			26.КВР.400.01.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
БК	1		26.КВР.400.01.00.001	Корпус	1	
БК	2		26.КВР.400.01.00.002	Диск ділильний	1	
БК	3		26.КВР.400.01.00.003	Штурмвал	1	
БК	4		26.КВР.400.01.00.004	Гайка	1	
БК	5		26.КВР.400.01.00.005	Тяга	1	
БК	6		26.КВР.400.01.00.006	Кришка	2	
БК	7		26.КВР.400.01.00.007	Фіксатор	1	
БК	8		26.КВР.400.01.00.008	Вушко	1	
БК	9		26.КВР.400.01.00.009	Шпindelь	1	
БК	10		26.КВР.400.01.00.010	Цанга	1	
БК	11		26.КВР.400.01.00.011	Гайка	1	
БК	12		26.КВР.400.01.00.012	Втулка	1	
БК	13		26.КВР.400.01.00.013	Ручка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		14		Підшипник кульковий	1	
		15		Підшипник роликовий	1	
		16		Гвинт М5	2	
		17		Вісь	1	
		18		Пружина	1	

26.КВР.400.01.00.000

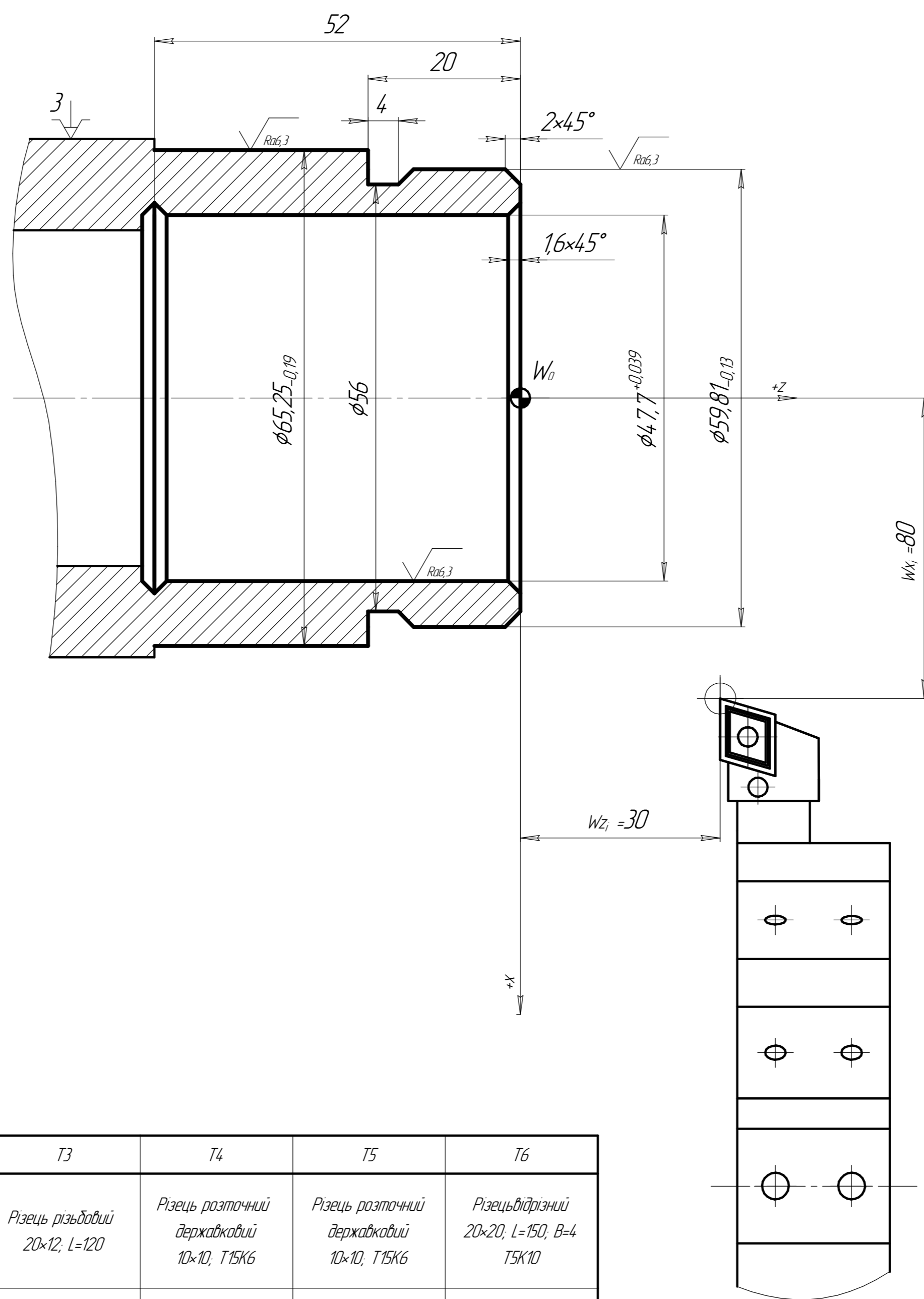
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разроб.		Вельотнік			Літ.	Аркцш	Аркцшів
Перевір.		Кодельник			Н	1	2
Реценз.					ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Волошин					
Затвер.							
					<p>Приспосовування ділильне для фрезерного верстату 6Р80Г</p>		



- Невказані граничні відхилення розмірів: h14; H14; ±IT14/2.
- Гострі краї притупити.

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

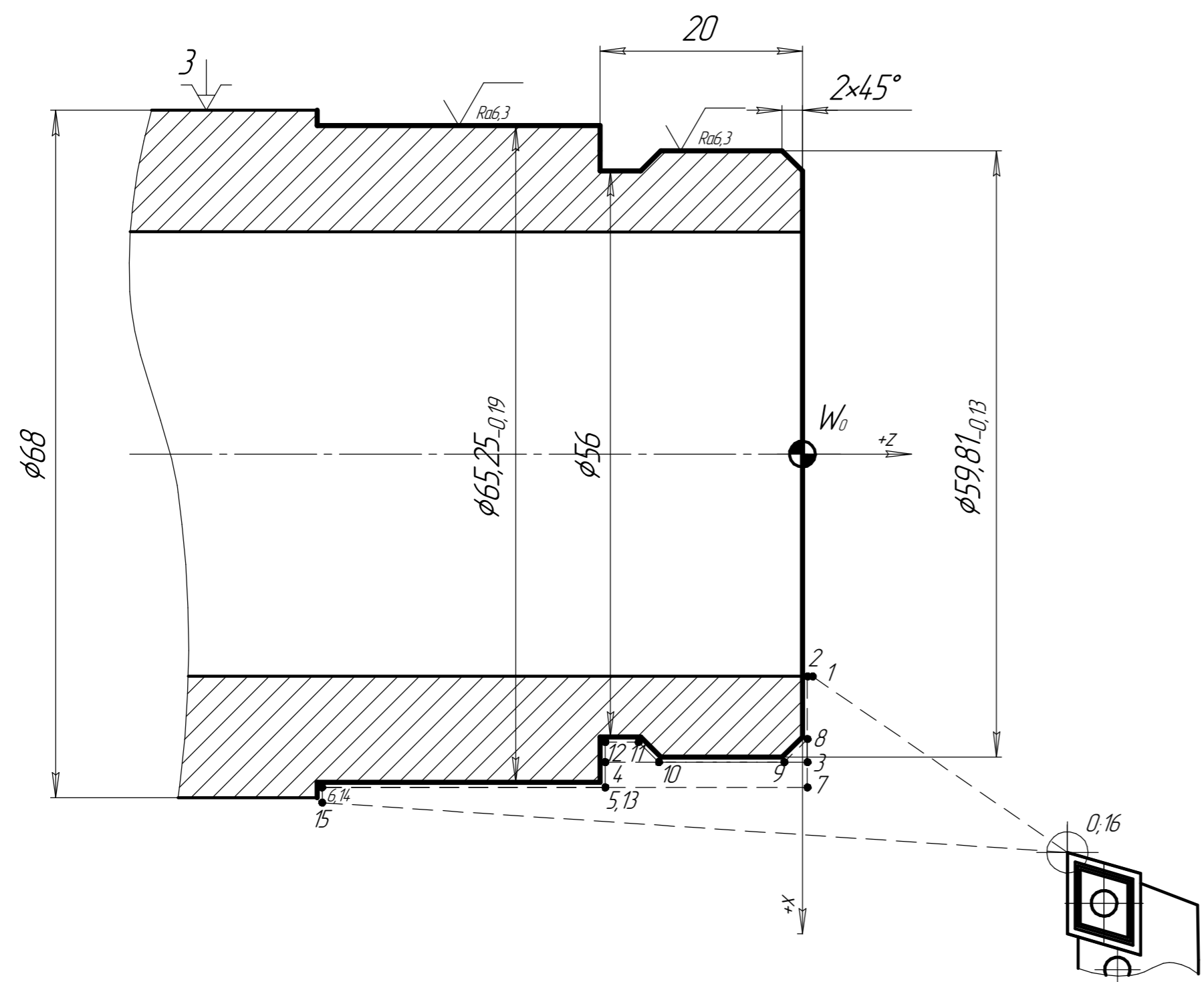
				26.KBP.400.01.00.000			
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Втулка		
Разроб.	Вельотник						
Перевір.	Кодельник				Лит.	Маса	Масштаб
Т. контр.					Н	0,26	2:1
Реценз.					Аркш		Аркшів 1
Н. контр.	Волошин				Сталь 30 ДСТУ 7809:2015		ТК ТНТУ, гр. МГ-400
Затв.							м. Тернопіль



№ позиції	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Різьбильний інструмент	Держак HDJNL2525M1305 Пластина DNMG130508FMTT3115 ISOPO5	Держак HDJNL2525M1305 Пластина DNMG130508FMTT3010 ISOPO5	Різець різьбовий 20x12, L=120	Різець розточний державковий 10x10, T15K6	Різець розточний державковий 10x10, T15K6	Різець відрізний 20x20, L=150, B=4 T5K10
Допоміжний інструмент	-	-	-	Держак з комплекту верстату	Держак з комплекту верстату	-
W _x	80	80	80	0	0	80
W _z	30	30	30	40	40	48

Зм	Арх	Нрідаким	Підпис	Дата	26.KBP.4.00.01.00.000 KH		
Розроб	Вельетник				Карта налагодження токарного верстату з ЧПК CAK5085d		
Перевір	Кодельник				Лит	Маса	Масштаб
Т. контр.					Н	-	-
Реценз					Аркши	Аркши в 1	
Н. контр.	Волошин				ВСТ "ФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		
Затв							

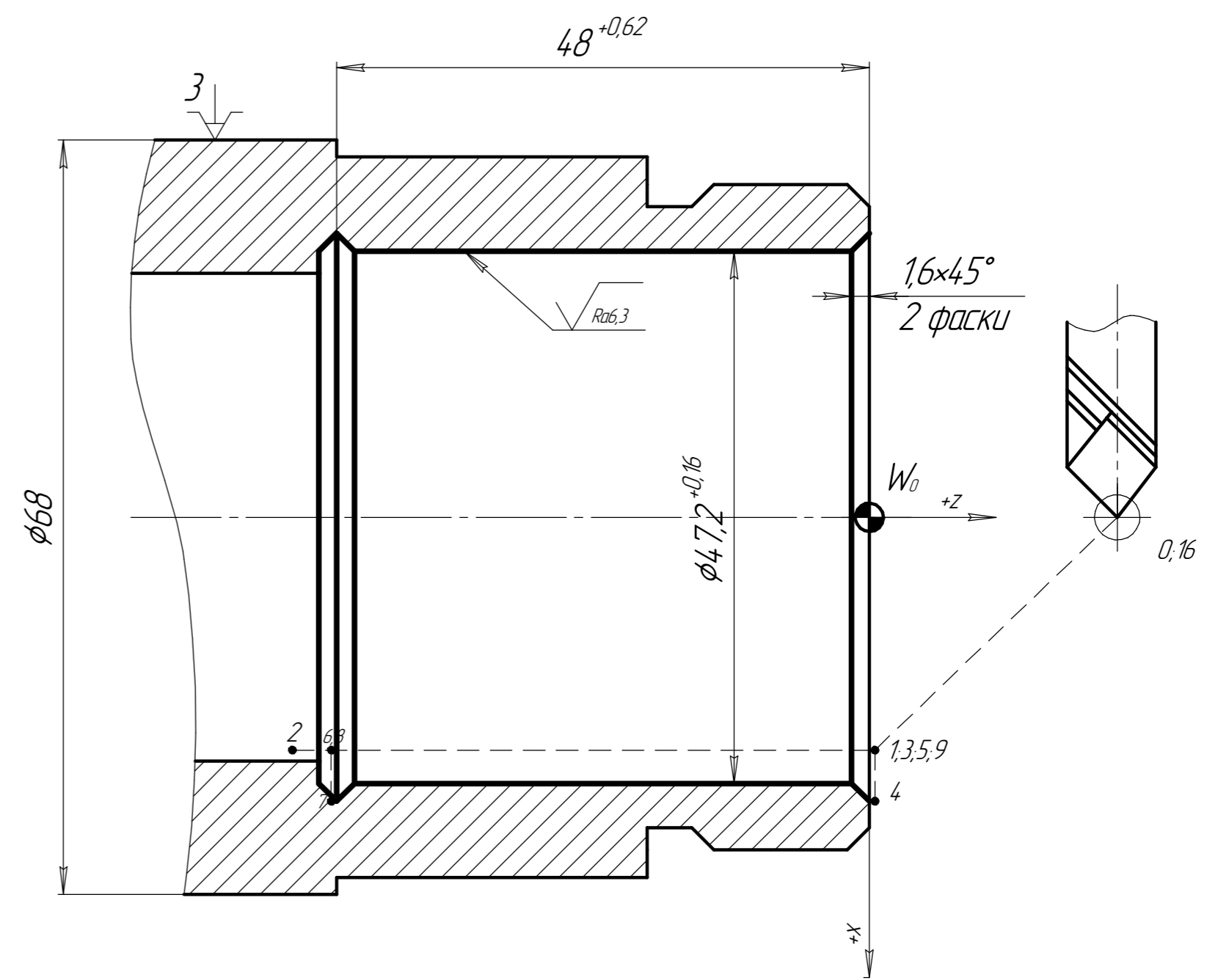
Перехід 02 ; 03



T1 Держак HDJNL2525M1305; Пластина DNMG130508FMTT3115ISOPO5

№ точки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
x	80	22	22	31	31	33,125	33,125	33,125	28	29,92	29,99	28	28	32,625	32,625	34	80
z	30	1	0	0	-20	-20	-52	0	0	-2	14	16	16	20	52	52	30

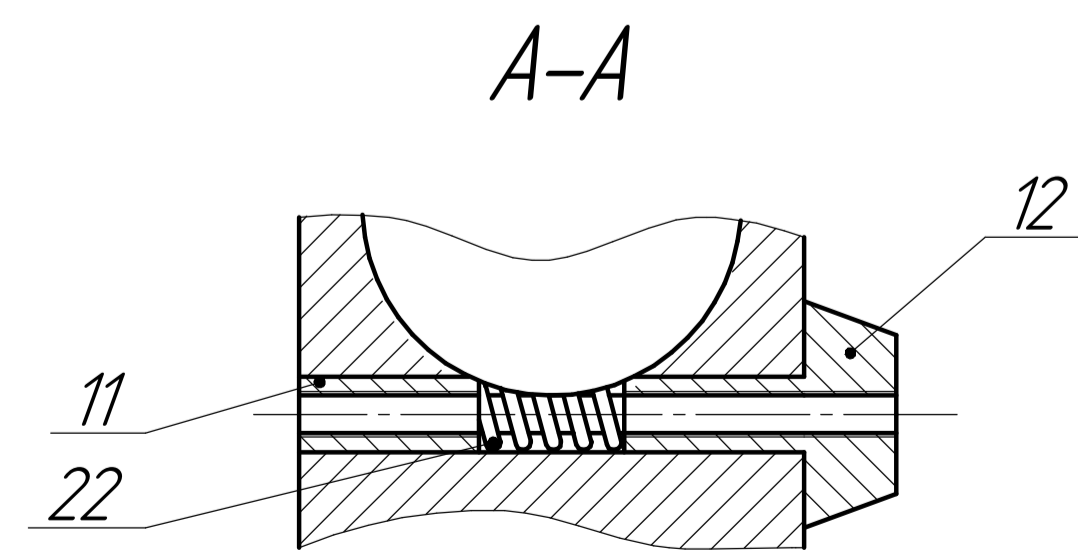
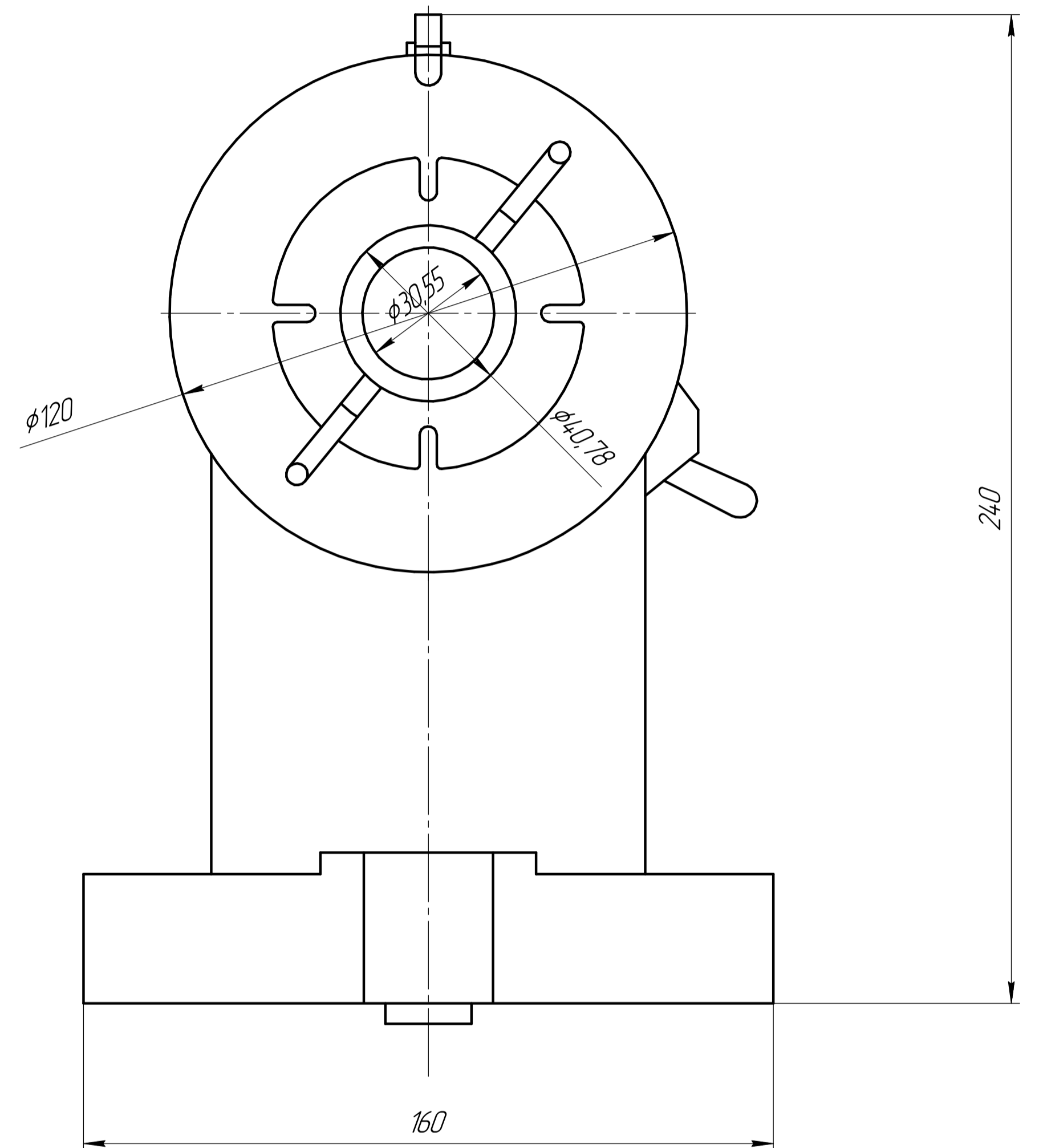
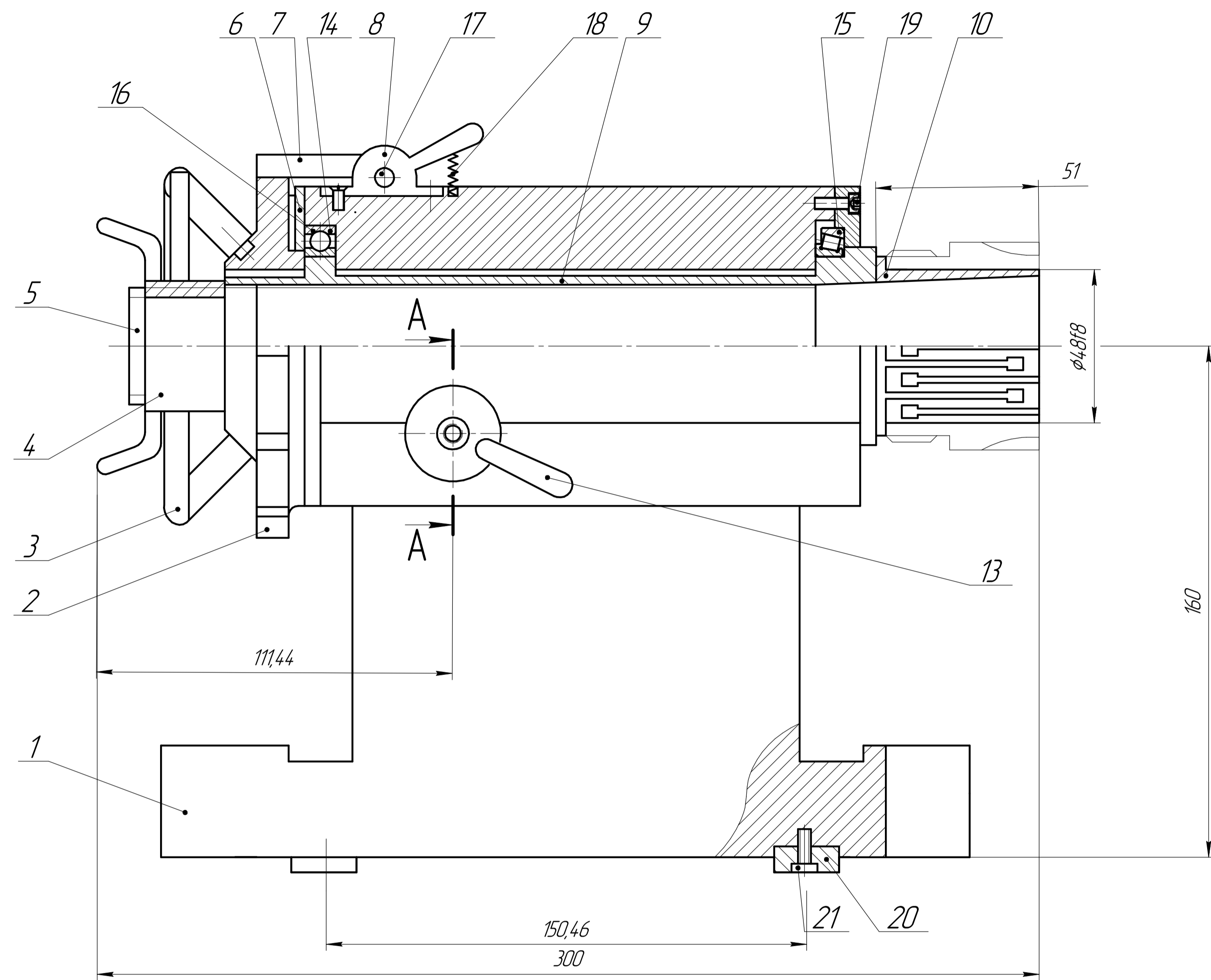
Перехід 06 ; 07



T4 Різець розточний державковий 10x10; T15K6

№ точки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x	0	23,1	23,1	23,1	25,6	23,6	23,6	25,6	23,6	23,6	0
z	40	1	52	0	0	-2,5	-4,8	-4,8	-4,8	1	40

Зм	Арх	Нрідаким	Підпис	Дата	26.KBP.4.00.01.00.000 PTK		
Розроб	Вельетник				Розрахунково-технологічна карта на ОО5 токарну операцію з ЧПК		
Перевір	Кодельник				Лит	Маса	Масштаб
Т. контр.					Н	-	-
Реценз					Аркши	Аркши в 1	
Н. контр.	Волошин				ВСТ "ФК ТНТУ", МГ-400 м. Тернопіль		
Затв							



1 * Розмір для довідок.
2. Обладнання - БР80Г.

					26.KBP.4.00.01.00.000 СК		
Зм.	Арх.	М'якийм.	Підпис.	Дата.	Лист.	Маса	Масштаб
Розроб.	Вельопник				Н	27	1:1
Перевір.	Кодельник				Архив 1		
Т. контр.					ВСП "ТФК ТНТУ", МГ-400		
Реценз.					м. Тернопіль		
Н. контр.	Волошин						
Затв.							

Пристосування ділильне
для фрезерного верстату БР80Г
складальне креслення