

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет дизайну машин та захисту довкілля
(назва факультету)

Кафедра технології машинобудування
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

6.131.221397.ПЗ

на тему: Розробка технологічного процесу виготовлення вісі барабану
лебідки кранової в дрібносерійному виробництві
за освітньою програмою Технології машинобудування
зі спеціальності: 131 - Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ІМ01-22т

	<u>(підпис студента)</u>	/ <u>Віктор КОТ</u> / (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Керівник:	<u>(підпис)</u>	/ <u>ст. викладач Владлен КАРАБУТ</u> / (посада, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Нормоконтролер:	<u>(підпис)</u>	/ <u>доц. Сергій БОНДАРЕНКО</u> / (посада, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:			
<u>Аналітична частина</u> (назва розділу)	<u>(підпис)</u>	/ <u>ст. викладач Владлен КАРАБУТ</u> / (посада, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)	
<u>Основна частина</u> (назва розділу)	<u>(підпис)</u>	/ <u>ст. викладач Владлен КАРАБУТ</u> / (посада, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)	
<u>Охорона праці та захист</u> <u>навколишнього середовища</u> (назва розділу)	<u>(підпис)</u>	/ <u>доц. Ярослав РОМАНЬКО</u> / (посада, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)	

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з
праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент (підпис)

Дніпро – 2026 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty of Machine Design and Environmental Protection

(faculty)

Department of Mechanical Engineering Technology

(department)

Descriptive Note

to Bachelor's qualification work

(higher education degree)

6.131.221397.ПЗ

on the topic: Development of the technological process for manufacturing an axle of a winch crane drum in small-batch production

under study program Mechanical engineering technology

Speciality: 131- applied mechanics

(speciality and its code)

Done by the student of the group: IM01-22Т Viktor KOT

(name, surname)

Scientific Supervisor: /senior teacher Vladlen KARABUT/

(position, name, surname)

Normative controller : / docent Serhii BONDARENKO /

(position, name, surname)

Supervisors

Analytical part

(Chapter title heading)

/senior teacher Vladlen KARABUT/

(position, name, surname)

Basic part

(Chapter title heading)

/senior teacher Vladlen KARABUT/

(position, name, surname)

Labor protection and
protection environment

(Chapter title heading)

/ docent Yaroslav ROMANKO /

(position, name, surname)

/

/

(Chapter title heading)

(position, name, surname)

Dnipro – 2026

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Дизайну машин та захисту довкілля
Кафедра: Технології машинобудування
Рівень вищої освіти: Бакалаврський
Освітня програма: Технології машинобудування
Спеціальність: 131 – Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування
_____ Світлана НЕГРУБ
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Дата _____

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу бакалавра
(ступінь вищої освіти)

студенту Коту Віктору Костянтиновичу
(Прізвище, Ім'я, По батькові)

1. Тема роботи: Розробка технологічного процесу виготовлення вісі барабану
лебідки кранової в дрібносерійному виробництві

Керівник роботи: Карабут Владлен Миколайович
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "___" _____ 202_ року № _____

2. Строк подання студентом роботи: _____._____.202_ р.

3. Вихідні дані до роботи: 3.1 Креслення деталі; 3.2 Складальне креслення вузла;
3.3 Типовий технологічний процес виготовлення деталі; 3.4 Річна програма випуску
деталі – 100 шт. 3.5 Верстатомісткість механічної дільниці – 100000 верст. год.;
3.6 Відомість обладнання механічної дільниці.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина: техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи,
аналіз діючого технологічного процесу.

4.2 Основна частина: проектування технологічного процесу виготовлення деталі,
розрахунок і проектування технологічної оснастки, проектування механічної дільниці,
розрахунок економічної ефективності проектних рішень.

4.3 Охорона праці та захист навколишнього середовища: аналіз умов праці та
пожежної безпеки, заходи поліпшення умов праці та захисту навколишнього
середовища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

5.1 Креслення деталі з 3D моделлю – 1 лист А1; 5.2 Креслення заготовки з
3D моделлю – 1 лист А2; 5.3 Технологічні налагодження – 1 лист А1;

5.4 Креслення верстатного пристрою – 1 лист А1; 5.5 План розташування
технологічного обладнання – 1 лист А1.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Аналітична частина	Карабут В.М., ст. викладач		
Основна частина	Карабут В.М., ст. викладач		
Охорона праці та захист навколишнього середовища	Романько Я.В., доц.		

7. Дата видачі завдання: 06 квітня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	2026.04.17	
2	Основна частина	2026.05.20	
3	Охорона праці та захист навколишнього середовища	2026.05.24	
4	Оформлення пояснювальної записки	2026.05.27	
5	Виконання презентаційної частини роботи	2026.05.30	
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	2026.06.01	
7	Захист кваліфікаційної роботи в Екзаменаційній комісії	2026.06.19	

Студент

(підпис)

Віктор КОТ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Владлен КАРАБУТ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

[illegible]

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

(ступінь вищої освіти)

____ с., ____ рис., ____ табл., __ додатків, ____ джерел, ____ креслень.

Об'єкт розробки – технологічний процес виготовлення деталі вісі барабану лебідки кранової.

Мета розробки – комплексна розробка технологічного процесу виготовлення деталі вісі барабану лебідки кранової та ескізне проектування механічної ділянки.

Розроблено раціональний технологічний процес виготовлення деталі, який містить вибір оптимального варіанту отримання заготовки, розрахунок і визначення припусків на обробку. Призначено оптимальний маршрут обробки, вибрано нове виробниче обладнання, ріжучий та вимірювальний інструмент. Розроблено комплект технічної документації, технологічні наладки, швидкодіючий верстатний пристрій.

Розроблені вихідні дані для проектування механічної ділянки для виготовлення деталей. Проведено економічний аналіз показників запровадженого технологічного процесу та розглянуті шкідливі і небезпечні чинники на механічній ділянці та заходи по їх усуненню.

Ключові слова: ВІСЬ, ЗАГОТОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, УСТАТКУВАННЯ, ПРИПУСК, РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, МЕХАНІЧНА ДІЛЯНКА, СОБІВАРТІСТЬ

					6.131.221397.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кот В.К.			РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.
Перев.		Карабунт В.М.				1	1
Реценз.						МОНУ УДЧНТ кафедра ТМ група ІМ01-22т	
Н. контр.		Бондаренко С.В.					
Затв.		Незгруд С.Л.					

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	
1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи.....	
1.1.1 Службове призначення виробу та деталі.....	
1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
1.1.3 Визначення типу виробництва.....	
1.2 Аналіз типового технологічного процесу.....	
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	
2.1 Проектування технологічного процесу.....	
2.1.1 Вибір методу і економічне обґрунтування способу отримання заготовки.....	
2.1.2 Вибір методів обробки поверхонь.....	
2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз.....	
2.1.4 Формування маршруту виготовлення деталі.....	
2.1.5 Вибір технологічного обладнання.....	
2.1.6 Визначення припусків на обробку й розмірів заготовки.....	
2.1.6.1 Розрахунково-аналітичний метод визначення величин припусків на механічну обробку поверхні деталі.....	
2.1.6.2 Розмірний аналіз і визначення операційних розмірів з допусками.....	
2.1.7 Вибір пристосувань.....	
2.1.8 Вибір ріжучого і допоміжного інструменту.....	
2.1.9 Вибір засобів технічного контролю.....	
2.1.10 Проектування технологічного процесу обробки деталі.....	
2.1.11 Визначення режимів обробки на деталь.....	

					6.131.221397.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Кот В.К.			ЗМІСТ			Літ.	Арк.	Аркуші	
Перев.		Карадунт В.М.								1	2
Реценз.								МОНУ УДУНТ кафедра ТМ група ІМО1-22т			
Н. контр.		Бондаренко С.В.									
Затв.		Негруд С.І.									

2.1.12	Технічне нормування технологічного процесу.....
2.1.13	Проектування технологічних наладок.....
2.2	Розрахунок і проектування верстатного пристосування.....
2.2.1	Аналіз вихідних даних.....
2.2.2	Вибір принципової схеми.....
2.2.3	Силовий розрахунок верстатного пристосування.....
2.2.4	Аналіз дії сил і визначення коефіцієнта запасу.....
2.2.5	Вибір найбільш несприятливої ситуації.....
2.2.6	Розрахунок затискного пристрою.....
2.2.7	Оцінка точності пристосування.....
2.2.8	Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування.....
2.3	Розробка вихідних даних для проектування механічної дільниці.....
2.3.1	Аналіз початкових даних для проектування дільниці цеху.....
2.3.2	Розрахунок кількості виробничого устаткування дільниці.....
2.3.3	Розрахунок кількості робітників дільниці цеху.....
2.3.4	Розрахунок виробничої площі дільниці цеху.....
2.4	Оцінка економічної ефективності проектних рішень.....
2.4.1	Характеристика об'єкту модернізації та його продукції.....
2.4.2	Розрахунок технологічної собівартості продукції.....
2.4.3	Економічна ефективність проектних рішень та їх вплив на техніко-економічні показники роботи дільниці.....
3	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....
3.1	Загальна характеристика умов праці.....
3.2	Техніка безпеки та пожежна профілактика.....
3.3	Захист навколишнього середовища.....
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....
	ДОДАТКИ.....

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Мета випускної роботи є розробка економічно вигідного технологічного процесу виготовлення деталі вісі барабану лебідки кранової та видача вихідних даних для проектування механічної дільниці з виробництва типових деталей.

Завдання випускної роботи є:

- вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі вісі барабану лебідки кранової використовуючи принцип концентрації операцій і впровадження спеціальних верстатів і верстатів з ЧПК;
- запропонувати оптимальний варіант отримання заготовки, що дозволяє зменшити собівартість заготовки;
- виконати розмірний аналіз для визначення оптимальних припусків на механічну обробку, що зменшить трудомісткість виготовлення деталі вісі барабану лебідки кранової;
- спроектувати верстатне пристосування, що дозволяє скоротити допоміжний час на установку і закріплення заготовки;
- спроектувати механічну дільницю і виконати розміщення обладнання згідно з типом виробництва;
- розрахувати собівартість продукції і визначити економічну ефективність від впровадження проектних рішень;
- розглянути основні шкідливі і небезпечні виробничі фактори, які мають місце на виробничій ділянці, а також запропонувати заходи щодо їх зменшення.

					6.131.221397.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Кот В.К.			ВСТУП			Літ.		Арк.	Аркушів	
Перев.		Караб'ют В.М.								1	1	
Реценз.								МОНУ УДУНТ кафедра ТМ група ІМ01-22т				
Н. контр.		Бондаренко С.В.										
Затв.		Незгруд С.Л.										

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Техніко - економічний аналіз вихідних даних роботи

1.1.1 Службове призначення виробу та деталі

Лебідка кранова (рисунок 1.1) це вантажопідйомний механічний пристрій. Вона призначена для підйому, опускання і переміщення важких вантажів за допомогою троса [26].



Рисунок 1.1 – Лебідка кранова

Деталь «Вісь» (рисунок 1.2), яка входить до складу барабану лебідки кранової (рисунок 1.3), призначена для передачі крутного моменту на барабан лебідки кранової [26].

					6.131.2221397.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА		
Розроб.	Кот В.К.						
Перев.	Карабунт В.М.						
Реценз.							
Н. контр.	Бондаренко С.В.						
Затв.	Негрюб С.І.				Літ. Арк. Аркуші		
					1 6		
					МОНУ УДУНТ кафедра ТМ група ІМ01-22т		

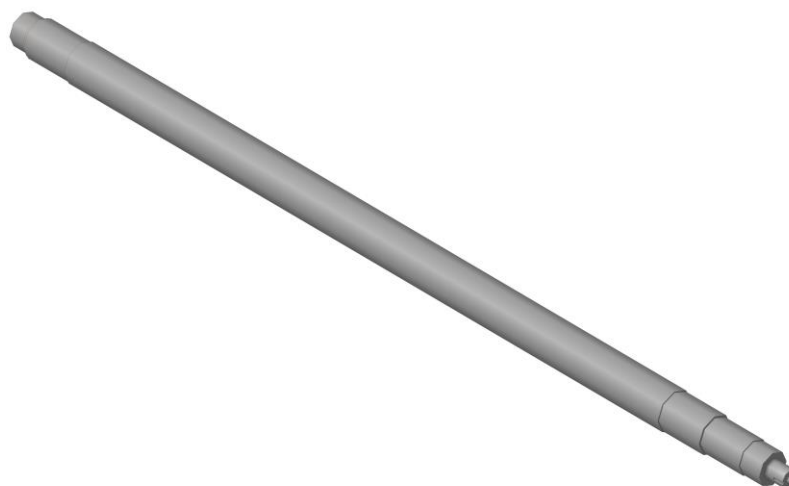


Рисунок 1.2 – Деталь «Вісь»

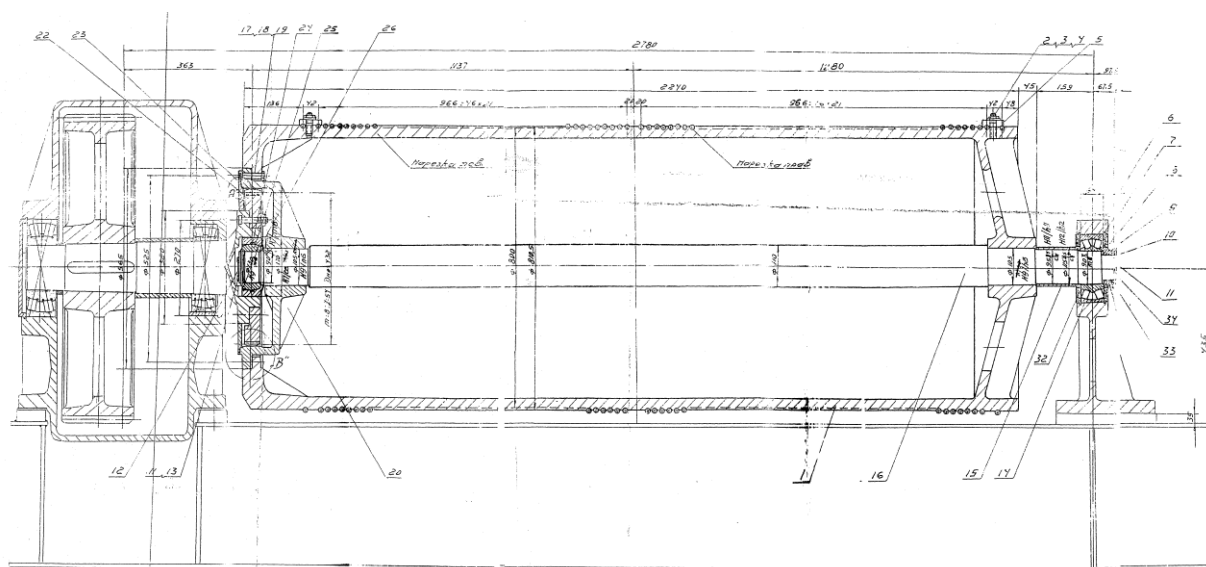


Рисунок 1.3 – Ескіз барабану лебідки кранової

1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Конфігурація вісі (рисунок 1.4) сприяє можливості швидкого і точного базування на верстатах при обробці. В якості технологічних баз використовують циліндричні поверхні, торці і центрові отвори, в залежності від виду обробки [2].

Вісь виготовляється зі Сталь 45 ГОСТ 1050-2013, хімічний склад якої приведено у таблиці 1.1. Має твердість HB 197...229. Цей матеріал добре обробляється, переносить температурні впливи [2].

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція деталі має достатню твердість, що допускає застосування швидкодіючих верстатних пристосувань і високопродуктивних методів обробки.

Розміри на кресленні проставлені вірно, повно і зручно для контролю [2].

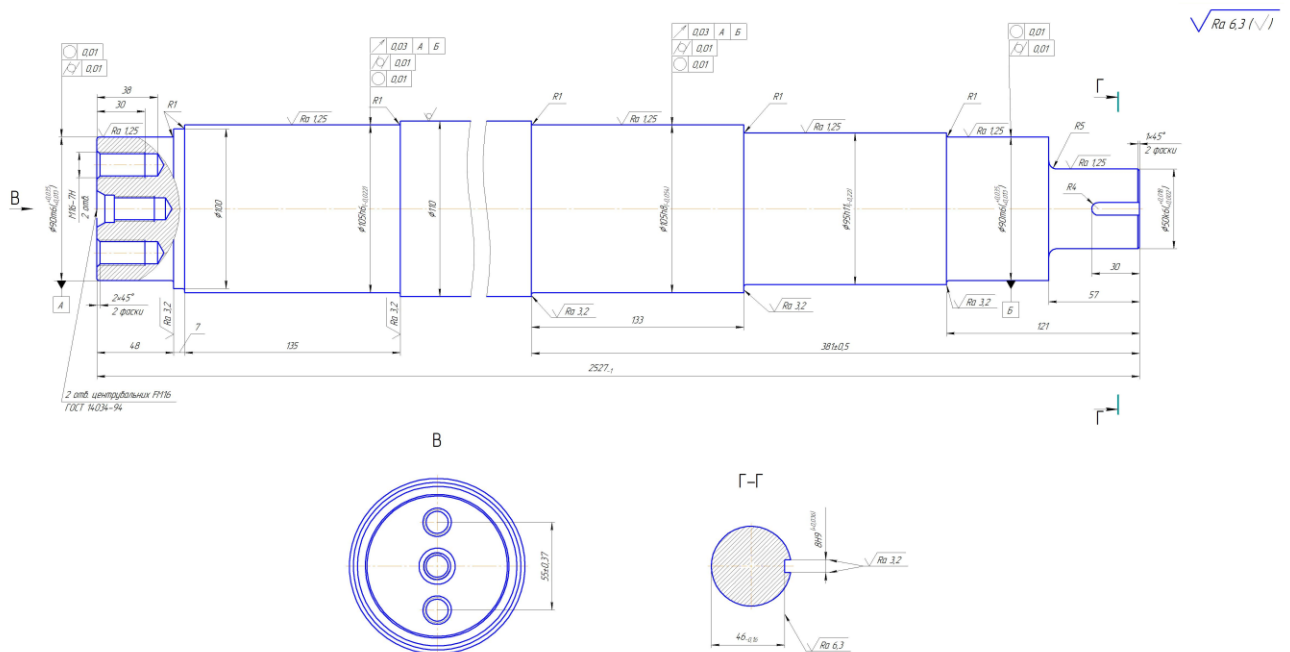


Рисунок 1.4 - Ескіз деталі «Вісь»

Конфігурація деталі забезпечує вільний доступ ріжучих і вимірювальних інструментів до всіх поверхонь обробки.

Проаналізувавши технологічний процес виготовлення деталі «Вісь» приходимо до наступного висновку, що деталь технологічна.

Конструкція вісі має достатню жорсткість, що допускає вести обробку з високими режимами різання [2].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад Сталь 45 ГОСТ 1050-2013, %

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
			не більше	не більше	не більше	
0,42-0,5	0,50-0,80	0,17-0,37	0,25	0,3	0,035	

1.1.3 Визначення типу виробництва

Тип виробництва залежить від річної програми, характеристики виробів, трудомісткості виготовлення основних деталей [2].

Для визначення типу виробництва необхідно визначити такт випуску [2]:

$$\tau_B = \frac{60 \times F\partial \times K_U}{N}, \quad (1.1)$$

де $F\partial$ – дійсний річний фонд часу роботи. $F\partial=4060$ годин при двох-змінній роботі [2].

K_U – коефіцієнт, що враховує втрати часу з організаційно-технічних причин, втрати від переналагодження обладнання та т. і.

N – річна програма випуску деталей в шт., $N = 100$ шт.

Тоді

$$\tau_B = \frac{60 \cdot 4060 \cdot 0,9}{100} = 2192,4 \text{ хв./шт.}$$

Коефіцієнт серійності визначаємо по формулі [2]:

$$K_C = \frac{\tau_B}{T_{шт.ср.}}, \quad (1.2)$$

де $T_{шт.ср.}$ – середній штучний час з основних операцій, визначаємо по формулі [2]:

$$T_{шт.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт.i}}{n}, \quad (1.3)$$

де $T_{шт.i}$ – штучний час i -тої операції,

n – число основних операцій типового технологічного процесу.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Попередньо $T_{шт.ср.}$ розраховується за трудомісткістю типового технологічного процесу з урахуванням коефіцієнта посилення.

$$T_{шт.ср.} = \frac{335,6}{6} = 55,9 \text{ хв.}$$

Тоді коефіцієнт серійності

$$K_c = \frac{2192,4}{55,9} = 39,2$$

При $K_c < 40$ – тип виробництва – дрібносерійний [2].

Для даного типу виробництва характерний не потоковий метод виробництва, тобто устаткування розташовується за принципом однорідності обробки (токарська ділянка, фрезерна ділянка й ін.) або в послідовності технологічних операцій для однієї або декількох деталей. Обробка деталей виробляється партіями, час виконання операцій на одних верстатах не погоджено згодом операції на інші й деталі під час роботи зберігаються у верстатів, а потім транспортуються цілою партією [2].

Розмір партії деталей, що запускають у виробництво, визначається по формулі [2]:

$$n = \frac{N \cdot f}{\Phi} \quad (1.4)$$

де N – річна програма випуску виробів в штуках;

f – число днів, на які необхідно мати запас деталей на складі, приймаємо $f = 5$ днів [2];

Φ – число робочих днів у році, $\Phi = 252$ днів [2].

Тоді

$$n = \frac{100 \cdot 5}{252} = 1,98 \text{ шт.}$$

Приймаємо партію запуску деталей у виробництво $n = 2$ шт.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз типового технологічного процесу

Після аналізу типового технологічного процесу представимо його у вигляді таблиці А.1 у Додатку А.

На розточних операціях у якості баз використовують циліндричні поверхні і торці.

На токарних операціях у якості баз використовують циліндричні поверхні, торці і центрові отвори.

На фрезерній операції у якості бази використовуються циліндричні поверхні і торець.

На шліфувальних операціях у якості баз використовують центрові отвори.

Застосовуються в загальні універсальні верстати і оснащення.

Використовуються стандартний ріжучий і вимірювальний інструмент [2].

Для удосконалення технологічного процесу необхідно зробити наступне [2]:

- застосувати найбільш оптимальний метод отримання заготовки, що дозволить зменшити собівартість отримання заготовки;
- застосувати більш прогресивне обладнання, тобто використати спеціальні верстати і верстати з ЧПК;
- використати механізовані приводи до пристосувань, це дозволить зменшити допоміжний час, що витрачається для закріплення деталей;
- поєднання операцій дозволить скоротити кількість операцій, знизить трудомісткість виготовлення деталі;
- застосувати більш прогресивний ріжучий і вимірювальний інструмент.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Проектування технологічного процесу

2.1.1 Вибір методу і економічне обґрунтування способу отримання заготовки

Оптимальний метод отримання заготовки визначається на підставі аналізу матеріалу деталі, її призначення і технічних вимог до виготовлення, а також техніко-економічного розрахунку технологічної собівартості деталі. Застосування прогресивних методів отримання заготовок з малими припусками на механічну обробку знижує її трудомісткості і собівартості [2].

Вибір найбільш раціонального способу отримання заготовки визначаємо з урахуванням ефективності використання матеріалу і скорочення трудомісткості механічної обробки [2].

Відповідно до вимог креслення і в результаті аналізу конструкції деталі приходимо до висновку, що заготовка може бути отримана двома методами: вільним куванням на молотах (рисунок 2.1) і з прокату (рисунок 2.2).

Проведемо порівняння коефіцієнту використання металу і коефіцієнту ваговій точності для обох методів [2]:

$$K_{BM_1} = K_{BT_2} = G_d / Q_z, \quad (2.1)$$

де G_d – маса деталі, кг;

Q_z – маса заготовки, кг.

					6.131.2221397.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кот В.К.			ОСНОВНА ЧАСТИНА		
Перев.		Карабун В.М.					
Реценз.							
Н. контр.		Бондаренко С.В.					
Затв.		Негрюб С.Л.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						1	64
					МОНУ УДУНТ кафедра ТМ група ІМОТ-22т		

Для заготовки отриманої вільним куванням на молотах – поковки.

У комп'ютерній програмі КОМПАС-3D змодельовано заготовку - поковку, з урахуванням припусків і допусків за ГОСТ 7829-70 (рисунок 2.1).

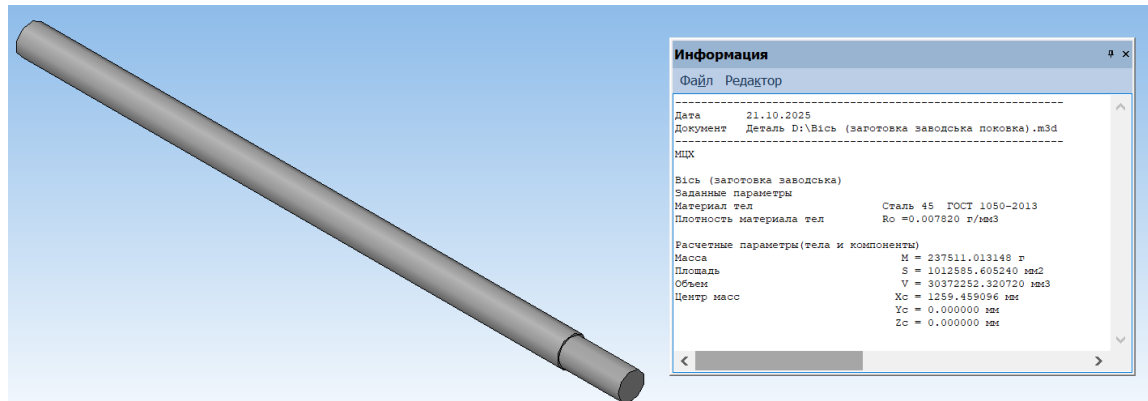


Рисунок 2.1 – 3D модель заготовки – поковки

Згідно 3D моделі заготовки - поковки, її маса $Q_3=237,5$ кг.

Тоді

$$K_{вт2} = 177,2 / 237,5 = 0,75$$

Для заготовки отриманої з прокату.

У комп'ютерній програмі КОМПАС-3D змодельовано заготовку - прокат, з урахуванням припусків, які визначаються за довідниками [5] та [6], і допусків, які визначаються за ГОСТ 2590-88 (рисунок 2.2).

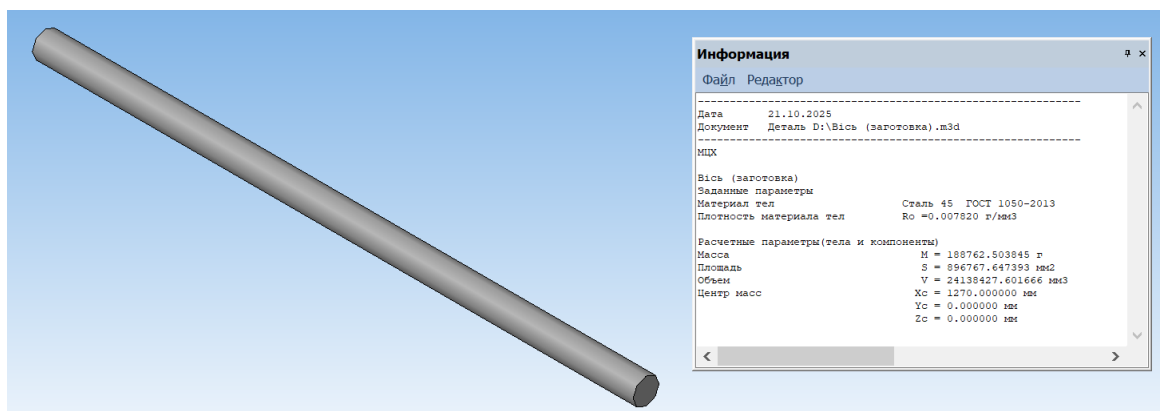


Рисунок 2.2 – 3D модель заготовки з прокату

Згідно 3D моделі заготовки з прокату, її маса $Q_3=188,7$ кг.

Тоді

$$K_{BM_1} = 177,2 / 188,7 = 0,94$$

З порівняння величин K_{BM_1} і K_{BT_2} слідує, що в умовах дрібносерійного виробництва доцільно використовувати заготовку – прокат.

Проведемо економічний розрахунок, доцільність вибору двох методів отримання заготовок [2].

Вартість заготовки по кожному варіанту [2]:

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{отх}, \text{ грн.}, \quad (2.2)$$

де S_k – оптова ціна за 1 кг матеріалу за прейскурантом [21, 25], грн.;

K_T – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати, приймаємо $K_T = 1,05$ [2];

q – маса реалізованих відходів, кг;

$S_{отх}$ – ціна за 1 кг відходів [21, 25], грн.

Тоді

$$M_1 = 237,5 \cdot 42,5 \cdot 1,05 - 60,3 \cdot 4,5 = 10598,44 - 271,35 = 10327,1 \text{ грн.}$$

$$M_2 = 188,7 \cdot 39,6 \cdot 1,05 - 11,5 \cdot 4,5 = 7846,15 - 51,75 = 7794,4 \text{ грн.}$$

Різниця між вартістю обраних заготовок [2]:

$$A = M_1 - M_2, \text{ грн.}, \quad (2.3)$$

де M_1, M_2 – вартість заготовок по порівнюваним варіантам, грн.

Тоді

$$A = 10327,1 - 7794,4 = 2532,7 \text{ грн.}$$

З двох методів отримання заготовки вибір робимо виходячи з умов забезпечення скорочення витрати матеріалу та зниженню собівартості заготовки.

Вибираємо заготовку - прокат.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річна економія матеріалу $\mathcal{E}_M$ по порівнюваним варіантам визначають за формулою [2]:

$$\mathcal{E}_M = \frac{G_d(K_1 - K_2)}{K_1 \cdot K_2} N, \text{ кг}, \quad (2.4)$$

де G_d – маса деталі, кг;

K_1 и K_2 – коефіцієнти використання матеріалу K_{BM1} і вагової точності K_{BT2} ;

N – річна програма випуску деталей, шт.

Тоді

$$\mathcal{E}_M = \frac{177,2 \cdot (0,94 - 0,75)}{0,94 \cdot 0,75} \cdot 100 = 4775,6 \text{ кг}$$

Річна економія за вартістю заготовок визначається за формулою [2]:

$$\mathcal{E}_{C.3.} = A \cdot N, \text{ грн.}, \quad (2.5)$$

де A – різниця між вартістю обраних заготовок, грн.

Тоді

$$\mathcal{E}_{C.3.} = 2532,7 \cdot 100 = 253270 \text{ грн.}$$

Повна річна економія від впровадження прогресивних заготовок з урахуванням скорочення витрат на механічну обробку визначається за формулою [2]:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{C.3.} + (Z_1 - Z_2) \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) \cdot N, \text{ грн.}, \quad (2.6)$$

де Z_1 и Z_2 – основна заробітна плата виробничих робітників за двома варіантами на тих операціях механічної обробки, де відіб'ється величина припуску на обробку, грн.;

H – цехові накладні витрати (приймати 100 – 300 %) [2].

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основна заробітна плата виробничих робітників за виконання однієї операції $Z_{оп}$ визначається за формулою [2]:

$$Z_{оп} = S_M \cdot T_{шт.}, \text{ грн.}, \quad (2.7)$$

де S_M – хвилинна заробітна плата для даного розряду роботи, грн.;

$T_{шт.}$ – штучний час, хв.

Хвилинна заробітна плата визначається за формулою [2]:

$$S_M = S \cdot k, \text{ грн.}, \quad (2.8)$$

де S – годинна ставка, що залежить від розряду роботи, грн. [2];

k – тарифний коефіцієнт даного розряду роботи [2].

Тоді

$$S_M = 30,52/60 \cdot 1,48 = 0,75 \text{ грн.}$$

$$Z_{оп1} = 0,75 \cdot (22,1 + 30,9) = 39,75 \text{ грн.}$$

$$Z_{оп2} = 0,75 \cdot (20,6 + 29,4) = 37,5 \text{ грн.}$$

Повна річна економія від впровадження прогресивних заготовок з урахуванням скорочення витрат на механічну обробку за формулою 2.6:

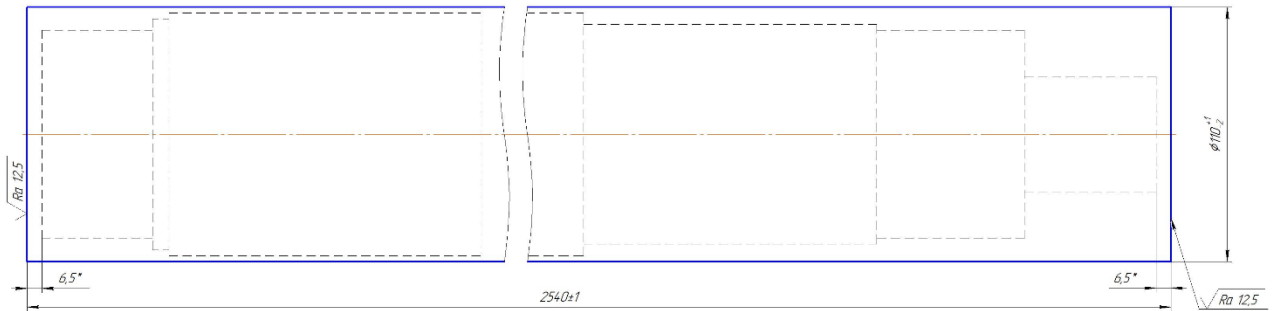
$$\Xi = 253270 + (39,75 - 37,5) \cdot \left(1 + \frac{300}{100}\right) \cdot 100 = 254170 \text{ грн.}$$

Таким чином, для деталі «Вісь» метод отримання заготовки з прокату є найбільш доцільним.

Після проведення всіх розрахунків вичерчуємо креслення заготовки з дотриманням правил ЄСКД, яке приведено у графічній частині.

На рисунку 2.3 приведено ескіз заготовки деталі «Вісь» - прокат.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1. НБ 197.229.
2. *Размери для довідок.

Рисунок 2.3 - Ескіз заготовки деталі «Вісь» – прокат

2.1.2 Вибір методів обробки поверхонь

Методи обробки основних поверхонь деталі «Вісь» наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - План обробки основних поверхонь деталі «Вісь»

Поверхні деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	точність	шорсткість	технологічні операції (переходи)	точність	шорсткість
1	2	3	4	5	6
Ø50k6	Ø50 (+0,018; +0,002)	$R_a 1,25$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
			Шліфування	k6	$R_a 0,8$
Ø95h11	Ø95 (-0,022)	$R_a 1,25$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
			Шліфування	$h 11$	$R_a 1,6$

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
Ø105h8	Ø105 (-0,054)	$R_a 1,25$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
			Шліфування	h8	$R_a 1,6$
Ø90m6	Ø90 (+0,035; +0,013)	$R_a 1,25$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
			Шліфування	m6	$R_a 0,8$
Ø100	Ø100 (-0,87)	$R_a 6,3$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 14$	$R_a 6,3$
2527	2527 (-1,0)	$R_a 6,3$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Фрезерування	$h 12$	$R_a 6,3$
381	381 (+0,5; -0,5)	$R_a 3,2$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
57	57 (+0,74)	$R_a 3,2$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
121	121 (+1,0)	$R_a 3,2$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
133	133 (+1,0)	$R_a 3,2$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
48	48 (+0,62)	$R_a 3,2$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
7	7 (+0,36)	$R_a 6,3$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
135	135 (+1,0)	$R_a 3,2$	Заготовка	-	$R_a 50$
			Чорнове точіння	$h 12$	$R_a 6,3$
			Чистове точіння	$h 11$	$R_a 3,2$
8Н9	8 (+0,036)	$R_a 3,2$	Фрезерування	Н9	$R_a 3,2$
46	46 (-0,16)	$R_a 6,3$	Фрезерування	$h 12$	$R_a 6,3$
30	30 (+0,52)	$R_a 6,3$	Фрезерування	$h 12$	$R_a 6,3$
М16-Н7	Н7	$R_a 3,2$	Свердління	Н12	$R_a 6,3$
			Нарізання різьби	Н7	$R_a 3,2$

2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз

Для підвищення точності обробки слід прагнути до виконання принципу сталості баз і принципу суміщення баз [2].

На 015 Розточній операції в якості технологічних баз використовуються необроблені циліндричні поверхні Ø110 мм і торці деталі.

На 020 і 025 Токарних операціях в якості технологічних баз використовуються центрові отвори і торці деталі.

На 030 і 035 Токарних з ЧПК операціях в якості технологічних баз використовуються центрові отвори і торці деталі.

На 040 Розточній з ЧПК операції в якості технологічних баз використовуються циліндричні поверхні Ø90 мм і торці деталі.

На 045 і 050 Шліфувальних операціях в якості технологічних баз використовуються центрові отвори.

2.1.4 Формування маршруту виготовлення деталі

Маршрут обробки деталі «Вісь» наведено в таблиці 2.2.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Маршрут обробки деталі «Вісь»

№ п/п	Найменування операції	Зміст операції	Спосіб установки на верстаті	Технологічні бази
1	2	3	4	5
1	Відрізна	Отримання заготовки з прокату		
2	Розточна	Фрезерування торців у розмір 2527. Центрування торців.	Призми	Циліндричні поверхні Ø110 і торці
3	Токарна	Чернове точіння пов. Ø45; Ø43,17; Ø38,17 і торців 215,63; 385,63	У центрах	Поверхня центрових отворів
4	Токарна	Чернове точіння пов. Ø38,17; Ø33,17 і торців 201,63; 381,63	У центрах	Поверхня центрових отворів
5	Токарна з ЧПК	Чистове точіння пов. Ø90,5xR1; Ø105,5xR1 і торців 48; 135. Точіння фаски 2×45°	У центрах	Поверхня центрових отворів
6	Токарна з ЧПК	Чистове точіння пов. Ø50,5; Ø90,5xR1; Ø95,5xR1; Ø105,5xR1 і торців 381; 133; 121. Точіння фаски 2×45°	У центрах	Поверхня центрових отворів
7	Розточна з ЧПК	Фрезерування шпонкового пазу: 8×46×30×R4. Центрувати 2 отв. Ø3 на глиб. 6. Свердлити 2 отв. Ø14 на глиб. 38. Зенкувати 2 фаски 2×45°. Нарізати різьбу в 2 отв. М16-7Н на глиб. 30	На призми	Ступені Ø90 мм і торець

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
8	Кругло-шліфувальна	Шліфувати пов. Ø105h6, Ø90m6	У центрах	Поверхня центрових отворів
9	Кругло-шліфувальна	Шліфувати пов. Ø105h8, Ø50k6, Ø90m6, Ø95h11	У центрах	Поверхня центрових отворів
10	Мийна			
11	Слюсарна			
12	Контрольна			

2.1.5 Вибір технологічного обладнання

Для дрібносерійного виробництва характерне застосування універсального і спеціального обладнання, а також можливе використання спеціальних верстатів і верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) [2].

При підборі обладнання орієнтуємося на відповідність основних розмірів робочих органів верстата габаритами оброблюваної заготовки і досягнення необхідної точності, а також на застосування мінімальної кількості різних моделей верстатів [3, 4, 20].

Найменування і модель металорізального обладнання по всіх операціях вказані у доданому технологічному процесі.

Технічні характеристики на спеціальні верстати і верстати з ЧПК наведемо у Додатку Б.

2.1.6 Визначення припусків на обробку й розмірів заготовки

2.1.6.1 Розрахунково-аналітичний метод визначення величин припусків на механічну обробку поверхні деталі

Розрахунково-аналітичним методом визначаємо припуски на найточнішу поверхню валу Ø90m6 (+0,035; +0,013) [2].

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальний припуск при обробці зовнішніх поверхонь визначаємо за формулою [6]:

$$2Z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (2.9)$$

де $R_{z(i-1)}$ – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарні відхилення розташування поверхні на попередньому переході;

ε_i – похибка установки заготовки на виконуваному переході.

Висоту нерівностей профілю і глибину дефектного поверхневого шару для кожного виду обробки визначаємо за довідником [6] і заносимо в таблицю 2.3.

Похибка установки заготовки $\varepsilon_i = 0$, так як дотримується правило єдності баз, так як базування відбувається по поверхні центрових отворів, і так як при установці в трьохкулачковий самоцентрувальний патрон забезпечується сталість зусиль затиску [2].

Сумарні відхилення розташування поверхні Δ_{Σ} для заготовки визначаємо за формулою [6]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma \kappa}^2 + \Delta_{\eta}^2}, \quad (2.10)$$

де $\Delta_{\Sigma \kappa}$ – загальне відхилення осі від прямолінійності визначаємо за формулою [6]:

$$\Delta_{\Sigma \kappa} = \Delta_{\kappa} \cdot l, \quad (2.11)$$

де Δ_{κ} – відхилення осі деталі від прямолінійності, мкм на 1 мм. Приймаємо для заготовки - прокат $\Delta_{\kappa} = 2$ мкм [6].

l – довжина заготовки, мм. $l = 2540$ мм.

Тоді

$$\Delta_{\Sigma \kappa} = 2 \cdot 2540 = 5080 \text{ мкм} = 5,08 \text{ мм}$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta_{ц}$ – зміщення осі заготовки в результаті похибки центрування визначаємо за формулою [6]:

$$\Delta_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1}, \quad (2.12)$$

де T – допуск на діаметральний розмір заготовки, використаної при центруванні, мм. $T = 3$ мм.

Тоді

$$\Delta_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{3^2 + 1} = 0,79 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{5,08^2 + 0,79^2} = 5,14 \text{ мм} = 5140 \text{ мкм}$$

Залишкові просторові відхилення по інших операціях Δ_i визначаємо за формулою [6]:

$$\Delta_i = \Delta_{к} \cdot \Delta_{\Sigma}, \quad (2.13)$$

де $\Delta_{к}$ – відхилення осі деталі від прямолінійності, мкм на 1 мм.

Приймаємо для чорнового точіння $\Delta_{к} = 0,7$ мкм [6].

Приймаємо для чистового точіння $\Delta_{к} = 0,05$ мкм [6].

Тоді

- для чорнового точіння

$$\Delta_{\text{чорн. точ.2}} = 0,7 \cdot 5140 = 3598 \text{ мкм}$$

- для чистового точіння

$$\Delta_{\text{чист. точ.3}} = 0,05 \cdot 5140 = 257 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск $2Z_{i \min}$ визначаємо за формулою 2.9 [6]:

- для чорнового точіння

$$2Z_{i \min 2} = 2[200+200+5140] = 11080 \text{ мкм}$$

- для чистового точіння

$$2Z_{i \min 3} = 2[63+60+3598] = 7442 \text{ мкм}$$

- для шліфування

$$2Z_{i \min 4} = 2[20+30+257] = 614 \text{ мкм}$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Граничні проміжні розміри визначаємо за формулами [6]:

$$d_{\min_{i-1}} = d_{\min_i} + 2Z_{\min_i}, \quad (2.14)$$

$$d_{\max_{i-1}} = d_{\min_{i-1}} + Td_{i-1}, \quad (2.15)$$

де $d_{\min_{i-1}}$ и $d_{\max_{i-1}}$ – відповідно найменші і найбільші граничні розміри, отримані на попередньому технологічному переході;

$d_{\min_i}$ – найменший граничний розмір, отриманий на виконуваному технологічному переході;

Td_{i-1} – допуск на розмір, отриманий на попередньому технологічному переході.

Тоді розрахунковий розмір dp визначаємо за формулою 2.14 [6]:

- для чистового точіння

$$dp_3 = 90,013 + 0,614 = 90,627 \text{ мм}$$

- для чорнового точіння

$$dp_2 = 90,627 + 7,442 = 98,069 \text{ мм}$$

- для заготовки

$$dp_1 = 98,069 + 11,080 = 109,149 \text{ мм}$$

Найменший граничний розмір визначаємо шляхом округлення розрахункового розміру діаметра. Округлення виконуємо до того ж знака десяткової дробі, з яким дано допуск на розмір для кожного переходу [2].

- для чистового точіння

$$d_{\min_3} = 90,63 \text{ мм}$$

- для чорнового точіння

$$d_{\min_2} = 98,07 \text{ мм}$$

- для заготовки

$$d_{\min_1} = 109 \text{ мм}$$

Найбільший граничний розмір визначаємо за формулою 2.15 [6]:

- для шліфування

$$d_{\max_4} = 90,013 + 0,022 = 90,035 \text{ мм}$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для чистового точіння

$$d_{\max 3} = 90,63 + 0,220 = 90,85 \text{ мм}$$

- для чорнового точіння

$$d_{\max 2} = 98,07 + 0,350 = 98,42 \text{ мм}$$

- для заготовки

$$d_{\max 1} = 109 + 3 = 112 \text{ мм}$$

Граничні значення припусків $2Z_{\text{пр}}^{\min}_i$ и $2Z_{\text{пр}}^{\max}_i$ визначаємо за формулами [6]:

$$2Z_{\text{пр}}^{\min}_i = d_{\min_{i-1}} - d_{\min_i}, \quad (2.16)$$

$$2Z_{\text{пр}}^{\max}_i = d_{\max_{i-1}} - d_{\max_i}, \quad (2.17)$$

де $d_{\min_{i-1}}$, $d_{\min_i}$ – найменші граничні розміри попереднього і виконуваного переходів;

$d_{\max_{i-1}}$, $d_{\max_i}$ – найбільші граничні розміри попереднього і виконуваного переходів.

- для шліфування

$$2Z_{\text{пр}}^{\min}_4 = 90,63 - 90,013 = 0,617 \text{ мм} = 617 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{пр}}^{\max}_4 = 90,85 - 90,035 = 0,815 \text{ мм} = 815 \text{ мкм}$$

- для чистового точіння

$$2Z_{\text{пр}}^{\min}_3 = 98,07 - 90,63 = 7,44 \text{ мм} = 7440 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{пр}}^{\max}_3 = 98,42 - 90,85 = 7,57 \text{ мм} = 7570 \text{ мкм}$$

- для чорнового точіння

$$2Z_{\text{пр}}^{\min}_2 = 109 - 98,07 = 10,93 \text{ мм} = 10930 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\text{пр}}^{\max}_2 = 112 - 98,42 = 13,58 \text{ мм} = 13580 \text{ мкм}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.3. Схема розташування припусків и допусків при обробки поверхні Ø90m6 (+0,035; +0,013) наведена на рисунку 2.4.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Припуски і граничні розміри по технологічних переходах на обробку поверхні Ø90m6 (+0,035; +0,013)

№ з/п	Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск $2Z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
		Rz	h	Δ				d_{min}	d_{max}	$2Z_{pr}^{min}$	$2Z_{pr}^{max}$
1	Заготовка-прокат	200	200	5140	-	109,149	3000	109	112	-	-
2	Точіння чорнове	63	60	3598	11080	98,069	350	98,07	98,42	10930	13580
3	Точіння чистове	20	30	257	7442	90,627	220	90,63	90,85	7440	7570
4	Шліфування	6,3	12	-	614	90,013	22	90,013	90,035	617	815

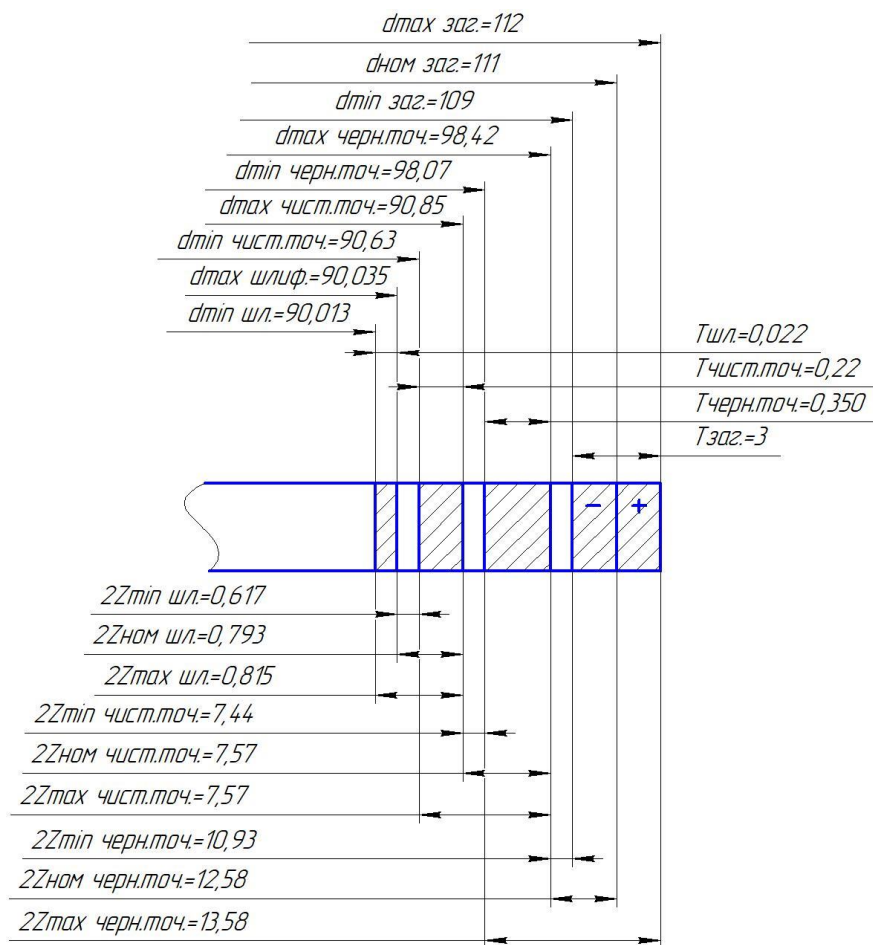


Рисунок 2.4 – Схема розташування припусків і допусків при обробки поверхні Ø90m6 (+0,035; +0,013)

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.6.2 Розмірний аналіз і визначення операційних розмірів з допусками

Розрахунок ведемо для лінійних розмірів поверхонь, отриманих токарною обробкою (рисунок 2.5) [9]. Виявлення технологічних розмірних ланцюгів виконуємо з використанням теорії графів [9]. Граф комплексу розмірів для даної деталі представлений на рисунок 2.6 [9]. Кожен найкоротший замкнутий контур графа розмірів являє собою технологічний розмірний ланцюг. Будуємо відповідні розмірні ланцюги, зображені на рисунок 2.7 [9].

Операційні допуски визначаються виходячи з економічної точності методу обробки за довідником або за результатами розрахунку розмірних ланцюгів [5, 6].

Допуски і їх відхилення на заготовку слід приймати за відповідними ГОСТ на їх виготовлення або за довідником [5, 6]. Операційні розміри з допусками визначаються нарощуванням допусків і припусків, починаючи з останньої операції і закінчуючи першою (заготовкою). Мінімальні припуски визначаються розрахунково-аналітичним методом або приймаються за літературними джерелами [5, 6].

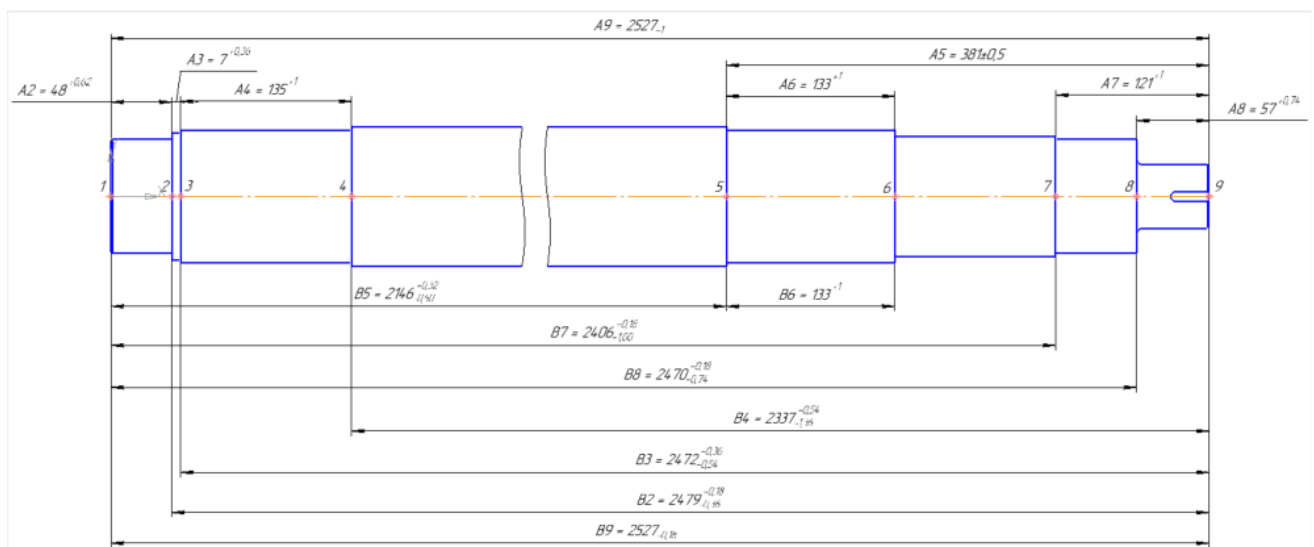


Рисунок 2.5 – Комплекс конструкторських і технологічних розмірів

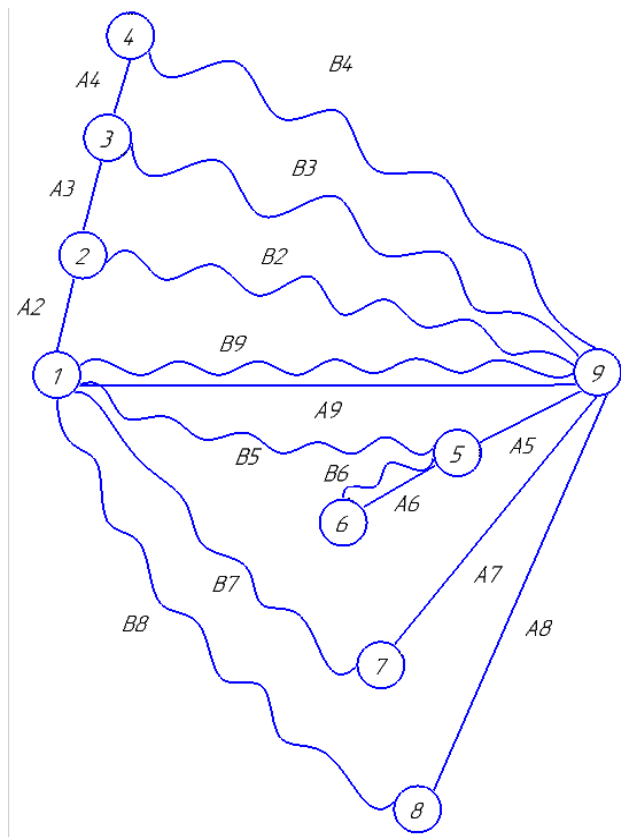


Рисунок 2.6 – Граф комплексу розмірів

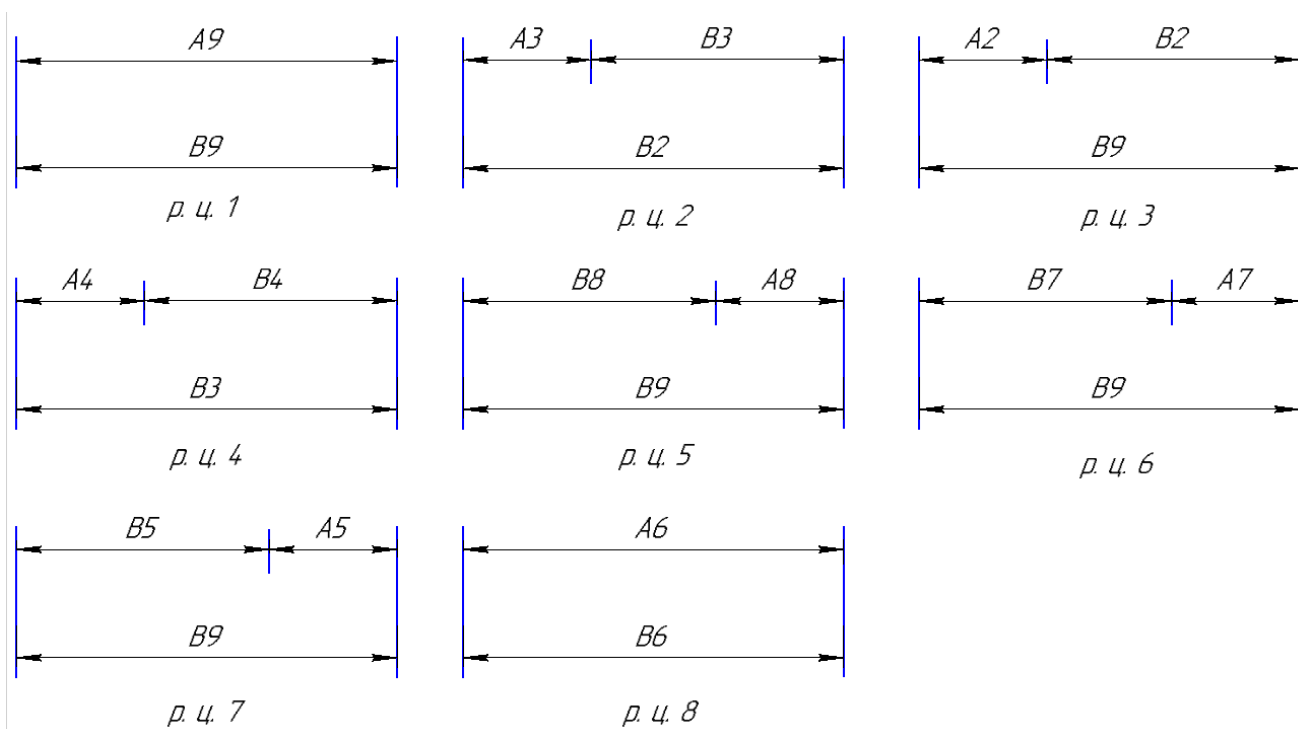


Рисунок 2.7 – Технологічні розмірні ланцюги

Граничні відхилення розмірів визначаємо за формулами [9]:

$$ESA_{\Delta} = ESB_i - EIB_j; \quad (2.18)$$

$$EIA_{\Delta} = EIB_i - ESB_j, \quad (2.19)$$

де ESA_{Δ} і EIA_{Δ} – відповідно верхнє і нижнє граничне відхилення замикаючої ланки ланцюга;

ESB_i і EIB_i – відповідно верхнє і нижнє граничне відхилення збільшуючої ланки ланцюга;

EIB_j і ESB_j – відповідно верхнє і нижнє граничне відхилення зменшуючої ланки ланцюга.

Технологічні розміри B_6 та B_9 співпадають з конструкторськими розмірами A_6 та A_9 .

Решта технологічних розмірів B_2 , B_3 , B_4 , B_5 , B_7 та B_8 не збігаються з конструкторськими A_2 , A_3 , A_4 , A_5 , A_7 та A_8 .

Визначимо граничні відхилення розміру B_2 в ланцюзі №3 (рисунок 2.7).

Визначаємо середній допуск замикаючої ланки за формулою [9]:

$$T_{cp} = \frac{TA_{\Delta 2}}{n}, \quad (2.20)$$

де $TA_{\Delta 2}$ – допуск замикаючої ланки ланцюга;

n – кількість складових ланок ланцюга.

Тоді

$$T_{cp} = \frac{0,36}{2} = 0,18 \text{ мм}$$

Призначаємо $TB_9 = 0,18 \text{ мм}$.

Тоді $B_9 = 2527 (-0,18) \text{ мм}$

Граничні відхилення розміру B_2 визначаємо за формулами 2.18 и 2.19 [9]

$$0,36 = 0 - EIB_2; \quad EIB_2 = -0,36 \text{ мм}$$

$$0 = -0,18 - ESB_2; \quad ESB_2 = -0,18 \text{ мм}$$

Тоді

$$B_2 = 2479_{-0,36}^{-0,18} \text{ мм}$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо граничні відхилення розміру B_3 в ланцюзі №2 (рисунок 2.7).

$$0,36 = -0,18 - EIB_3; \quad EIB_3 = -0,54 \text{ мм}$$

$$0 = -0,36 - ESB_3; \quad ESB_3 = -0,36 \text{ мм}$$

Тоді

$$B_3 = 2472_{-0,54}^{-0,36} \text{ мм}$$

Визначимо граничні відхилення розміру B_4 в ланцюзі №4 (рисунок 2.7).

$$1 = -0,36 - EIB_4; \quad EIB_4 = -1,36 \text{ мм}$$

$$0 = -0,54 - ESB_4; \quad ESB_4 = -0,54 \text{ мм}$$

Тоді

$$B_4 = 2337_{-1,36}^{-0,54} \text{ мм}$$

Визначимо граничні відхилення розміру B_8 в ланцюзі №5 (рисунок 2.7).

$$0,74 = 0 - EIB_8; \quad EIB_8 = -0,74 \text{ мм}$$

$$0 = -0,18 - ESB_8; \quad ESB_8 = -0,18 \text{ мм}$$

Тоді

$$B_8 = 2470_{-0,74}^{-0,18} \text{ мм}$$

Визначимо граничні відхилення розміру B_7 в ланцюзі №6 (рисунок 2.7).

$$1 = 0 - EIB_7; \quad EIB_7 = -1 \text{ мм}$$

$$0 = -0,18 - ESB_7; \quad ESB_7 = -0,18 \text{ мм}$$

Тоді

$$B_7 = 2406_{-1}^{-0,18} \text{ мм}$$

Визначимо граничні відхилення розміру B_5 в ланцюзі №7 (рисунок 2.7).

$$+0,5 = 0 - EIB_5; \quad EIB_5 = -0,5 \text{ мм}$$

$$-0,5 = -0,18 - ESB_5; \quad ESB_5 = +0,32 \text{ мм}$$

Тоді

$$B_5 = 2146_{-0,5}^{+0,32} \text{ мм}$$

Найменший граничний розмір на виконуваний операції визначаємо по формулі [9]:

$$BM_i = BV_{i+1} + ZM_{i+1}, \quad (2.21)$$

де BV_{i+1} – найбільший граничний розмір на наступній операції;

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ZM_{i+1} - мінімальний припуск на розмір на наступній операції;

Найбільший граничний розмір на операції визначаємо по формулі [9]:

$$BV_i = BM_i + TB_i, \quad (2.22)$$

де TB_i – допуск технологічного розміру на виконуваній операції.

Максимальний припуск визначаємо по формулі [9]:

$$ZB_i = TB_i + ZM_i + TB_{i-1}, \quad (2.23)$$

де ZM_i – мінімальний припуск на розмір на виконуваній операції;

TB_{i-1} - допуск технологічного розміру попередньої операції.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 - План обробки деталі «Вісь»

№ опер.	Найменування операції	Допуск TB_k^i , мм	Мін. припуск ZM_k^i , мм	Операційний розмір B_k^i , мм	Макс. припуск ZB_k^i , мм
1	2	3	4	5	6
005	Відрізна	$TB_9^{005}=2$	-	$B_9^{005} = 2540_{-1}^{+1}$	-
015	Розточна	$TB_9^{010}=0,18$	$ZM_9^{010}=12$	$B_9^{010} = 2527_{-0,18}$	$ZB_9^{010}=14$
020	Токарна	$TB_2^{015}=1,1$ $TB_3^{015}=1,1$ $TB_4^{015}=1,1$	$ZM_2^{015}=2$ $ZM_3^{015}=2$ $ZM_4^{015}=2$	$B_2^{015} = 2480,9_{-1,1}$ $B_3^{015} = 2473,7_{-1,1}$ $B_4^{015} = 2338,5_{-1,1}$	$ZB_2^{015}=3,1$ $ZB_3^{015}=3,1$ $ZB_4^{015}=3,1$
025	Токарна	$TB_5^{020}=1,1$ $TB_6^{020}=1,0$ $TB_7^{020}=1,1$ $TB_8^{020}=1,1$	$ZM_5^{020}=2$ $ZM_6^{020}=2$ $ZM_7^{020}=2$ $ZM_8^{020}=2$	$B_5^{020} = 2148,4_{-1,1}$ $B_6^{020} = 135^{+1}$ $B_7^{020} = 2407,9_{-1,1}$ $B_8^{020} = 2471,9_{-1,1}$	$ZB_5^{020}=3,1$ $ZB_6^{020}=3,0$ $ZB_7^{020}=3,1$ $ZB_8^{020}=3,1$
030	Токарна з ЧПК	$TB_2^{025}=0,18$ $TB_3^{025}=0,18$ $TB_4^{025}=0,82$	$ZM_2^{025}=1$ $ZM_3^{025}=1$ $TB_4^{025}=1$	$B_2^{025}=2479_{-0,36}^{-0,18}$ $B_3^{025}=2472_{-0,54}^{-0,36}$ $B_4^{025}=2337_{-1,36}^{-0,54}$	$ZB_2^{025}=2,2$ $ZB_3^{025}=2,2$ $ZB_4^{025}=2,9$
035	Токарна з ЧПК	$TB_5^{030}=0,82$ $TB_6^{030}=1,0$ $TB_7^{030}=0,82$ $TB_8^{030}=0,56$	$ZM_5^{030}=1$ $ZM_6^{030}=1$ $ZM_7^{030}=1$ $ZM_8^{030}=1$	$B_5^{030} = 2146_{-0,5}^{+0,32}$ $B_6^{030} = 133^{+1}$ $B_7^{030} = 2406_{-1}^{-0,18}$ $B_8^{030} = 2470_{-0,74}^{-0,18}$	$ZB_5^{030}=2,9$ $ZB_6^{030}=3,0$ $ZB_7^{030}=2,9$ $ZB_8^{030}=2,6$

2.1.7 Вибір пристосувань

Для дрібносерійного виробництва застосовуємо пристосування, що забезпечують необхідну точність обробки деталі, що дозволяють досягати найбільшу продуктивність і економічність, безпеку в роботі [2].

На 015 Розточній операції заготовка встановлюється на призми, упирається в упор і притискається притисками.

На 020 та 025 Токарних операціях заготовка встановлюється в трьохкулачковий самоцентрувальний патрон, люнет і центра: нерухомий і обертовий.

На 030 та 035 Токарних з ЧПК операціях деталь встановлюється в трьохкулачковий самоцентрувальний патрон, люнет і центра: плаваючий і обертовий.

На 040 Розточній з ЧПК операції деталь встановлюється в спеціальне пристосування, що складається з призм, упору і притисків.

На 045 та 050 Круглошліфувальних операціях деталь встановлюється в повідковий патрон, люнет і нерухомі центра.

Вибрані пристосування для кожної операції вказані в технологічному процесі, що додається до даної пояснювальної записці.

2.1.8 Вибір ріжучого і допоміжного інструменту

Вибір різального та допоміжного інструментів здійснювався з урахуванням: характеру виробництва, способу обробки, типу верстата, конфігурації і матеріалу оброблюваної заготовки, розмірів, якості поверхні і точності обробки [2].

На 015 Розточній операції для обробки заготовки застосовуються [7, 8]: фреза торцева Ø160 Т5К10 ГОСТ 24359-80, свердло centruвальне Ø10 Р6М5 ГОСТ 14952-75, свердло спіральне Ø14 Р6М5 ГОСТ 10903-77, свердло спіральне Ø17 Р6М5 ГОСТ 10903-77, мітчик різбовий М16-7Н Р6М5 ГОСТ 3266-81.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На 020 та 025 Токарних операціях для обробки деталі застосовуються [7, 8]:

різець прохідний упорний Т5К10 $\phi=90^0$ ГОСТ 18879-73.

На 030 і 035 Токарних з ЧПК операціях для обробки деталі застосовуються [23, 24]: різець прохідний упорний - державка SDJNR-2525M-10, пластина DNMG-100404-PF.

На 040 Розточній з ЧПК операції для обробки деталі застосовуються [7, 8]: фреза шпонкова Ø8 Р6М5 ГОСТ 17026-71, свердло центрувальне Ø3 Р6М5 ГОСТ 14952-75, свердло спіральне Ø14 Р6М5 ГОСТ 10903-77, зенківка Ø22 Р6М5 ГОСТ 14953-80, мітчик М16-7Н ГОСТ 3266-81.

На 045 та 050 Круглошліфувальних операціях для обробки деталі застосовується круг шліфувальний ПВД 600×375×305×63 24А40СМ1К8 35м/с ГОСТ 2424-83 [7, 8].

Прийняті ріжучі та допоміжні інструменти для кожної операції вказані у доданому технологічному процесі.

2.1.9 Вибір засобів технічного контролю

Залежно від точності контрольованих параметрів і типу виробництва вибираємо вимірювальні засоби [2].

На 015 Розточній операції для вимірювання заготовки застосовуються [7, 8]: рулетка 1000..3000 ГОСТ 7502-80, шаблон на р-р 2527 (-0,18), штангенциркуль ШЦ 250 ГОСТ 166-89, штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 – 89, пробка гладка Ø14 «ПР» і «НЕ» ГОСТ14807-69, пробки різьбові М16-7Н «ПР» і «НЕ» ГОСТ 17756-72 і ГОСТ 17757-72.

На 020 та 025 Токарних операціях для вимірювання деталі застосовуються [7, 8]: рулетка 1000..3000 ГОСТ 7502-80, штангенциркуль ШЦ 250 ГОСТ 166-89.

На 030 та 035 Токарних з ЧПК операціях для вимірювання деталі застосовуються [7, 8]: мікрометр МК 50-75 ГОСТ 6507-78, мікрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-78, мікрометр МК 100-125 ГОСТ 6507-78, шаблон на р-р 2479,

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шаблон на р-р 2472, шаблон на р-р 2337, шаблон на р-р 2470, шаблон на р-р 2406, шаблон на р-р 2146, штангенциркуль ШЦ 150 ГОСТ 166-89.

На 040 Розточній з ЧПК операції для вимірювання деталі застосовуються [7, 8]: калібр на р-р 8Н9 (+0,036) ГОСТ 24121-80, мікрометр МК 25-50 ГОСТ 6507-78, штангенциркуль ШЦ 150 ГОСТ 166-89, пробка гладка Ø14 «ПР» і «НЕ» ГОСТ 14807-69, пробка різьбова М16-7Н «ПР» и «НЕ» ГОСТ 17756-72 і ГОСТ 17757-72.

На 045 і 050 Круглошліфувальних операціях для вимірювання деталі застосовуються [7, 8]: скоба індикаторна СІ 50-75 ГОСТ 11098-75, скоба індикаторна СІ 75-100 ГОСТ 11098-75, мікрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-78 і мікрометр МК 100-125 ГОСТ 6507-78.

Прийняті засоби контролю, в залежності від точності контрольованих параметрів для кожної операції, записані в операційних картах в доданому технологічному процесі.

2.1.10 Проектування технологічного процесу обробки деталі

На підставі прийнятого маршруту обробки деталі розробляємо операційний технологічний процес з використанням комп'ютерної програми САПР-ТП, який додається до даної пояснювальної записки [2].

У комп'ютерній програмі FeatureCAM розробляємо керуючу програму (КП) і складаємо РТК на операцію 030 Токарна з ЧПК і наводимо у Додатку В.

2.1.11 Визначення режимів обробки на деталь

Визначаємо режими різання на операцію 020 Токарна, виконуваної на токарно-гвинторізному верстаті 1А64 в трьохкулачковому самоцентрувальному патроні і в центрах.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід №1. Оброблювана поверхня Ø107,7 (-0,35) мм. Застосовуваний різальний інструмент: різець прохідний Т5К10 φ=90° ГОСТ 18879-73. Матеріал оброблюваної поверхні - Сталь 45 ГОСТ 1050-2013.

При точінні поверхні Ø107,7 (-0,35) глибини різання приймаємо $t = 1$ мм. Кількість проходів - 1. Величина подачі $S = 0,4$ мм/об [7].

Швидкість різання визначаємо за формулою [7]:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v, \quad (2.24)$$

де T – стійкість різця. Приймаємо $T = 60$ хв. [7];

t – глибина різання, мм;

S – подача, мм/об.

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо за довідником [7]:

$C_v = 420$, $x = 0,15$, $y = 0,2$, $m = 0,2$.

K_v – поправочний коефіцієнт, який визначаємо за формулою [7]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (2.25)$$

де K_{mv} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки. Визначаємо за формулою [7]:

$$K_{mv} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (2.26)$$

σ_B – міцність матеріалу, для сталі 45 - $\sigma_B = 600$ МПа [7];

K_Γ – коефіцієнт, що характеризує групу стали по оброблюваності.

Приймаємо $K_\Gamma = 0,9$ [7];

n_v – показник ступеня. Приймаємо $n_v = 1,0$ [7].

Тоді

$$K_{mv} = 0,9 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{1,0} = 1,12$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_{nv} - коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні. Приймаємо

$$K_{nv} = 0,8 [7];$$

K_{uv} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту. Приймаємо

$$K_{uv} = 0,65 [7].$$

Тоді

$$K_v = 1,12 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,58$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 10^{0,15} \cdot 0,4^{0,2}} \cdot 0,58 = 129,3 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя верстата визначаємо за формулою [7]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{3,14 \cdot d}, \quad (2.27)$$

де d – діаметр оброблюваної деталі, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 129,3}{3,14 \cdot 110} = 374,3 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо за паспортом верстата $n = 400 \text{ об/хв}$ [3].

Потужність різання визначаємо за формулою [7]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.28)$$

де P_z – тангенціальна складова сили різання, Н. Визначаємо за формулою [7]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.29)$$

де K_p - поправочний коефіцієнт.

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо за довідником [7]:

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15.$$

Поправочний коефіцієнт визначаємо за формулою [7]:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp}, \quad (2.30)$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_{mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу. Визначаємо за формулою [7]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_p} \quad (2.31)$$

σ_B – міцність матеріалу, для сталі 45 - $\sigma_B=600$ МПа [7];

n_p – показник ступеня. Приймаємо $n_p=0,75$ [7].

Тоді

$$K_{mp} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,84$$

$K_{\phi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, $K_{r p}$ – поправочні коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента. Приймаємо $K_{\phi p} = 1$, $K_{\gamma p} = 1$, $K_{\lambda p} = 1$, $K_{r p} = 1$ [7].

Тоді

$$K_p = 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,84$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 129,3^{-0,15} \cdot 0,84 = 604,8 \text{ Н}$$

$$N = \frac{604,8 \cdot 129,3}{1020 \cdot 60} = 1,28 \text{ кВт}$$

Потужність верстата $N_{ст.} = 10$ кВт [3].

Потужності приводу верстата цілком достатньо для роботи з обраними режимами різання. Аналогічно розрахуємо режими різання по іншим переходам.

Результати розрахунку і підбору режимів різання на інші операції зведені в таблицю 2.5.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 - Зведена відомість режимів обробки деталі «Вісь»

Номер		Найменування операції i переходу	Режими обробки						
опе-рації	пере-ходу		D, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв.	п, об/хв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
015	Розточна								
	1	Фрезерування 2-ух торців в р-р 2527	160	120	2,3	3	0,6	251,2	500
	2	Центрування 2-ух торців в р-р Ø10x60 ⁰ xØ21,5x10 на глиб. 23	10	25	5	2	0,06	28,3	900
	3	Свердління 2-ух отворів в р-р Ø14 на глиб. 35	14	37	7	2	0,3	21,9	500
	4	Свердління 2-ух отворів в р-р Ø17 на глиб. 11	17	13	1,5	1	0,35	10,7	200
	5	Нарізати різьбу в 2-ух отворах М16-7Н на глиб. 30	16	60	1	2	2	1,1	20
020	Токарна								
	1	Чернове точіння пов. Ø107,7	110	190	1	1	0,4	55,3	400
	2	Чернове підрізання торця пов. 2338,5	110	3	1	1	0,4	55,3	400
	3	Чернове точіння пов. Ø102	107,7	68	1,5	2	0,4	54,1	400
	4	Чернове підрізання торця пов. 2473,7	107,7	5	1,5	2	0,4	54,1	400
	5	Чернове точіння пов. Ø92,7	102	61	1,6	6	0,4	51,2	400
	6	Чернове підрізання торця пов. 2480,9	102	4	1,6	6	0,4	51,2	400

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
025	Токарна								
	1	Чернове точіння пов. Ø107,7	110	380	1	1	0,4	55,3	400
	2	Чернове підрізання торця пов. 2148,4	110	3	1	1	0,4	55,3	400
	3	Чернове точіння пов. Ø97,7	107,7	245	2,5	2	0,4	54,1	400
	4	Чернове підрізання торця пов. 135	107,7	7	2,5	2	0,4	54,1	400
	5	Чернове точіння пов. Ø92,7	97,7	121	2,5	1	0,4	49,1	400
	6	Чернове підрізання торця пов. 2407,9	97,7	4,5	2,5	1	0,4	49,1	400
	7	Чернове точіння пов. Ø52,7	92,7	57	2	10	0,4	46,6	400
	8	Чернове підрізання торця пов. 2471,9	92,7	22	2	10	0,4	46,6	400
030	Токарна з ЧПК								
	1	Чистове точіння пов. Ø90,7	92,7	50	0,5	2	0,15	110,1	860
	2	Чистове підрізання торця пов. 2479	92,7	6,5	0,5	2	0,15	110,1	860
	3	Чистове точіння пов. Ø100	102	9	0,5	2	0,15	121,1	860
	4	Чистове підрізання торця пов. 2472	102	3	0,5	2	0,15	121,1	860
	5	Чистове точіння пов. Ø105,7	107,7	137	0,5	2	0,15	127,8	860
	6	Чистове підрізання торця пов. 2337	107,7	3	0,5	2	0,15	127,8	860
	7	Точіння фаски 2×45°	90,7	4	2	1	0,1	107,6	860

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
035	Токарна з ЧПК								
	1	Чистове точіння пов. Ø50,7	52,7	59	0,5	2	0,15	62,5	860
	2	Чистове підрізання торця пов. 2470	52,7	22	0,5	2	0,15	62,5	860
	3	Чистове точіння пов. Ø90,7	92,7	66	0,5	2	0,15	110,1	860
	4	Чистове підрізання торця пов. 2406	92,7	4,5	0,5	2	0,15	110,1	860
	5	Чистове точіння пов. Ø95,7	97,7	127	0,5	2	0,15	110,1	860
	6	Чистове підрізання торця пов. 133	97,7	7	0,5	2	0,15	110,1	860
	7	Чистове точіння пов. Ø105,7	107,7	135	0,5	2	0,15	127,8	860
	8	Чистове підрізання торця пов. 2146	107,7	4,5	0,5	2	0,15	127,8	860
	9	Точіння фаски 2×45 ⁰	50,7	4	2	1	0,1	60,2	860
040	Розточна з ЧПК								
	1	Фрезерування шпонкового пазу 8×46×30×R4	8	32	0,4	10	0,05	22,6	900
	2	Центрувати 2 отв. Ø3 на глиб. 6	3	8	1,5	1	0,06	8,5	900
	3	Свердлити 2 отв. Ø14 на глиб. 17.	14	40	7	4	0,3	21,9	500
	4	Зенкувати 2 фаски 2×45 ⁰	22	4	2	1	0,3	34,5	500
	5	Нарізати різьбу в 2 отв. М16-7Н на глиб. 30	16	60	1	2	2	1,2	20

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
045	Круглошліфувальна								
	1	Шліфування пов. Ø105h6	105, 7	135	0,015	20	12	9,4	28
	2	Шліфування пов. Ø90m6	90,7	48	0,015	20	12	7,9	28
050	Круглошліфувальна								
	1	Шліфування пов. Ø105h8	105,7	133	0,015	20	12	9,4	28
	2	Шліфування пов. Ø95h11	95,7	127	0,015	20	12	8,4	28
	3	Шліфування пов. Ø90m6	90,7	64	0,015	20	12	7,9	28
	4	Шліфування пов. Ø50k6	50,7	57	0,015	20	12	4,5	28

2.1.12 Технічне нормування технологічного процесу

Розрахуємо норму часу для операції 020 Токарна, виконуваної на токарно-гвинторізному верстаті 1А64 в трьохкулачковому самоцентрувальному патроні і в центрах.

Перехід №1.

Оброблювана поверхня Ø107,7 (-0,35) мм. Довжина оброблюваної поверхні 186 мм. Довжина врізання 2 мм. Довжина перебігу 2 мм.

Визначимо основний час на перехід №1 по формулі [2]

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i \quad (2.32)$$

де L - розрахункова довжина обробки, мм;

n – число обертів шпинделя, об/хв. визначено раніше n = 400 об/хв.;

S - подача за один оборот шпинделя, мм/об. Визначено раніше

S = 0,4 мм/об.;

i - кількість проходів інструменту, i = 1.

					6.131.221397.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Розрахункову довжину обробки визначаємо за формулою [2]

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (2.33)$$

де l – довжина оброблюваної поверхні;

l_1 – врізання інструменту;

l_2 – перебіг інструменту.

Тоді

$$L = 186 + 2 + 2 = 190 \text{ мм}$$

$$T_0 = \frac{190}{400 \cdot 0,4} \cdot 1 = 1,2 \text{ хв.}$$

Аналогічно визначаємо основний час на інші переходи.

Основний час на операцію визначаємо підсумовуванням основного часу по переходах по формулі [2]:

$$T_0 = T_{01\text{пер}} + T_{02\text{пер}} + T_{03\text{пер}} + T_{04\text{пер}} + T_{05\text{пер}} + T_{06\text{пер}}, \quad (2.34)$$

де $T_{01\text{пер}}$ і $T_{02\text{пер}}$ - основний час відповідно по 1-му і 2-му переходах, хв.

Тоді

$$T_0 = 1,2 + 0,02 + 0,8 + 0,06 + 2,3 + 0,15 = 4,53 \text{ хв.}$$

Визначимо допоміжний час на операцію по формулі [2]

$$T_v = T_v \text{ у.} + T_v \text{ пер.} + T_v \text{ изм.} \quad (2.35)$$

де $T_v \text{ у.}$ – час установки і зняття заготовки, хв. [10];

$T_v \text{ пер.}$ – час пов'язаний з переходом, хв. [10];

$T_v \text{ изм.}$ – час на вимірювання, хв. [10].

Тоді

$$T_v = 13,1 + 0,5 + 0,5 = 14,1 \text{ хв.}$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оперативний час на операцію визначимо за формулою [2]

$$T_{оп} = T_o + T_v \quad (2.36)$$

Тоді

$$T_{оп} = 4,53 + 14,1 = 18,63 \text{ хв}$$

Час на технічне обслуговування визначимо за формулою [2]

$$T_{тех} = 0,03 \cdot T_{оп} \quad (2.37)$$

Тоді

$$T_{тех} = 0,03 \cdot 18,63 = 0,56 \text{ хв.}$$

Час на організаційне обслуговування визначимо за формулою [2]

$$T_{орг} = 0,04 \cdot T_{оп} \quad (2.38)$$

Тоді

$$T_{орг} = 0,04 \cdot 18,63 = 0,74 \text{ хв.}$$

Час перерв на відпочинок визначимо за формулою [2]

$$T_{отл} = 0,025 \cdot T_{оп} \quad (2.39)$$

Тоді

$$T_{отл} = 0,025 \cdot 18,63 = 0,46 \text{ хв.}$$

Штучний час на операцію визначимо за формулою [2]

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{тех} + T_{орг} + T_{отл} \quad (2.40)$$

Тоді

$$T_{шт} = 18,6 + 0,56 + 0,74 + 0,46 = 20,36 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час на операцію визначаємо за формулою [2]

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (2.41)$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Тп.з. – підготовчо-заключний час на партію деталей, хв.;

n – розмір партії деталей, шт.

$$T_{шт-к}=20,36+0,2=20,6 \text{ хв.}$$

Норми часу на виконання інших операцій представлені у зведених відомості норм часу по операціях в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Зведена відомість норм часу по операціях, хв.

№ оп.	Найменування операції	T ₀	T _в			T _{оп}	T _{обсл}		T _{отд}	T _{шт}	$\frac{T_{п.з.}}{n}$	T _{шт-к}
			T _{уст}	T _{пер}	T _{изм}		T _{тех}	T _{орг}				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
015	Розточна	11,6	14,1	1,1	1,4	28,2	0,7	1,1	0,6	30,6	0,15	30,75
020	Токарна	4,53	13,1	0,5	0,5	18,6	0,56	0,74	0,46	20,4	0,2	20,6
025	Токарна	11,4	13,1	0,9	1,2	26,6	0,8	1,1	0,7	29,2	0,2	29,4
030	Токарна з ЧПК	3,4	12,6	0,4	1,1	17,5	0,5	0,7	0,4	19,1	0,25	19,35
035	Токарна з ЧПК	6,7	12,6	0,7	1,3	21,3	0,6	0,8	0,5	23,2	0,25	23,45
040	Розточна з ЧПК	12,9	14,1	1,5	1,9	30,4	1,7	2,3	1,4	35,8	0,2	35,8
045	Кругло-шліфувальна	10,9	13,3	0,4	0,2	24,8	0,9	1,1	0,7	27,5	0,2	27,7
050	Кругло-шліфувальна	22,6	13,3	0,7	0,4	37	1,6	2,2	1,4	42,2	0,2	42,4

2.1.13 Проектування технологічних наладок

Проектуємо технологічні налагодження на операції: 015 Розточна, 030 Токарна з ЧПК, 040 Розточна з ЧПК і 045 Кругло-шліфувальна.

Технологічні налагодження на операції виконуємо відповідно до рекомендацій методичних вказівок [1], [2] і представлені в графічній частині.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розрахунок і проектування верстатного пристосування

2.2.1 Аналіз вихідних даних

Початкові дані [14]:

- а) ескіз деталі на операцію 040 Розточна з ЧПК (рисунок 2.8);
- б) матеріал деталі – Сталь 45 ГОСТ 1050-2013, твердість HB 197...229;
- в) зусилля різання при свердлінні отвору представлено крутним моментом $M_{кр} = 21,58 \text{ Н} \cdot \text{м}$ та осьовою силою $P_o = 3438,62 \text{ Н}$.
- г) маса деталі $m = 177,2 \text{ кг}$;
- д) річна програма випуску деталей $N = 100 \text{ шт.}$;
- е) норма штучного часу $T_{шт.} = 35,8 \text{ хв.}$

В деталі «Вісь» отвори можуть бути оброблені свердлінням. Свердління забезпечує економічно доцільну точність обробки сталевих деталей по IT14 і оптимальну шорсткість $R_a = 6,3 \text{ мкм}$, що відповідає вимогам креслення [14].

Конструкція деталі і її точності параметри дозволяють вести обробку на горизонтально-розточному верстаті з ЧПК моделі 2A637Ф4. Установчі та приєднувальні розміри його столу достатні для установки і закріплення пристосування з деталлю, а силовий привід і точності характеристики забезпечать режими, точність і якість обробки поверхонь [14].

В якості інструменту може бути застосовано свердло спіральне Ø14 P6M5 ГОСТ 10903-77 [7].

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

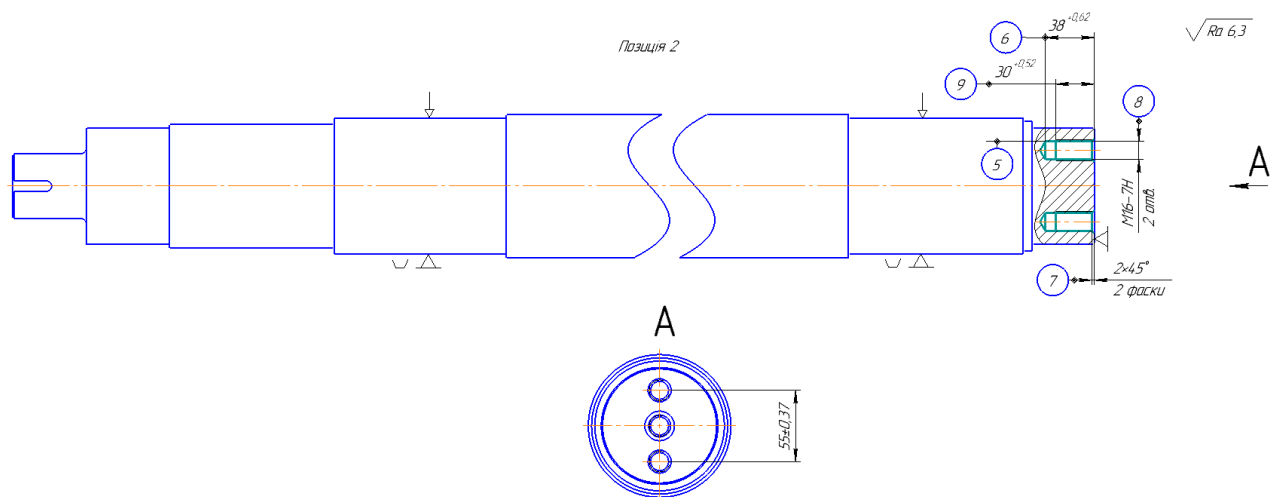


Рисунок 2.8 – Ескіз деталі «Вісь» на операцію 040 Розточна з ЧПК

Можливість виконання виробничої програми N і кількість одночасно встановлюваних заготовок у пристосуванні, визначається (перевіряється) відношенням штучного часу $T_{шт.}$ і такту випуску τ , $(\frac{T_{шт.}}{\tau})$ [14].

Розраховуємо величину такту випуску за формулою [14]

$$\tau = \frac{60 \cdot F_d \cdot K_U}{N}, \text{ мин} \quad (2.42)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання. Приймаємо $F_d = 4060$ годин при двозмінній роботі [14];

K_U – коефіцієнт, що враховує втрати часу з організаційно-технічних причин, втрати від переналагодження обладнання і т.і. Приймаємо

$$K_U = 0,9 \text{ [14];}$$

N – виробнича програма, шт.

Тоді

$$\tau = \frac{60 \cdot 4060 \cdot 0,9}{100} = 2192,4 \text{ хв./шт.}$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевіряємо умову [14]

$$T_{шт.} \leq \tau = 35,8 < 2192,4$$

і відношення [14]

$$\frac{T_{шт.}}{\tau} \leq 1 = \frac{35,8}{2192,4} < 1$$

Отже, задана програма може бути виконана із застосуванням одномісного пристосування.

2.2.2 Вибір принципової схеми

Схемою обробки передбачається свердління отворів (рисунок 2.8, рисунок 2.9). Положення оброблюваних поверхонь отворів визначається їх розмірами по діаметру і глибині [14].

Деталь «Вісь» встановлюється в призми з упором в торець.

Торець деталі може бути використаний як опорна база. Циліндричні поверхні Ø105,7 деталі можуть бути використані як подвійна направляюча база.

Комплект баз деталі «Вісь» включає (рисунок 2.9) [19]:

$C_{1,2,3,4} : S_{y,z} R_{ot y,z}$ – подвійна направляюча база;

$C_5 : S_x$ – опорна база.

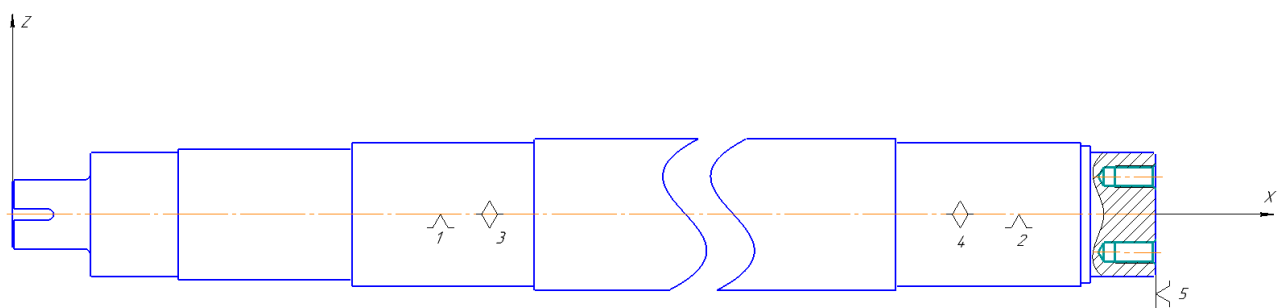


Рисунок 2.9 – Схема базування деталі «Вісь»:

1,2,3,4 - подвійна направляюча база; 5 - опорна база

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.3 Силевий розрахунок верстатного пристосування

Для аналізу і вибору найбільш несприятливих ситуацій, необхідно вказати силові фактори, і визначити в якому разі деталь втратить свою нерухомість (рисунок 2.10) [14].

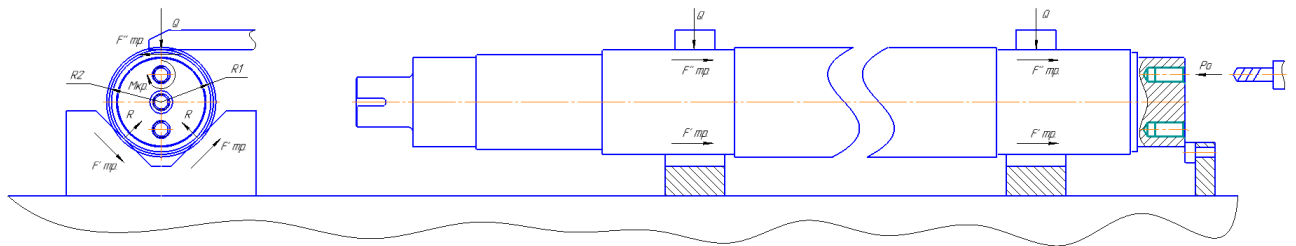


Рисунок 2.10 – Схема до силового розрахунку

В процесі обробки заданої поверхні з боку ріжучого інструменту на деталь буде діяти сила різання. З метою забезпечення нерухомості деталі щодо пристосування в процесі обробки необхідно визначити силу закріплення Q. При розрахунку сили закріплення Q необхідно враховувати силу тяжіння G, яка визначається масою заготовки (при $m=177,2$ кг, $G=1772$ Н) [14].

2.2.4 Аналіз дії сил і визначення коефіцієнта запасу

Для компенсації можливих випадкових відхилень силових факторів від розрахованих значень в силевий розрахунок вводиться коефіцієнт запасу [14]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (2.43)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0=1,5$ [14];

K_1 – враховує стан базових поверхонь, $K_1=1,1$ [14];

K_2 – враховує затуплення інструменту, $K_2=1,1$ [14];

K_3 – враховує ударне навантаження на інструмент, $K_3=1,1$ [14];

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

К4 – враховує стабільність сил, що розвиваються приводом, К4=1 [14];

К5 – враховує зручність керування затискним механізмом з ручним приводом, К5=1 [14];

К6 – враховує визначеність розташування опорних точок при зміщенні заготовки моментом сил, К6=1 [14].

Тоді

$$K = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2$$

2.2.5 Вибір найбільш несприятливої ситуації

При такій реалізації схеми базування можливі дві небезпечні (з точки зору втрати нерухомого стану деталлю) ситуації [14]:

- зсув деталі в призмах уздовж осі, при цьому рівняння рівноваги сил буде виглядати таким чином (рисунок 2.10):

$$K \cdot P_0 - 2 \cdot F''_{\text{тр}} - 4 \cdot F'_{\text{тр}} = 0$$

$$K \cdot P_0 = 2 \cdot F''_{\text{тр}} + 4 \cdot F'_{\text{тр}}$$

$$F''_{\text{тр}} = (Q + G) \cdot f; \quad F'_{\text{тр}} = R \cdot f = \frac{(Q + G)}{4} \cdot f$$

$$K \cdot P_0 = 2 \cdot (Q + G) \cdot f + 4 \cdot \frac{(Q + G)}{4} \cdot f$$

$$Q = \frac{K \cdot P_0}{3 \cdot f} - G$$

Тоді

$$Q = \frac{2 \cdot 3438,62}{3 \cdot 0,16} - 1772 = 12555,6 \text{ Н}$$

- поворот деталі в призмах навколо осі, при цьому рівняння рівноваги моментів буде виглядати таким чином (рисунок 2.10):

$$K \cdot M_{\text{кр}} - 2 \cdot F''_{\text{тр}} \cdot r_2 - 4 \cdot F'_{\text{тр}} \cdot r_2 = 0$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K \cdot M_{кр} = 2 \cdot F''_{тр} \cdot r_2 + 4 \cdot F'_{тр} \cdot r_2$$

$$F''_{тр} = (Q + G) \cdot f; \quad F'_{тр} = R \cdot f = \frac{(Q+G)}{4} \cdot f \cdot \cos 45^\circ$$

$$K \cdot M_{кр} = 2 \cdot (Q + G) \cdot f \cdot r_2 + 4 \cdot \frac{(Q + G)}{4} \cdot f \cdot r_2 \cdot \cos 45^\circ$$

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot (2 \cdot r_2 + r_2 \cdot \cos 45^\circ)} - G$$

Тоді

$$Q = \frac{3 \cdot 21,58 \cdot 100}{0,16 \cdot (2 \cdot 5,28 + 5,28 \cdot \cos 45^\circ)} - 1772 = 1055,1 \text{ Н}$$

Порівнюючи величини сил закріплення Q бачимо, що для запобігання зсуву деталі в призмах уздовж осі потрібно значно більше зусилля закріплення, і ця ситуація є більш небезпечною.

Для подальших проектних розрахунків вибирається найбільше за величиною значення, це $Q = 12555,6 \text{ Н}$.

2.2.6 Розрахунок затискного пристрою

У якості затискного механізму приймаємо важільно-клиновий механізм із пневматичним приводом (рисунок 2.11) [13]. Важіль доцільно приймати відкидний (або поворотний) для того, щоб зручно встановлювати деталь в призми.

Принцип дії механізму полягає в наступному [14]:

- при подачі робочої рідини в безштокову порожнину циліндра створюється тиск, який переміщує вліво поршень 1 з штоком 2 і клином і, натискає на ролик 8, опускається вниз тяга 4, яка передає зусилля закріплення на притиск 3, який закріплює заготовку;

- при подачі робочої рідини в штокову порожнину циліндра створюється тиск, який переміщує вправо поршень 1 з штоком 2 і клином, при цьому клин

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

припиняє натискати на ролик 8. Тяга 4 і притиск 3 піднімаються вгору під дією пружини 5, що дозволить розкріпити заготовку.

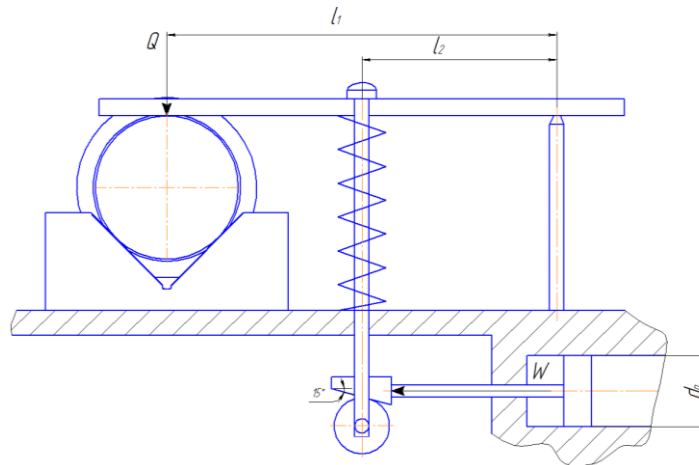


Рисунок 2.11 – Схема затискного механізму

Сила тяги на штоку приводу, з урахуванням втрат на тертя в кінематичних парах, визначається наступним виразом [14]:

$$W = \frac{Q}{i_{с.р} \cdot i_{с.кл} \cdot \eta_p \cdot \eta_{кл}}, \text{ Н} \quad (2.44)$$

де Q – зусилля затиску деталі, Н;

$i_{с.р.}$ – передавальне відношення сили важільного механізму (в нашому випадку $i_{с.р.} = 1$) [14];

$i_{с.кл}$ – передавальне відношення сили клинового механізму, кількісний показник якого приймаємо при куті скосу $\alpha = 15^\circ$. $i_{с.кл} = 2,37$ [14];

$\eta_p = (0,85 \dots 0,95)$ – к.к.д. важільного механізму. Приймаємо $\eta_p = 0,9$ [14];

$\eta_{кл}$ – к.к.д клинового механізму. При куті скосу $\alpha = 15^\circ$ $\eta_{кл} = 0,64$ [14];

Тоді

$$W = \frac{12555,6}{1 \cdot 2,37 \cdot 0,9 \cdot 0,64} = 9197,4 \text{ Н}$$

Для визначення величини переміщення притискного елемента і ходу приводу виходимо з умови забезпечення вільної установки заготовки з

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

урахуванням можливих відхилень її розмірів. При цьому слід врахувати вплив величини сили закріплення і жорсткості затискного механізму та передбачити необхідний запас ходу, що компенсує знос його елементів і похибки виготовлення [14].

Величина ходу притискного елемента визначається за формулою [14]:

$$S_{(Q)} = \Delta_{\text{гар}} + \Delta + \frac{Q}{I} + \Delta S_{(Q)}, \text{ мм} \quad (2.45)$$

де $\Delta_{\text{гар}} = (0,2 \dots 0,4)$ – гарантований зазор для вільної установки деталі.

Приймаємо $\Delta_{\text{гар}} = 0,3 \text{ мм}$ [14];

Δ - відхилення розміру заготовки, мм. Приймаємо $\Delta = 0,22 \text{ мм}$;

$I = (1000 \dots 3500)$ – жорсткість затискного механізму [14]. Приймаємо $I = 2200 \text{ Н/мм}$;

$\Delta S_{(Q)} = (0,2 \dots 0,4)$ – запас ходу плунжера [14]. Приймаємо $\Delta S_{(Q)} = 0,3 \text{ мм}$.

Тоді

$$S_{(Q)} = 0,3 + 0,22 + \frac{12555,6}{2200} + 0,3 = 6,7 \text{ мм}$$

Приймаємо $S_{(Q)} = 7 \text{ мм}$.

Величина ходу приводу визначається величиною переміщення притискного елемента і передавальним відношенням переміщення механізму [14]:

$$S_{(W)} = S_Q \cdot i_{\text{п.р.}} \cdot i_{\text{п.кл.}}, \text{ мм} \quad (2.46)$$

де $i_{\text{п.р.}}$ – передавальне відношення переміщення важеля механізму (в нашому випадку $i_{\text{п.р.}} = 1$) [14];

$i_{\text{п.кл.}}$ – передавальне відношення переміщення клинового механізму, кількісний показник якого приймаємо при куті скосу $\alpha = 15^\circ$ $i_{\text{п.кл.}} = 3,73$ [14];

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді

$$S_{(W)} = 7 \cdot 1 \cdot 3,73 = 25,1 \text{ мм}$$

Приймаємо $S_{(W)} = 25 \text{ мм}$.

Визначаємо величину робочого діаметра пневмоциліндра.

Діаметр поршня пневмоциліндра визначимо за формулою [14]:

$$d_{\pi} = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ м} \quad (2.47)$$

де W – сила тяги, Н;

p – тиск стислого повітря ($p=0,4 \text{ МПа}$) [14];

η – к.к.д. пневмоциліндра. Приймаємо $\eta=0,85$ [14].

Тоді

$$d_{\pi} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9197,4}{3,14 \cdot 400000 \cdot 0,85}} = 0,1856 \text{ м}$$

На підставі розрахункових значень параметрів, по нормалі на вбудовані пневмоциліндри в верстатні пристосування (СП) приймаємо пневмоциліндр 7020-0328 з параметрами [16]:

$d_{\pi} = 200 \text{ мм}$ (діаметр поршня);

$l_{\pi} = 25 \text{ мм}$ (хід поршня);

$d_{\text{шт}} = 40 \text{ мм}$ (діаметр штока);

При тиску робочої рідини в магістралі $0,4 \text{ МПа}$, сила на штоку:

штовхаюча = 11500 Н ; тягнуча = 11100 Н .

2.2.7 Оцінка точності пристосування

На даній операції необхідно забезпечити точність виконання розміру $\emptyset 14^{+0,18} \text{ мм}$.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проектована пристосування повинно забезпечувати необхідний рівень точності обробки, що відповідає виконанню наступної умови [14]:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon] \quad (2.48)$$

де $[\varepsilon]$ – допустима величина похибки пристосування, мкм [14].

$$[\varepsilon] = T - k_y \cdot \omega, \text{ мкм} \quad (2.49)$$

де T – допуск на виконуваний розмір, мм;

ω - середня економічна точність даного виду обробки, мм. При свердлінні $\omega=180$ мкм [14];

k_y – коефіцієнт посилення, ($k_y = 0,6$) [14];

Тоді

$$[\varepsilon] = 180 - 0,6 \cdot 180 = 72 \text{ мкм}$$

ε – дійсна величина похибки пристосування [14], мкм:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\Pi}^2}, \text{ мкм} \quad (2.50)$$

де ε_6 – похибка базування, мкм. Похибка базування виникає при розбіжності технологічної та вимірювальної баз [14]:

$$\varepsilon_6 = \frac{T}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin^{90/2}} - 1 \right), \text{ мкм} \quad (2.51)$$

Тоді

$$\varepsilon_6 = \frac{180}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin^{90/2}} - 1 \right) = 37,3 \text{ мкм}$$

ε_3 – похибка закріплення, мкм. Похибка закріплення обумовлена неоднорідністю властивостей поверхні оброблюваної заготовки (в основному

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шорсткості і твердості), а також нестабільністю величини зусилля закріплення [14]:

$$\varepsilon_z = (y_{max} - y_{min}) \cdot \cos \alpha, \quad (2.52)$$

де y_{max} – найбільше зміщення заготовки, мкм;

y_{min} – найменше зміщення заготовки, мкм;

α – кут між лінією дії сили закріплення і напрямком виконуваного розміру.

У нашому випадку $\alpha = 0$. Тоді $\cos(\alpha) = 1$ [14].

Переміщення y_{max} и y_{min} визначаються величиною контактної деформації в місцях контакту деталі з опорними елементами і обчислюються за емпіричною формулою [14]:

$$y = \left[\left(K_{R_z} \cdot R_z + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \cdot \left(\frac{Q}{2 \cdot l} \right)^n, \quad (2.53)$$

де K_{R_z} – коефіцієнт, що враховує вплив шорсткості поверхні. Приймаємо $K_{R_z} = 0,005$ [14].

R_z – висотний параметр шорсткості, мкм. У нашому випадку:

$R_{zmax} = 43$ мкм и $R_{zmin} = 18$ мкм.

K_{HB} – коефіцієнт, що враховує вплив твердості матеріалу. Приймаємо $K_{HB} = 15$ [14].

HB – твердість матеріалу по Брінеллю. У нашому випадку: $HB_{max} = 229$;
 $HB_{min} = 197$;

C_1 – коефіцієнт, що враховує вплив геометрії контакту [14]:

$$C_1 = 0,086 + \frac{8,4}{D_{заг.}}, \quad (2.54)$$

де $D_{заг.}$ – діаметр заготовки (деталі), який встановлюється на опорні елементи, см. У нашому випадку $D_{заг.} = 105,7$ мм = 10,57 см.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді

$$C_1 = 0,086 + \frac{8,4}{10,57} = 0,881$$

Q – сила закріплення, Н. Максимальні і мінімальні значення зусилля закріплення визначаються через відхилення від номінального значення зусилля. Для механізованого приводу відхилення можуть становити $\pm 5\%$ [14]:

$$Q_{\max} = 1,05 \cdot Q \quad (2.55)$$

$$Q_{\min} = 0,95 \cdot Q \quad (2.56)$$

Тоді

$$Q_{\max} = 1,05 \cdot 19719,4 = 20705,37 \text{ Н}$$

$$Q_{\min} = 0,95 \cdot 19719,4 = 18733,43 \text{ Н}$$

l – довжина контакту опорних елементів з заготовкою, см;

$$l = 4 \cdot 40 = 160 \text{ мм} = 16 \text{ см}$$

n – показник ступеня. Приймаємо $n = 0,7$ [14].

Тоді

$$y_{\max} = \left[\left(0,005 \cdot 43 + \frac{15}{229} \right) + 0,881 \right] \cdot \left(\frac{20705,37}{2 \cdot 16} \right)^{0,7} = 107,67 \text{ мкм}$$

$$y_{\min} = \left[\left(0,005 \cdot 18 + \frac{15}{197} \right) + 0,881 \right] \cdot \left(\frac{18733,43}{2 \cdot 16} \right)^{0,7} = 90,87 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_z = (107,67 - 90,87) = 16,8 \text{ мкм}$$

ε_n – похибка положення, мкм. Похибка положення дорівнює похибці зносу ε_n встановлювальних елементів, якщо використовується одномісне пристосування [14]:

$$\varepsilon_n = \beta \cdot \sqrt{N} \cdot \cos \alpha, \text{ мкм} \quad (2.57)$$

де β – емпіричний коефіцієнт, який визначає вплив умов обробки на величину зносу, зокрема, враховується вид і стан базової поверхні заготовки, а також вид встановлювального елемента. Приймаємо $\beta = 0,4$ [14];

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N – кількість контактів установочного елемента із заготівлею в процесі його експлуатації, тобто ця величина еквівалентна величині виробничої програми для даної деталі, $N=100$ шт;

α – кут між напрямком виконуваного розміру і напрямком, перпендикулярним поверхні встановлювального елемента в зоні контакту з заготовкою, $\alpha = 45$ [14].

Тоді

$$\varepsilon_{\text{и}} = 0,4 \cdot \sqrt{100} \cdot 0,7071 = 2,8 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon = \sqrt{37,3^2 + 16,8^2 + 2,8^2} = 41 \text{ мкм}$$

Перевірка умови $\varepsilon \leq [\varepsilon]$ [14]

$$41 \text{ мкм} < 72 \text{ мкм}$$

Умова виконується, отже, пристосування забезпечує необхідний рівень точності обробки.

2.2.8 Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання пристосування

Економічна доцільність виготовлення і експлуатації проектного спеціального верстатного пристосування оцінюється по відношенню до варіанту аналогічного пристосування, що використовується раніше для тих же цілей, або іншого конкуруючого варіанту пристосування [14].

Якщо прийняти, що витрати на різальний інструмент, амортизацію верстата і електроенергію однакові, то елементи собівартості обробки, що залежать від конструкції пристосування, для порівнюваних варіантів визначаються за формулою [14]:

$$C = L \cdot \left(1 + \frac{Z}{100}\right) + \frac{S}{N} \cdot \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100}\right), \text{ грн} \quad (2.58)$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де L - штучна заробітна плата при використанні даного варіанту пристосування, грн. [14]:

$$L = T_{\text{шт.}} \cdot l, \text{ грн} \quad (2.59)$$

де $T_{\text{шт.}}$ – штучний час на операцію.

Для типового варіанту з використанням універсального пристосування $T_{\text{шт.1}} = 37,3$ хв. Для проектового варіанта з використанням спроектованого пристосування $T_{\text{шт.2}} = 35,8$ хв.

l – хвилинна заробітна плата робітника даної кваліфікації.

Для типовому варіанту з використанням універсального пристосування достатня кваліфікація робочого V розряду, тому приймаємо $l_1 = 33,82$ грн./год. [2].

Для проектового варіанта з використанням спроектованого пристосування достатня кваліфікація робочого III розряду, тому приймаємо $l_2 = 26,43$ грн./год. [2].

Тоді

$$L_1 = \frac{33,82}{60} \cdot 37,3 = 21,02 \text{ грн.}$$

$$L_2 = \frac{26,43}{60} \cdot 35,8 = 15,77 \text{ грн.}$$

Z – відсоток цехових накладних витрат на заробітну плату, приймаємо $Z = 300\%$ [14];

S – собівартість виготовлення даного варіанту пристосування, грн. [14]:

$$S = C \cdot K, \quad (2.60)$$

де K – кількість деталей в пристосуванні: $K_1 = 21$ шт., $K_2 = 31$ шт.

C – постійна, що залежить від складності пристосування, $C_1 = 1,5$; $C_2 = 3$ [14].

Тоді

$$S_1 = 21 \cdot 1,5 = 31,5 \text{ грн.}$$

$$S_2 = 31 \cdot 3 = 93 \text{ грн.}$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

N – річна програма випуску деталей, шт.

i – термін амортизації пристосування. $i_1 = 1$ рік; $i_2 = 3$ роки [14].

q – процент витрат, пов'язаних із застосуванням пристосувань, $q = 20\%$ [14].

Тоді

$$C_1 = 21,02 \cdot \left(1 + \frac{300}{100}\right) + \frac{31,5}{100} \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{20}{100}\right) = 86,74 \text{ грн}$$

$$C_2 = 15,77 \cdot \left(1 + \frac{300}{100}\right) + \frac{93}{100} \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100}\right) = 63,58 \text{ грн}$$

Порівнюючи величини технологічної собівартості виконання операції із застосуванням типовому пристосуванню C_1 і спроектованого пристосування C_2 , бачимо що $C_1 > C_2$. Отже, економічно доцільним і застосовним буде спроектоване пристосування, так як технологічна собівартість спроектованого пристосування C_2 менше, ніж C_1 .

Складальне креслення верстатного пристрою наводимо у графічній частині.

Складаємо специфікацію до верстатного пристрою і наводимо у Додатку Г.

2.3 Розробка вихідних даних для проектування механічної дільниці

2.3.1 Аналіз початкових даних для проектування дільниці цеху

Початковими даними для проектування дільниці є [1, 17]:

- а) виробнича програма випуску деталі на дільниці $N = 100$ шт./рік;
- б) тип виробництва – дрібносерійний;
- в) верстатомісткість дільниці 100 000 верстатогодин/рік;
- г) режим роботи – приймаємо 2-ох змінний режим роботи;
- д) фонд часу роботи устаткування – $\Phi_d = 4060$ годин [1];
- е) фонд часу роботи робочих – $\Phi_r = 1820$ годин [1];
- ж) технологічний процес виготовлення деталі (додаток до пояснювальної записки);
- з) трудомісткість виготовлення деталі $T_{шт.к.} = 229,45$ хв.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі початкових даних визначимо верстатомісткість, яка припадає на виконання річної програми деталі, що розглядається в роботі [1]:

$$T_{дет} = \sum N_{дет} \cdot T_{шт}^{дет}, \quad (2.61)$$

де N – виробнича програма випуску деталі на дільниці, шт.;

$T_{шт}$ – штучно-калькуляційний час деталі.

Тоді

$$T_{дет} = (229,45/60) \cdot 100 = 382,42 \text{ н.ч.}$$

Верстатомісткість $T_{ст}$ в верстатогодинах визначається за формулою [1]:

$$T_{ст дет.} = T_{дет} \cdot K_{м.о.}, \quad (2.62)$$

де $K_{м.о}$ – середній коефіцієнт багатOVERSTATного обслуговування за типом виробництва, для дрібносерійного приймаємо $K_{м.о} = 1,15$ [1].

Тоді

$$T_{ст дет.} = 382,42 \cdot 1,15 = 439,78 \text{ ст.ч.}$$

2.3.2 Розрахунок кількості виробничого устаткування дільниці

Загальну кількість верстатів дільниці визначимо за формулою [1]:

$$C_{р.общ.} = \frac{T}{\Phi_o \cdot K_{зср.}}, \quad (2.63)$$

де T – верстатомісткість річного випуску в верстатогодинах всіх виробів, які складають виробничу програму дільниці;

$K_{зср}$ – середній коефіцієнт завантаження по дільниці, який приймається залежно від типу виробництва: для дрібносерійного виробництва приймаємо

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{зср}} = 0,85 [1];$$

$\Phi_{\text{д}}$ – фонд часу роботи устаткування. $\Phi_{\text{д}} = 4060$ годин [1].

Тоді

$$C_{\text{р.обш.}} = \frac{100000}{4060 \cdot 0,85} = 28,9 \text{ шт.}$$

Кількість прийнятого обладнання $C_{\text{пр}} = 29$ шт.

Загальну кількість верстатів, які задіяні у виробництві деталі, що розглядається у роботі, визначимо за формулою [1]:

$$C_{\text{р.обш.}} = \frac{T_{\text{дет}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{зср.}}} \quad (2.64)$$

де $T_{\text{дет}}$ – верстатомісткість річного випуску в верстатогодинах деталі, яка розглядається в роботі.

Кількість верстатів та їх моделі для написаного технологічного процесу можна визначити за самим техпроцесом або за штучно-калькуляційним часом кожної операції [1].

Для цього необхідно підрахувати трудомісткість кожної операції для виготовлення виробничої річної програми деталі, що розглядається (табл. 2.7) та визначити кількість верстатів, необхідних для виконання кожної операції, виконуємо необхідне округлення отриманого результату до найближчого цілого числа [1].

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7 – Трудомісткість технологічних операцій деталі, що розглядається, розрахункова та прийнята кількість верстатів

№ оп.	Назва операції	Модель верстата	T _{шт.-кал.} , год.	T _{річ^{оп1}} , год.	Ср	Спр
1	2	3	4	5	6	7
015	Розточна	2636	0,51	51	0,015	1
020	Токарна	1А64	0,45	45	0,013	1
025	Токарна	1А64	0,78	78	0,023	1
030	Токарна с ЧПК	1Н65Ф3	0,39	39	0,011	1
035	Токарна с ЧПК	1Н65Ф3	0,56	56	0,016	1
040	Розточна з ЧПК	2А637Ф4	0,6	60	0,017	1
045	Круглошліфувальна	3М175	0,46	46	0,013	1
050	Круглошліфувальна	3М175	0,71	71	0,020	1
	Разом					8

З таблиці бачимо, що на виготовлення розглядаємої деталі необхідно 8 верстатів різних моделей.

Склад та кількість інших верстатів, що залишилися для виконання частки виробничої програми дільниці, приймаємо згідно їх розташування по групах та у відсотковому відношенні, прийнятому на типовому підприємстві, враховуючи той факт, що вже пораховані верстати будуть входити в отриману кількість відповідного обладнання за групами [1].

Кількість інших верстатів, що залишилися для виконання частки виробничої програми дільниці, визначаємо як різницю між загальним числом верстатів і числом верстатів, які використовуються у техпроцесі виготовлення деталі, що розглядається [1].

Для виконання виробничої програми дільниці необхідно – 29 верстат (розраховано раніше). Моделі з цього числа призначимо укрупненим методом, враховуючи той факт, що певна кількість верстатів вже визначена за своїми моделями за техпроцесом [1].

Коефіцієнт завантаження за типом верстата визначаємо за формулою [1]:

$$K_3 = \frac{C_{p. \text{ за типом верстата}}}{C_{пр.}}, \quad (2.65)$$

де $C_{p. \text{ за типом верстата}}$ – розрахункова кількість верстатів за типом верстата визначаємо за формулою [1]

$$C_{p. \text{ за типом верстата}} = C_{пр} \cdot \%, \quad (2.66)$$

де $C_{пр}$ - кількість верстатів дільниці (розраховано раніше) ;

% - відсоток верстатів за типом обладнання;

$C_{пр}$ - прийнята кількість верстатів за типом верстата.

Прийняте основне виробниче устаткування і коефіцієнт загрузки заносимо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Верстати за типом обладнання

Тип обладнання	Відсоток, %	Ср	Спр	Кз
1	2	3	4	5
Токарні верстати	30%	8,7	9	0,97
Токарні верстати з ЧПК	7%	2,03	2	1,01
Фрезерні верстати	10%	2,9	3	0,97
Фрезерні верстати з ЧПК	4%	1,16	1	1,16
Розточувальні верстати	3%	0,87	1	0,87
Різбообробні верстати	4%	1,16	1	1,16
Свердлильні верстати	6%	1,74	2	0,87
Розточувальні верстати з ЧПК	4%	1,16	1	1,16
Зубообробні верстати	10%	2,9	3	0,97
Шліфувальні верстати	10%	2,9	3	0,97
Центрувальні верстати	4%	1,16	1	1,16
Шпонковообробні верстати	4%	1,16	1	1,16
Шліцьовообробні верстати	4%	1,16	1	1,16
Разом	100%	29	29	-

Зведену відомість устаткування дільниці представлено у Додатку Д.

2.3.3 Розрахунок кількості робітників дільниці цеху

Всі працівники дільниці цеху підрозділяються на наступні категорії [1]:

- а) виробничі робітники (верстатники, слюсарі), зайняті виготовленням виробів, які складають виробничу програму;
- б) допоміжні робітники, що безпосередньо не беруть участь у виготовленні продукції, але що забезпечують нормальну роботу виробничих робітників (ремонтники, налагоджувальники, транспортні робітники, комірник, контролери ВТК, налагоджувальники нового устаткування і ін.);
- в) службовці – інженерно-технічні працівники (ІТР);
- г) розрахунково-контторський персонал (РКП), до якого відносять бухгалтерів, рахівників, діловодників, табельників, обліковців і ін.;
- д) молодший обслуговуючий персонал (МОП).

Кількість виробничих робітників (верстатників) дільниці цеху по професіях на основі підрахованої кількості відповідних верстатів визначаємо по формулі [1]:

$$P_{cm} = \frac{\Phi_{\partial} \cdot C_{np.} \cdot K_z^{за_типом_верстата}}{\Phi_p \cdot K_m}, \quad (2.67)$$

де K_m – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування за типом устаткування, для універсальних верстатів $K_m=1$, напівавтомати, автомати та верстати з ЧПК $K_m=2...3$, зубообробні верстати $K_m=4...5$ [1];

C_{np} – прийнята кількість верстатів даного типу;

$K_{зср}$ – коефіцієнт завантаження верстатів даного типу;

$\Phi_p = 1820$ ч. – дійсний річний фонд часу роботи робочого [1];

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи верстатів даного типу.

Кількість виробничих робітників (слюсарів) приймається в процентному співвідношенні до кількості виробничих робітників (верстатників) – 5 % [1].

Кількість допоміжних робочих складає 20% від основної кількості виробничих робочих [1].

Чисельність ІТР складає 7% від кількості всіх робочих дільниці цеху [1].

Але, оскільки в технологічних процесах використовуються верстати з ЧПК, то кількість ІТР, для їх обслуговування, складає приблизно 25 чоловік на 100 верстатів з ЧПК [1], які входять в состав усіх ІТР.

Чисельність РКП складає 5% від загального числа робітників дільниці цеху [1]. Чисельність МОП складає 3% від загального числа робітників дільниці цеху [1].

Підмінний штат обирається в кількості 10% від загальної кількості робітників на дільниці [1].

Зведену відомість робітників дільниці цеху представлено у Додатку Е.

2.3.4 Розрахунок виробничої площі дільниці цеху

Площа дільниці цеху по своєму призначенню є виробничою площею цеху [1]. При визначенні виробничої площі дільниці цеху використовуємо укрупнений метод. Але після проектування необхідно внести корективи до виробничої і загальної площі цеху (реальна площа після розстановки устаткування) [1].

Виробнича площа дільниці цеху дорівнює [1]:

$$S_{\text{пр.дільниці}} = C_{\text{пр.загальна}} \cdot s \quad (2.68)$$

де s – питома виробнича площа на один верстат, м^2 .

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величина s складає – 25 м², як для середніх верстатів [1].

Тоді

$$S_{\text{пр.дільниці}} = 29 \cdot 25 = 725 \text{ м}^2$$

Загальна площа механічної дільниці [1]

$$S_{\text{дільниці}} = S_{\text{пр.дільниці}} + S_{\text{проходу}}, \quad (2.69)$$

де $S_{\text{проходу}}$ - це площа проходу, ширина якого зазвичай приймається 3,0 м, а довжина визначається довжиною виробничої площі дільниці [1].

Тоді

$$S_{\text{діль.}} = 725 + (3 \cdot 54) = 887 \text{ м}^2$$

Приймаємо для компоновання цеху сітку колон. Межу виробничої дільниці виконуємо пунктирною лінією з вказівкою площі дільниці [1].

Ширину проїздів приймаємо рівною 4 м [1]. Крок зовнішніх рядів колон приймаємо - 6 м, крок за шириною внутрішніх колон приймаємо рівним 12 м, а крок по довжині прольоту 18 м [1]. План розташування технологічного обладнання наводимо у графічній частині. Складаємо специфікацію обладнання на дільниці і наводимо у Додатку Ж.

2.4 Оцінка економічної ефективності проектних рішень

2.4.1 Характеристика об'єкту модернізації та його продукції

Відповідно до завдання на виконання випускної роботи об'єктом модернізації є механічна дільниця, яка проектується в умовах типового виробництва, з випуску деталі «Вісь», річний випуск продукції якого складає 100 шт. Тип виробництва – дрібносерійний.

Проект виконаний в двох варіантах [1]:

I-й варіант оснований на застосуванні традиційних методів і технологій

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічної обробки.

II-ой варіант містить в собі існуючі й новітні прогресивні технології виготовлення деталей.

Основними проектними заходами, які пропонуються у випускній роботі по II-му варіанту (розділ 1) є:

- застосувати найбільш оптимальний метод отримання заготовки;
- застосувати більш прогресивне обладнання, тобто використати спеціальні верстати і верстати з ЧПК;
- використати механізовані приводи до пристосувань.

2.4.2 Розрахунок технологічної собівартості продукції

Технологічна собівартість визначається за формулою [1]:

$$C = M + Z + Z_n + Q_a + Q_p + \Pi + U_p + U_m + \mathcal{E}_{об} + A_{пл} + M_{всп}, \quad (2.70)$$

де M – вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів;

Z – заробітна платня виробничих робітників з урахуванням витрат соціальне страхування й на додаткову заробітну плату;

Z_n – заробітна платня налагоджувальника в серійному виробництві;

Q_a – витрати на амортизацію обладнання;

Q_p – витрати на ремонт обладнання;

Π – витрати на експлуатацію й амортизацію спец. пристосувань;

U_p – витрати на амортизацію й ремонт різального інструменту;

U_m – витрати на експлуатацію й амортизацію вимірюваного інструмента;

$\mathcal{E}$ – витрати на силову електроенергію, повітря й технічну воду;

$A_{пл}$ – витрати на утримання виробничих приміщень;

$M_{всп}$ – витрати на додаткові матеріали.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на основні матеріали [1].

Витрати на основні матеріали розраховуються по формулі [1]:

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{отх}, \text{ грн.}, \quad (2.71)$$

де S_k – оптова ціна за 1кг заготовки за прейскурантом, грн. [21, 25];

K_T – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготовельні витрати, дорівнює $K_T = 1,05$ [1];

q – маса відходів, які реалізуються, кг;

$S_{отх}$ – ціна за 1кг відходів, грн. [21, 25].

Розрахунок витрат на основні матеріали проведено в пункті 2.1.1 на підставу якого обраний найбільш доцільний спосіб отримання заготовки.

Витрати на заробітну платню [1].

Основна заробітна платня включає витрати на оплату праці робітників безпосередньо зайнятих на виготовленні продукції. Вона розраховується відповідно до норм витрат часу на виконання технологічних операцій і тарифними ставками [1].

Основна заробітна платня верстатника визначається по формулі [1]:

$$З_o = O_o \cdot T_{шк}, \text{ грн.}, \quad (2.72)$$

де O_o – основна зарплатня верстатника за 1 хв., грн.

$T_{шк}$ – верстатомісткість виготовлення, хв.

Розрахунок основної заробітної платні зведений в таблиці 2.10 і 2.11.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.10 – Розрахунок основної заробітної платні для I -го варіанту

№ оп.	Найменування операцій	Т _{шт.-к, хв.}	Т _{шт.-к, год.}	Розряд	Тариф, грн./год.	Розцінка, грн.
005	Кувальна	-	-	-	-	-
010	Термічна	-	-	-	-	-
015	Контрольна	12,0	0,2	3	26,43	5,29
020	Розточна	33,2	0,55	4	30,52	16,79
025	Токарна (чорнова)	53,1	0,88	4	30,52	26,86
030	Токарна (чистова)	42,8	0,71	5	33,82	24,01
035	Розміточна	15,5	0,26	3	26,43	6,87
040	Фрезерна	21,6	0,36	4	30,52	10,99
045	Розточна	32,1	0,53	4	30,52	16,17
050	Круглошліфувальна	70,1	1,17	5	33,82	39,57
055	Мийна	11,5	0,19	3	26,43	5,02
060	Слюсарна	13,5	0,22	3	26,43	5,81
065	Контрольна	14,5	0,24	3	26,43	6,34
Загальна		319,9	5,31	-	-	163,72

Таблиця 2.11 – Розрахунок основної заробітної платні для II-го варіанту

№ оп.	Найменування операцій	Т _{шт.-к, хв.}	Т _{шт.-к, год.}	Розряд	Тариф, грн./год.	Розцінка, грн.
005	Відрізна	-	-	-	-	-
010	Контрольна	12,0	0,2	3	26,43	5,29
015	Розточна	30,7	0,51	4	30,52	15,56
020	Токарна	20,6	0,34	4	30,52	10,38
025	Токарна	29,4	0,49	4	30,52	14,95
030	Токарна з ЧПК	19,35	0,32	3	26,43	8,46
035	Токарна з ЧПК	23,45	0,39	3	26,43	10,31
040	Розточна з ЧПК	36	0,6	3	26,43	15,86
045	Круглошліфувальна	27,7	0,46	5	33,82	15,56
050	Круглошліфувальна	42,4	0,71	5	33,82	24,01
055	Мийна	11,5	0,19	3	26,43	5,02
060	Слюсарна	13,5	0,22	3	26,43	5,81
065	Контрольна	14,5	0,24	3	26,43	6,34
Загальна		281,1	4,67	-	-	137,55

До додаткової заробітної платні виробничих робітників відносяться виплати, передбачені договорами й контрактами, які складають 8%-12% від основної заробітної плати [1].

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{ос}} \cdot 0,08 \quad (2.73)$$

Тоді

$$З_{\text{доп1}} = 163,72 \cdot 0,08 = 13,1 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{доп2}} = 137,55 \cdot 0,08 = 11,01 \text{ грн.}$$

Відрахування від заробітної платні виробничих робітників визначаємо відповідно з встановленою нормою 38,75% до витрат на заробітну платню виробничих робітників (основну й додаткову) [1].

$$Н_3 = (З_{\text{ос}} + З_{\text{доп}}) \cdot 0,3875 \quad (2.74)$$

Тоді

$$Н_{31} = (163,72 + 13,1) \cdot 0,3875 = 68,52 \text{ грн.}$$

$$Н_{32} = (137,55 + 11,01) \cdot 0,3875 = 57,57 \text{ грн.}$$

Основна зарплатня наладжувальника з розрахунку обслуговування 2-х верстатів [1]:

$$З_{\text{н}} = 0,5 \cdot О_{\text{н}} \cdot Т_{\text{шк}}, \text{ грн,} \quad (2.75)$$

де $О_{\text{н}}$ – Основна зарплатня наладжувальника за 1 хв., грн.

Тоді

$$З_{\text{н1}} = 0,5 \cdot [(0,71 \cdot 33,82) + (0,36 \cdot 33,82) + (0,53 \cdot 33,82)] = 27,05 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{н2}} = 0,5 \cdot [(0,32 \cdot 33,82) + (0,39 \cdot 33,82) + (0,6 \cdot 33,82)] = 22,15 \text{ грн.}$$

Розрахунок загальної заробітної платні зведений в таблицю 2.12.

Таблиця 2.12 – Розрахунок заробітної платні

Показник	I-ий варіант, грн.	II-ий варіант, грн.
Основна зарплатня	163,72	137,55
Додаткова зарплатня	13,1	11,01
Обов'язкові відрахування	68,52	57,57
Зарплатня (основна й додаткова) з відрахуваннями (З)	245,34	206,13
Зарплатня наладжувальника ($З_{\text{н}}$)	27,05	22,15

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на амортизацію обладнання на виготовляємую деталь
визначаються за формулою [1]:

$$Q_a = \frac{Q_{ст}}{60F_{\phi}\eta_3} T_{шт-к}, \quad (2.76)$$

де $Q_{ст}$ – щорічні амортизаційні відрахування, грн. [1];

$$Q_{ст} = K_{об}/n, \quad (2.77)$$

де n – норма амортизації основних коштів (для обладнання $n = 5$ років) [1];
 $K_{об}$ – вартість обладнання з урахуванням пуско-налагоджувальних робіт [1]:

$$K_{об} = 1,32 \cdot Ц_{об}, \quad (2.78)$$

де $Ц_{об}$ – вартість обладнання, грн. [25];

Φ_d – дійсний річний фонд роботи обладнання;

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання в часі.

Тоді

$$Q_{a1} = \frac{(1,32 \cdot 500000)/5}{60 \cdot 4060 \cdot 0,85} \cdot 319,9 = 203,93 \text{ грн.}$$

$$Q_{a2} = \frac{(1,32 \cdot 1200000)/5}{60 \cdot 4060 \cdot 0,85} \cdot 281,1 = 430,08 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт та експлуатацію обладнання [1]. Визначаються витрати на ремонт і утримання верстату з розрахунку 10 % від вартості обладнання в рік [1]:

$$Q_p = \frac{K_{об} \cdot 0,1}{60F_{\phi}\eta_3} T_{шт-к}, \quad (2.79)$$

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді

$$Q_{p1} = \frac{1,32 \cdot 500000 \cdot 0,1}{60 \cdot 4060 \cdot 0,85} \cdot 319,9 = 101,97 \text{ грн.}$$

$$Q_{p2} = \frac{1,32 \cdot 1200000 \cdot 0,1}{60 \cdot 4060 \cdot 0,85} \cdot 281,1 = 215,04 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатацію й амортизацію спеціальних пристосувань визначаються за формулою [1]:

$$\Pi = \frac{(a_1 + a_2) \cdot S_{np}}{100 \cdot N_{год}}, \quad (2.80)$$

де: a_1 – річні відрахування на амортизацію пристосувань (25% від витрат на його виготовлення) [1];

a_2 – витрати на ремонт (10%) [1];

S_{np} – вартість пристосування (пункт 2.2.8);

$N_{год}$ – кількість деталей, які обробляються протягом року за допомогою цього пристосування.

Тоді

$$\Pi_1 = \frac{(25+10) \cdot 86,74}{100 \cdot 100} = 0,3 \text{ грн}$$

$$\Pi_2 = \frac{(25+10) \cdot 63,58}{100 \cdot 100} = 0,2 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію розраховуються за формулою [1]:

$$\mathcal{E} = N_{\mathcal{E}} \cdot K_n \cdot \eta_N \cdot \eta_{to} \cdot t_n (1/\eta_{об}) \cdot C_{\mathcal{E}}, \quad (2.81)$$

де $N_{\mathcal{E}}$ – потужність встановлених електродвигунів, кВт;

$$N_{\mathcal{E}1} = \Sigma N_{1 \text{ ТП1}} = 89,5 \text{ кВт}; N_{\mathcal{E}2} = \Sigma N_{2 \text{ ТП2}} = 76 \text{ кВт}$$

K_n – коефіцієнт втрат в мережі ($K_n \sim 1,1$) [1];

η_N – коефіцієнт завантаження силової установки за потужністю (0,5) [1];

η_{to} – коефіцієнт використання силової установки за часом ($\eta_{to} \approx 0,7$) [1];

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t_n – норма часу, яка витрачається на виконання даної операції, год;

$t_{n1} = 5,31$ год; $t_{n2} = 4,67$ год.

$\eta_{дв}$ – к. п. д. електродвигунів ($\eta_{дв} \approx 0,88$) [1];

$C_{э}$ – собівартість 1 кВт-год. електроенергії, грн; $C_{э} = 9,56$ кВт-год [1].

Тоді

$$\Sigma 1 = 89,5 \cdot 1,1 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 5,31 \cdot (1/0,88) \cdot 9,56 = 1994,07 \text{ грн}$$

$$\Sigma 2 = 76 \cdot 1,1 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 4,67 \cdot (1/0,88) \cdot 9,56 = 1489,2 \text{ грн}$$

При укрупнених розрахунках собівартості варіантів технологічних процесів витрати на амортизацію й ремонт різального й вимірювального інструмента, на утримання виробничих приміщень, на допоміжні матеріали змінюються несуттєво, тому при розрахунках ці показники можна не враховувати [1]. На основі розрахунків складаємо таблицю 2.13 собівартості продукції.

Таблиця 2.13 – Собівартість одиниці продукції

№ п/п	Стаття калькуляції	I-ий варіант	II-ий варіант
1	2	3	4
1	Вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів	10327,1	7794,4
2	Заробітна платня виробничих робітників з урахуванням витрат на соціальне страхування на додаткову заробітну платню	245,34	206,13
3	Заробітна платня налагоджувальника в серійному виробництві	27,05	22,15
4	Витрати на амортизацію обладнання	203,93	430,08
5	Витрати на ремонт обладнання	101,97	215,04
6	Витрати на експлуатацію й амортизацію спец. пристосувань	0,3	0,2
7	Витрати на силову електроенергію	1994,07	1489,2
8	Загальна собівартість деталі	12899,76	10157,2

2.4.3 Економічна ефективність проектних рішень та її вплив на техніко-економічні показники роботи дільниці

Економічна ефективність капітальних вкладень, призначених для реалізації проектних розробок по обом варіантам, визначається шляхом розрахунку показників абсолютної ефективності [1].

Річна економія від раціонального вибору двох варіантів технологічних процесів складає [1]:

$$\Xi y = (C^1 - C^2) \cdot N_{\text{год}}, \quad (2.82)$$

де C^1 – собівартість більша;

C^2 – собівартість менша;

$N_{\text{год}}$ – річна програма випуску заданих деталей.

Тоді

$$\Xi y = (12899,76 - 10157,2) \cdot 100 = 274256 \text{ грн.}$$

Порівняльні показники типового й проектного варіантів технологічних процесів наводимо в таблиці 2.14.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.14 – Техніко-економічне порівняння варіантів технологічного процесу виготовлення деталі «Вісь»

№ п/п	Показники	Од. вим.	Варіанти		Відхилення(±)	
			I-ий	II-ий	Абс.	%
1	Річний випуск продукції	шт.	100	100	0,0	0,0
2	Річний фонд часу роботи обладнання	хв.	4060	4060	0,0	0,0
3	Кіл-ть обладнання на дільниці	шт.	38	29	-9	-23,7
4	Чисельність робітників дільниці	чол.	95	73	-22	-23,1
	основних робітників	чол.	63	48	-15	-23,8
	допоміжні робітників	чол.	13	10	-3	-23,1
5	Фонд заробітної платні	т. грн.	1475000	1220000	-255000	-17,3
6	Штучно-калькул. час	хв.	319,9	281,1	-38,8	-12,1
7	Собівартість 1 од. продукції	грн.	12899,76	10157,2	-2742,56	-21,3
8	Річна економія	грн.	274256		-	-

Таким чином, об'єднавши операції в технологічному процесі з використанням верстатів з ЧПК скоротився час виготовлення деталі на 12%, що знизило собівартість виготовлення продукції на 21%; дозволило скоротити чисельність обладнання і працівників при проектуванні і отримати річну економію в розмірі 274256 грн.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Проблеми охорони праці зачіпають багато сторін життя і діяльності робочих колективів, організації праці та управління виробництвом. Особливо гостро вони виявляються безпосередньо на підприємстві, де зони формування різних небезпечних і шкідливих чинників практично пронизують все продуктивне середовище, в якому здійснюється трудова діяльність персоналу.

Головним законодавчим актом України є Конституція, цілий ряд статей якої стосується питань безпеки життєдіяльності, а саме [30]:

- стаття 43: «Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці. Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їх здоров'я роботах забороняється »;

- стаття 49: «Кожен має право на охорону здоров'я, медичну допомогу і медичне страхування»;

Данною випускною роботою передбачається розробка технологічного процесу виготовлення вісі барабану лебідки кранової в дрібносерійному виробництві в умовах механічного цеху, тому в даному розділі виконано аналіз умов праці в механічному цеху, розроблені заходи безпеки праці та пожежної профілактики.

3.1 Загальна характеристика умов праці

Основні виробничі цехи на території підприємства розташовують по ходу технологічного процесу, щоб не було надмірного розвитку заводського транспорту. Пожежонебезпечні приміщення і будівлі по відношенню до основних цехів необхідно розташовувати не менше ніж на 80 - 100 м.

					6.131.2221397.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кот В.К.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Літ.	Арк.
Перев.		Романько Я.В.				1	10
Реценз.						МОНУ УДУНТ кафедра ТМ група ІМ01-22т	
Н. контр.		Бондаренко С.В.					
Затв.		Негрюб С.І.					

Система опалення відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 діє централізовано від заводської котельні, кондиціювання повітря робочої зони цеху діючими нормативними документами не передбачено [32].

Залежно від санітарної класифікації підприємств згідно ДСП 173-96 [33] промисловий об'єкт, який має шкідливі виробничі фактори, відокремлюють від житлової забудови санітарно-захисними зонами. Проектований механічний цех відноситься до V класу промислових підприємств і ширина санітарно-захисної зони становить 50 м.

Мікроклімат в проектованому цеху повинен бути оптимальним, тобто повинні бути такі поєднання показників мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруги механізмів терморегуляції. Ці показники забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

У таблиці 3.1 наведені параметри мікроклімату для фізичних робіт середньої тяжкості з енерговитратами до 232-293 Дж/год (200-250 ккал/ч), згідно з ДСН 3.3.6.042-99 [34].

Таблиця 3.1 - Нормативні значення мікроклімату категорій робіт середньої тяжкості

Пора року	Категорія тяжкості роботи	Температура, °С				Відносна вологість %	Швидкіс ть руху повітря, м/сек.		
		Верхня межа		Нижня межа					
		На постійних робочих місцях	На непостійн их робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непості йних робочи х місцях			На робочих місцях постійних і непостійн их	На робочих місцях постійни х і непостій них
Холодна пора	Середня Пб	24	25	20	17	75	-		
Тепла пора	Середня Пб	28	30	21	19	60 при 27°С	0,4-0,1		

Основними джерелами виділення шкідливих речовин повітря робочої зони є металевий пи́л - пилоутворення пов'язано з механічною обробкою матеріалів; ємності з маслами і ЗОР, технологічне обладнання, на якому застосовуються ЗОР на основі мінеральних мастил; ділянки термообробки і ін.

Основні шкідливі речовини, які присутні в механічному цеху, їх гранично допустимі концентрації і класи небезпеки відповідно до наказу МОЗ від 14.07.2020 № 1596 [35] наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Аналізу шкідливих речовин в повітрі робочої зони

№ п/п	Речовина	Величина гранично допустимої концентрації, мг/м ³	Величина фактичної концентрації, мг/м ³	Клас небезпеки	Агрегатний стан
1	Емульсивний туман	2,0	0,4÷0,8	4	п
2	Пил з вмістом оксиду заліза	6,0	7,9÷8,2	3	а

У механічному цеху джерелами шуму є: вантажопідйомні машини і механізми, металообробні верстати, (механічний шум), електромагнітні пристрої (електромагнітний шум), процеси переміщення рідин і газів (гідроаеродинамічний шум).

Шум на виробництві сприяє зниженню уваги і збільшення числа помилок при виконанні роботи. Виключно сильний вплив шуму на швидкість реакції, збір інформації та аналітичні процеси, через шум знижується продуктивність праці і погіршується якість роботи. Шум утрудняє своєчасну реакцію працівників на попереджувальні сигнали внутрішньоцехового транспорту (автонавантажувачів, мостових кранів і т. п.), Що сприяє виникненню нещасних випадків на виробництві.

Фактичні і допустимі рівні шуму згідно з ДСН 3.3.6.037-99 [36] представлені в таблиці 3.3.

Причиною вібрації є при роботі машин і агрегатів невірноважені силові дії. Їх джерелами можуть бути: зворотно-поступальні рухомі системи; невірноважені маси, які обертаються; вібрації, які створюються ударами деталей.

Рівні вібрації в механічному цеху не перевищують допустимих по ДСН 3.3.6.039-99 [37].

Таблиця 3.3 - Фактичні та допустимі рівні шуму в механічному цеху

Шум, дБ А	
Фактичні значення	Допустимі значення
81-85	80

Для проектового цеху основними джерелами освітлення будуть природне бічне освітлення і штучне, за своїм конструктивним виконанням воно буде комбінованим, тобто загальне освітлення буде на складальному ділянці, а там, де виконуються точні зорові роботи (фрезерування, точіння, свердління) буде встановлено місцеве освітлення безпосередньо на робочих місцях.

Згідно ДБН В.2.5-28-2018 [38] проектоване приміщення за завданнями зорової роботи відноситься до приміщень, в яких провадиться розрізнення об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню. За зорової напруженості роботи в цеху відносяться до IV-в розряду зорової роботи. Норма загальної освітленості для даного розряду - 200 лк.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Техніка безпеки та пожежна профілактика

Всі роботи повинні виконуватися відповідно до НПАОП 28.0-1.01-90 «Галузеві правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів на металорізальних верстатах» [39].

За небезпеки ураження електричним струмом проєктований механічний цех згідно з ПУЕ відноситься до приміщень особливо небезпечним, для яких характерні такі ознаки, як - наявність струмопровідного пилу; наявність струмопровідних підлог; можливість одночасного дотику людини до металоконструкцій будівель, які мають з'єднання з землею, технологічним агрегатом, механізмами тощо, з одного боку і до металевих корпусів електрообладнання - з іншого [39].

Таблиця 3.4 - Норми проєктування природного та штучного освітлення
ДБН В.2.5-28:2018 [38]

Характеристика роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Освітленість, лк		КЕО %		КЕО %	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або комбіноване	Бокове	Верхнє або комбіноване	Бокове
Середньої точності	Більше 0,5 – 1	IV	V	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	400	200	4	1,2	2 – 3	0,7

Для захисту від стружки застосовувати стружколом і використовувати захисні екрани для захисту відкритих ділянок тіла.

Для захисту від ураження електричним струмом забезпечити:

- надійну ізоляції електроустановок, огороження їх, розташування, на недоступній висоті або під землею;

- недоступне розташування відкритих струмоведучих частин;
- перевірку опору ізоляції не рідше 2 рази на рік;
- застосування запобіжних плакатів для електроустановки.

Робітники і службовці під час роботи зобов'язані користуватися засобами індивідуального захисту.

Не допускається проводити заміни одних засобів індивідуального захисту іншими, якщо це буде знижувати безпеку тих, які працюють.

Робітники і службовці забезпечуються ЗІЗ згідно з НПАОП 27.0-3.01-08 "Норми безплатного видання спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам металургійної промисловості" [41].

Виробничий процес в механічному цеху по санітарно-гігієнічній характеристиці згідно ДБН В.2.2-28:2010 [42] відноситься до групи II-в - виробничі процеси, що викликають забруднення тіла, рук та спецодягу речовинами 3 і 4 класів небезпеки.

Для групи II-в передбачений наступний склад приміщень: гардеробні, душові, умивальні, пункти харчування, вбиральні, пункти питного водопостачання, медпункт, місця для куріння і для відпочинку в робочий час.

Виробничий процес в цеху по вибуховий, вибухопожежної та пожежної небезпеки згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 відноситься до категорії «В» [43].

Будівля цеху побудовано з негорючих матеріалів (металоконструкцій, цегли, залізобетону, скла і так далі) і має II ступінь вогнестійкості згідно з ДБН В.1.1.7-2002 [44].

Пожежі в цеху можуть виникнути в результаті спалаху електроустаткування при перевантаженнях, перегревах і коротких замикань; спалаху паливно-мастильних матеріалів при попаданні в них іскор електричного або механічного походження; дії тепла від нагрітих предметів; під впливом відкритого вогню; самозаймання промасленим дрантя.

Для гасіння можливих пожеж в цеху передбачені первинні засоби пожежогасіння.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір типу та необхідна кількість вогнегасників визначається відповідно до НАПБ Б.03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» [45].

Тип і кількість вогнегасників визначається в залежності від їх вогнегасної здатності, граничної площі, класу пожежі горючих речовин та матеріалів, а також з урахуванням категорії приміщення щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки.

У місцях знаходження первинних засобів пожежогасіння слід встановлювати показчики за ДСТУ ISO 3864-1:2015 та ДСТУ EN ISO 7010:2019 [46, 47]. Знаки повинні бути розміщені на видних місцях на висоті 2 - 2,5 м від рівня підлоги як усередині, так і поза приміщеннями (за потреби).

Пожежні щити (стенди), інвентар, інструмент, вогнегасники в місцях установлення не повинні створювати перешкоди під час евакуації.

Використані вогнегасники, а також вогнегасники із зірваними пломбами необхідно негайно направляти на технічне обслуговування.

Для гасіння пожеж водою використовується пожежний водопровід, об'єднаний з виробничим. На його мережі в приміщенні цеху встановлені пожежні крани з брезентовими рукавами і відведеннями, зовні будівлі по його периметру в підземних колодязях розміщені пожежні гідранти. Для доступу на дах будівлі використовується пожежна драбина, укріплена на стінах.

3.3 Захист навколишнього середовища

З великого об'єму промислових викидів, що потрапляють в довкілля, на машинобудування доводиться лише незначна його частина - 1-2%. Проте на машинобудівних підприємствах є основні технологічні процеси, що забезпечують, і виробництва з дуже високим рівнем забруднення довкілля.

До них відносяться:

- внутрішньозаводське енергетичне виробництво і інші процеси, пов'язані із спалюванням палива;
- ливарне виробництво;
- металообробка конструкцій і окремих деталей;

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зварювальне виробництво;
- гальванічне виробництво;
- лакофарбне виробництво.

По рівню забруднення довкілля райони гальванічних і фарбувальних цехів як машинобудівних в цілому, так і оборонних підприємств порівнянні з такими найбільшими джерелами екологічної небезпеки, як хімічна промисловість; ливарне виробництво порівнянне з металургією; території заводських котельних - з районами ТЭС, які належать основних забрудників.

Таким чином, машинобудівний комплекс в цілому і виробництва оборонних галузей промисловості, як його невід'ємний складник, є потенційними забрудниками довкілля:

- повітряного простору (викиди газу, пароподібних речовин, димів, аерозолів, пилу і т. п.);
- поверхневих вододжерел (стічні води, витік рідких продуктів або напівфабрикатів і тому подібне);
- ґрунти (накопичення твердих відходів, випадання токсичних речовин із забрудненого повітря, стічних вод).

При усьому різноманітті підгалузей машинобудування і у тому числі військово-орієнтованих, оборонних підприємств по специфіці забруднення довкілля їх можна розділити на дві групи: ресурси і накопичення.

Гальванічне виробництво - одне з найбільш великих джерел утворення стічних вод в машинобудуванні. Основними забрудниками стічних вод гальванічних виробництв є іони важких металів, неорганічних кислот і лугів, ціаніди, поверхнево-активні речовини.

Забрудники, що утворюються в процесі знежирення поверхонь, визначаються типами використовуваних розчинників, в якості яких найширше застосовуються розчини лугів, хлорорганічні розчинники і фреони.

Основними забрудниками фарбувальних виробництв машинобудівних підприємств є лакофарбні матеріали і їх складові : синтетичні смоли, органічні розчинники, пластифікатори, каталізатори і ініціатори плівкоутворення, неорганічних пігментів.

Найбільшу екологічну небезпеку при піскоструминному і гідроабразивному очищенні поверхні представляє освіта в ході цих процесів пилоподібних часток.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш екологічно небезпечними забрудниками, що утворюються в ливарному виробництві, є оксид і двоокис сірки і оксиди азоту, а також тверді речовини, що входять до складу ливарних форм. Основними забрудниками, що утворюються в процесі виробництва енергії з викопного палива на підприємствах машинобудування, є двооксид сірки, оксиди азоту, зважені частки, оксид вуглецю і вуглеводні.

Найбільш екологічно небезпечні забрудники при металообробці - індустріальні олії, металевий пил та ін.

Тверді відходи машинобудівного виробництва містять амортизаційний лом (модернізація устаткування, оснащення, інструменту), стружки і тирсу металів, деревини, пластмас і т. п., шлаки, золи, шлами, опади і пил (відходи систем очищення повітря та ін.).

На машинобудівних підприємствах 55 % амортизаційного лому утворюється від заміни технологічного оснащення і інструменту.

Безповоротні втрати металу внаслідок тертя і корозії складають приблизно 25 % від загальної кількості амортизаційного лому. Розміри відходів металу у виробництві залежать від кількості металів і сплавів, що підлягають переробці і встановленого коефіцієнта відходів.

В основному машинобудівні підприємства утворюють відходи від виробництва прокату (кінці, обрізки, обдирна стружка, тирса, окалина та ін.); виробництва литва (ливники, сплески, шлаки і знімання, сміття та ін.); механічної обробки (висікання, обрізки, стружка, тирса та ін.). На підприємствах машинобудування відходи складають до 260 кг на 1 тонну металу, іноді ці відходи складають 50 % маси оброблюваних заготовок (при листовому штампуванні втрати металу досягають 60 %).

Основними джерелами утворення відходів легированих сталей є металообробка (84 %) і амортизаційний лом (16 %).

Шлами з відстійників очисних споруд і прокатних цехів містять велику кількість твердих матеріалів, концентрація яких складає від 20 до 300 г/л. Після знешкодження і сушки шлами використовують як добавку до агломераційної шихти і видаляють у відвали. Шлами термічних ливарних і інших цехів містять токсичні з'єднання свинцю, хрому, міді, цинку, а також ціаніди, хлорофос та ін.

У невеликих кількостях промислові відходи можуть містити ртуть, вилиту з приладів, що вийшли з експлуатації, і установок.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проблема мінімізації екологічного збитку в умовах промислового виробництва і у тому числі машинобудівних і військово-промислових галузях може вирішуватися в двох напрямках за рахунок:

-підвищення ефективності існуючих методів очищення промислових викидів в довкілля (стічні води, відпрацьовані гази, дим та ін. зважені частки), ліквідації (переробки) твердих відходів;

- впровадження нових альтернативних технологій (екологічно чистих, безвідходних).

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Висновки та пропозиції з випускної кваліфікаційної роботи бакалавра наступні:

- вдосконалений технологічний процес виготовлення деталі використовуючи принцип концентрації операцій і впровадженням спеціальних верстатів і верстатів з ЧПК;
- запропоновано оптимальний варіант отримання заготовки, що дозволяє зменшити собівартість заготовки;
- з метою визначення оптимальних припусків на механічну обробку виконано розмірний аналіз;
- спроектовано верстатне пристосування, що дозволяє скоротити допоміжний час на установку і закріплення заготовки;
- визначено необхідну кількість обладнання і робітників механічної ділянки та спроектована механічна ділянка, де обладнання розташоване за групами верстатів;
- розраховано собівартість продукції і визначено економічну ефективність від впровадження проектних рішень;
- розглянуті основні шкідливі і небезпечні виробничі фактори, які мають місце на виробничій ділянці, а також запропоновані заходи щодо їх зменшення.

					6.131.221397.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Кот В.К.			ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перев.		Карадуть В.М.								1	1
Реценз.								МОНУ УДУНТ кафедра ТМ група ІМ01-22т			
Н. контр.		Бондаренко С.В.									
Затв.		Негрюб С.І.									

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до виконання випускних кваліфікаційних робіт бакалаврів за напрямом 6.050502 «Інженерна механіка» / Укл.: В.С. Гришин, С.Л. Негруб, С.В. Бончук. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. - 33 с.

2. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине “Технология машиностроения” для студентов специальности 7.090202 / Сост. В.С. Гришин, О.Н. Мололкина. – Днепропетровск: НМетАУ - ГИПОпром, 2004. - 36 с.

3. Металлорежущие станки (альбом общих видов, кинематических схем и узлов). Кучер А.М., Киватицкий М.М., Покровский А.А. – М.: Машиностроение, 1972. - 308 с.

4. Специальные металлорежущие станки общемашиностроительного применения. Справочник / В.Б. Дячков, Н.Ф. Кабатов, М.У. Носинов. – М.: Машиностроение, 1983. - 288 с.

5. Робоча програма, методичні вказівки і індивідуальні завдання до вивчення дисципліни ”Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин” для студентів спеціальності 7.090202 / Укл.: С.П. Лапшин, В.М. Ласкін. – Дніпропетровськ. НМетАУ, 2004. - 74с.

6. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова - М.: Машиностроение, 1985. т.1. - 656 с.

7. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова - М.: Машиностроение, 1985. т.2. - 496с.

8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.

					6.131.221397.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Кот В.К.			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перев.		Карадуть В.М.								1	5
Реценз.								МОНУ УДУНТ кафедра ТМ група ІМО1-22т			
Н. контр.		Бондаренко С.В.									
Затв.		Незруб С.Л.									

9. Методические указания по размерному анализу технологических процессов обработки деталей при выполнении курсовых и дипломных проектов для студентов специальности 12.01- Д: ДМетИ, 1989. - 49с.

10. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. – М.: Машиностроение, 1974. - 422 с.

11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением. – М.: ЦБНТ, 1980. - 32 с.

12. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках: В 2-х т. - М.: Машиностроение, - т.1, 1974. - 416 с., т.2. 1974. - 390 с.

13. Методичні вказівки до проектування пристроїв для студентів спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування/ Укл.: О.Г. Ясєв, В.О. Маковцев, Р.В. Пась. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2005.

14. Робоча програма та методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Технологічна оснастка» для студентів спеціальності 8.090202 / Укл.: О.Г.Ясєв, Г.І. Дубовий. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2000.-79 с.

15. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. – 656с.

16. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя В 3 т. Т.3 – М.: Машиностроение, 1978. – 253с.

17. Программа, методические указания и контрольные задания по дисциплине «Механосборочные участки и цеха в машиностроении» для студентов специальности 7.090202. - Днепрпетровск, НМетАУ, 2004. - 68 с.

18. Когут М.С. Механоскладальні цехи та ділянки у машинобудуванні: Підручник. – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 352 с.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Цехмистро И.С. Теоретические основы технологии производства деталей и сборки машин: учебное пособие. – Днепропетровск: ГИПОпром, 2005. – 220 с.

20. Металообробне обладнання
URL: <http://met.ua/product-category/metaloobrobni-verstaty1> (дата звернення: 29.03.2025).

21. «Металіка» — металоторговий портал <https://www.metalika.ua/price>

22. Горошкин А.К. Справочник приспособлений для металлорежущих станков. Москва: Машиностроение, 1979.

23. Технология обработки металлов резанием. Учебное пособие. АВ Sandvik Coromant. 2017. – 391 с.

24. Подбор режущего инструмента для различных видов обработки
<https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/coroplus-toolguide/pages/default.aspx>

25. FLAGMA - торговый портал Украины <https://flagma.ua/>

26. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов. Учеб. пособие. - К.: «Выща школа», 1990. -150 с.

27. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов /Под общ. ред. С.Н.Коркача. Москва: Машиностроение, 1988. 352 с.

28. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов / Ю.С. Степанов, Б.И. Афанасьев, А.Г. Схиртладзе и др. / Под общ. ред. Ю.С. Степанова. Москва: Машиностроение, 1998. 184 с.

29. Навчально-методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища» у випускних кваліфікаційних роботах для студентів усіх спеціальностей (бакалаврський та магістерський рівень) / Упоряд.: Єрьомін О.О., Суліменко С.Є., Сухарева М.В., Мешкова А.Г., Баранова Т.Є. ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Електрон. вид. – Дніпро: УДУНТ, 2024. – 26 с.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

30. Конституція України: Документ 254к/96-ВР, чинний, поточна редакція — Редакція від 01.01.2020

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 23.12.2023 року).

31. Закон України «Про охорону праці» : Документ 2694-ХІІ, чинний, поточна редакція — Редакція від 01.10.2023.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 23.12.2023 року).

32. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.

33. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. № 379/1404.

34. ДСН 3.36.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. 17 с.

35. Наказ МОЗ від 14.07.2020 № 1596 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони».

36. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Зі змінами. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. 24 с.

37. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Чинний від 1999-12-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. 43 с.

38. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. [На заміну ДБН В.2.5-28-2006; чинний від 2018-03-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 12 с.

39. НПАОП 28.0-1.01-90 «Галузеві правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів на металорізальних верстатах» Правила улаштування електроустановок. ПУЕ-2009. – Х.: Форт, 2009.

40. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2001-06-21]. Вид. офіц. Київ, 2001. 74 с.

41. НПАОП 27.0-3.01-08. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам металургійної промисловості. – К.: Держгірпромнагляд України, 2008.

					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

42. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. [На заміну СНиП 2.09.04-87; чинний від 2011-10-01]. Вид. офіц. Київ, 2011. 34 с.

43. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [На заміну НАПБ Б.03.002-2007; чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 34 с.

44. ДБН В.1.1.7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003.

45. НАПБ Б.03.001-2004. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. К.: МНС України, 2004.

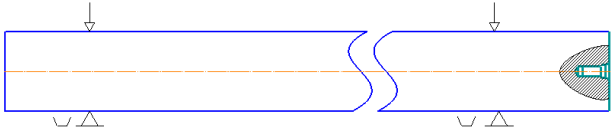
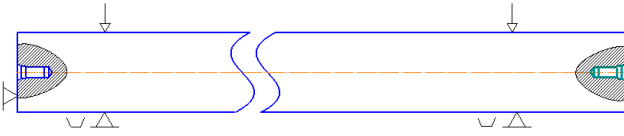
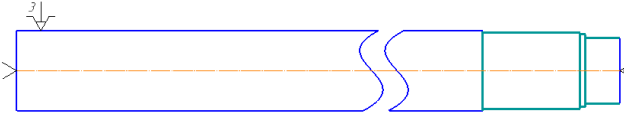
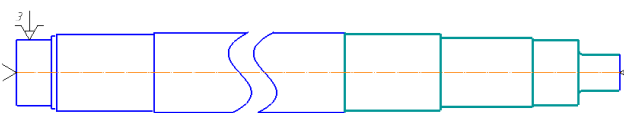
46. ДСТУ ISO 3864-1:2015 "Графічні символи. Кольори безпеки та знаки безпеки. Частина 1. Принципи проектування знаків безпеки та розмітки безпеки" (ISO 3864-1:2011, IDT).

47. ДСТУ EN ISO 7010:2019 "Графічні символи. Кольори безпеки та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки" (EN ISO 7010:2019, IDT).

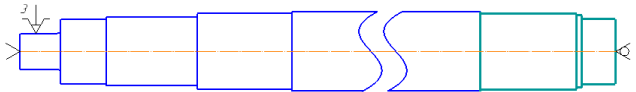
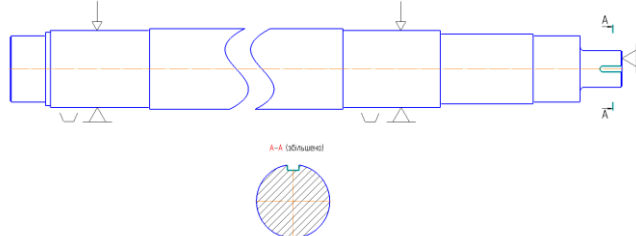
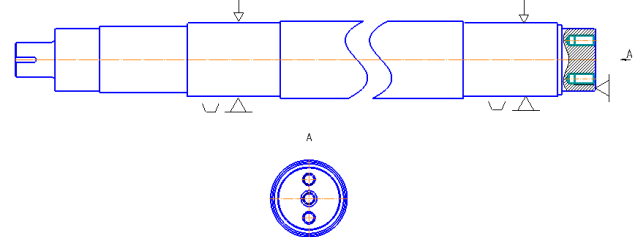
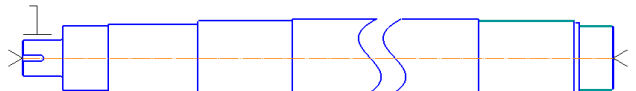
					6.131.221397.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А – Типовий маршрут обробки вісі

Таблиця А.1 – Типовий маршрут обробки вісі

№ операції	Назва операції	Схема установки заготовки	Назва і модель обладнання
1	2	3	4
005	Ковальська	За технологією ковальського цеху	
010	Термічна	За технологією термічного цеху	
015	Контрольна		Стіл ВТК
020	Розточна	Позиція 1 	Горизонтально-розточний верстат 2А636
		Позиція 2 	
025	Токарна	Установ А 	Токарно-гвинторізний верстат 1А64
		Установ Б 	

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
030	Токарна	Установ А 	Токарно-гвинторізний верстат 1А64
		Установ Б 	
035	Розміточна		Розміточний стіл
040	Фрезерна		Поздовжньо-фрезерний верстат 6641
045	Розточна		Горизонтально-розточний верстат 2А636
050	Кругло-шліфувальна	Установ А 	Кругло-шліфувальний верстат 3А175
		Установ Б 	
055	Мийна		
060	Слюсарна		Верстак
065	Контрольна		Стіл ВТК

Додаток Б – Технічні характеристики спеціальних верстатів і верстатів з ЧПК

Таблиця Б.1 – Технічні характеристики спеціальних верстатів і верстатів з ЧПК

Технічні характеристики верстата	Параметри
1	2

Горизонтально-розточний верстат 2A637Ф4	
Діаметр висувного розточного шпинделя, мм	160
Точність установки координат, мм	0,01
Робоча поверхня столу, мм	1600x1800
Найбільша маса оброблюваного виробу, кг	10000
Найбільше переміщення столу поперечне (по осі X), мм	2000
Найбільше переміщення столу поздовжнє (по осі W), мм	1600
Найбільше вертикальне переміщення шпиндельної бабки (установче) (по осі Y), мм	1600
Найбільше горизонтальне (осьове) переміщення шпинделя (по осі Z), мм	1000
Кут повороту столу (по осі B), град	360
Межі робочих подач по осях X, Y, Z, W, мм/хв	2...2000
Швидкість швидких переміщень по осях X, Y, W, м/хв	5
Швидкість швидких переміщень шпинделя по осі Z, м/хв	4
Частота обертання шпинделя, об/хв	5...1000
Межі робочих подач шпинделя, мм/хв	2...2000
Межі робочих подач шпиндельної бабки, мм/хв	2...2000
Швидкість швидких переміщень шпиндельної бабки, м/хв	5
Швидкість швидких переміщень шпинделя, м/хв	4
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	22
Габарити верстата, включаючи хід столу і салазок, мм	5622x8160x5135
Маса верстата, кг	33337

Продовження таблиці Б.1

1	2
Токарний верстат з ЧПК 1Н65Ф3	
Найбільший діаметр виробу, що встановлюється над станиною, мм	1000
Найбільший діаметр виробу, що обробляється над станиною, мм	1000
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм	650
Найбільша довжина встановлюваного виробу в центрах, мм	3000
Діаметр циліндричного отвору в шпинделі, мм	128
Кількість ступенів частот обертання шпинделя	24
Величина подач поздовжніх, мм/об	0,06-2,42
Величина подач поперечних, мм/об	0,022-0,88
Діапазон частот обертання шпинделя, об/хв.	5...500
Прискорене переміщення супорта поздовжнє, м/хв.	3
Прискорене переміщення супорта поперечне і різцевих салазок, м/хв.	1
Потужність головного приводу, кВт	22
Габаритні розміри верстата, мм	6140x2200x1770
Маса верстата, кг	12800

В.1 РТК і керуюча програма (КП) на операцію 030 Токарна з ЧПК

На рисунку В.1 приведено ескіз деталі «Вісь» на операцію 030 Токарна з ЧПК.

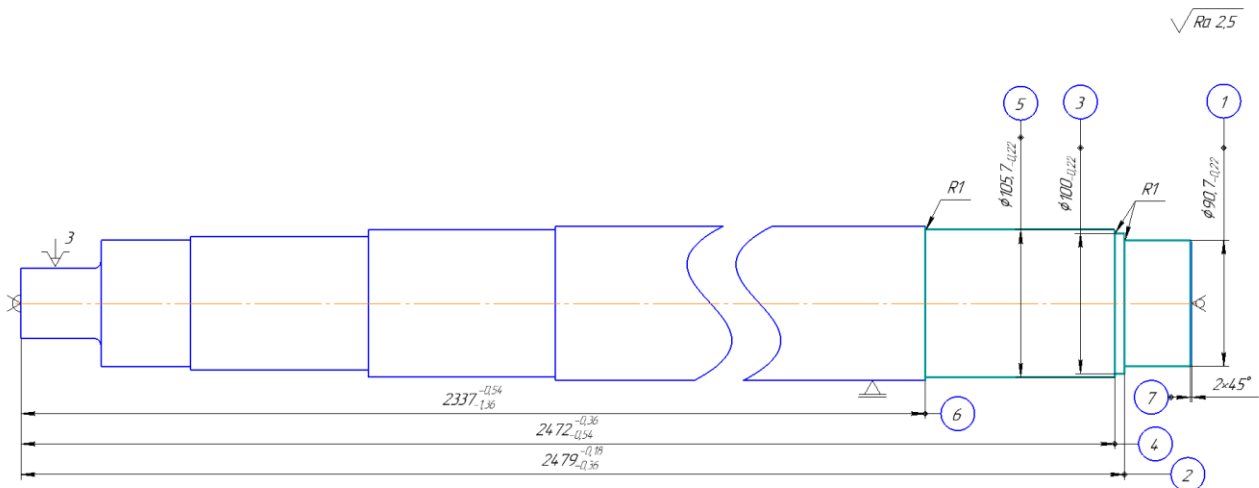


Рисунок В.1 – Ескіз деталі «Вісь» на операцію 030 Токарна з ЧПК

Перехід №1. Чистове точіння циліндричної поверхні пов.1 в р-р Ø90,7 (-0,22) і підрізання торця пов. 2 в р-р 2479 (-0,18;-0,36) х R1 (рисунок В.2).



Рисунок В.2 – Ескіз на перехід №1 на операцію 030 Токарна з ЧПК

Перехід №2. Чистове точіння циліндричної поверхні пов. 3 в р-р $\varnothing 100$ (-0,22) і підрізання торця пов. 4 в р-р 2472 (-0,36;-0,54) x R1 (рисунок В.3).



Рисунок В.3 – Ескіз на перехід №2 на операцію 030 Токарна з ЧПК

Перехід №3. Чистове точіння циліндричної поверхні пов. 5 в р-р $\varnothing 105,7$ (-0,22) і підрізання торця пов. 6 в р-р 2337 (-0,54;-1,36) x R1 (рисунок В.4).

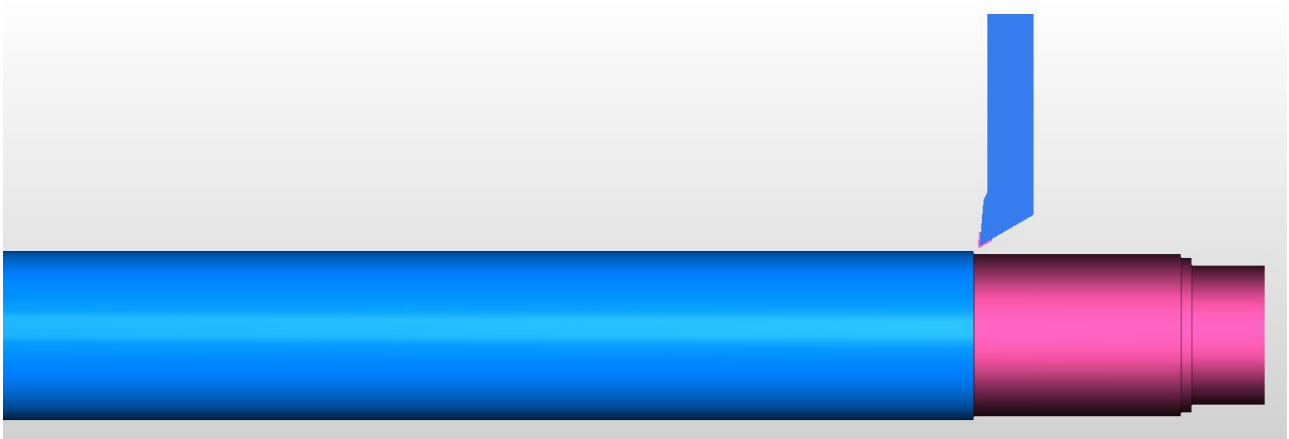


Рисунок В.4 – Ескіз на перехід №3 на операцію 030 Токарна з ЧПК

Перехід №4. Точіння фаски пов. 7 в р-р 2×45^0 (рисунок В.5).



Рисунок В.5 – Ескіз на перехід №4 на операцію 030 Токарна з ЧПК

В.1.1 СПИСОК ОПЕРАЦІЙ ОБРОБКИ

Деталь: Вісь
Установ: Установ1 (1 из 1)
Дата: 8 Март 2026 г. 1:53:44
Время: 3:54.1
Загот.: Z (0.000 мм, -2527.000 мм) x НД 110.000 мм
Мат.: СТАЛЬ-45, 125.00 по Бринеллю, 3.82 кН/мм²

Оп.: 1 точение2 (получист), Крепёж G54
П/С: 246 м/мин ЧС, 0.152 мм/об
Инстр: #1 (SW_Turn_55m_RH)
Время: 1:57.6

Оп.: 2 точение2 (чист.), Крепёж G54
П/С: 246 м/мин ЧС, 0.152 мм/об
Инстр: #1 (SW_Turn_55m_RH)
Время: 1:49.8

Оп.: 3 фаска2 (чист.), Крепёж G54
П/С: 246 м/мин ЧС, 0.152 мм/об
Инстр: #1 (SW_Turn_55m_RH)
Время: 0:06.6

В.1.2 СПЕЦИФИКАЦІЯ ІНСТРУМЕНТА ОБРОБКИ

Деталь: Вісь
Установ: Установ1 (1 из 1)
Дата: 8 Март 2026 г. 1:53:44

Набор: Все
Сводка:
Паз 1: SW_Turn_55m_RH

Имя инстр.: SW_Turn_55m_RH
№ паза инстр.: 1
Корр. инстр. №: 1
№ смещения инстр.: 1
Угол представления: 5.0 град.
Тип резания: Точение
Тип пластины: 55 Ромб
Радиус кромки: 1.000 мм
Вписанная окружность: 9.000 мм
Длина: 152.000 мм
Настройка под руку: ПРАВ.
Материал инстр: ТВЕРД_СПЛАВ

В.1.3 Керуюча програма (КП) на Операцію 030 Токарна з ЧПК

```
%  
O0001 (Вісь)  
(SETUP-INFO)  
(  
(STOCK-DIMS)  
(TOOL-LIST)  
(  
( DATE POSTED: 08.03.2026 )  
(  
( TURN SEMI-FINISH ТОЧЕНИЕ2 )  
( T1 = SW_Turn_55m_RH )  
N60 G00 G28 U0 W0  
N65 T101  
N70 M1  
N75 G50 S4000  
N80 G97 S863 M03  
N85 M8  
N90 G54 G99 X90.7 Z2530.0  
N95 G96 S246  
N100 G01 Z2479.1 F0.152  
N105 X98.5  
N110 G03 X100.7 Z2478.0 R1.1  
N115 G01 Z2472.1
```

N120 X103.5
N125 G03 X105.7 Z2471.0 R1.1
N130 G01 Z2337.1
N135 X108.0
N140 X113.657 Z2339.928
N145 G00 X116.0
(TURN FINISH ТОЧЕНИЕ2)
N155 G50 S4000
N160 G96 S246
N165 Z2530.0
N170 X90.5
N175 G01 Z2479.0
N180 X98.5
N185 G03 X100.5 Z2478.0 R1.0
N190 G01 Z2472.0
N195 X103.5
N200 G03 X105.5 Z2471.0 R1.0
N205 G01 Z2337.0
N210 X108.0 F0.046
N215 X113.657 Z2339.828 F0.152
N220 G00 X116.0
(TURN FINISH ФАСКА2)
N230 G50 S4000
N235 G96 S246
N240 Z2529.536
N245 X81.757
N250 G01 X89.414 Z2525.707
N255 X95.071 Z2528.536
N260 G00 X116.0
N265 M9
N270 G28 U0 W0 M05
N275 M30
%

Додаток Г – Специфікація до верстатного пристрою

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		A1			6.131.221397.04 СК	Складальне креслення	1		
						Документация			
							Детали		
			1			Корпус	1		
			3			Притиск	2		
			4			Тяга	2		
			5			Пружина	2		
			6			Пружина	4		
			7			Вісь	2		
			8			Ролик	2		
	9			Підвіс	4				
	11			Втулка	2				
	12			Серьга	2				
	13			Обмежувач	2				
	14			Втулка	2				
	15			Втулка	2				
	21			Упор	2				
	26			Клин	2				
					Стандартные изделия				
	2				Призма опорна ГОСТ 12195-86	2			
	10				Пневмоцилиндр вбудований				
					7020-0328	2			
					6.131.221397.04				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Верстатний пристрій			
	Разраб.	Кот В.К.							
	Пров.	Карабунт В.М.							
	Н.контр.	Бондаренко С.В.							
	Утв.	Негрцб С.Л.							
		Лит.	Лист	Листов					
		Б Т	1	2					
						МОНУ УДУНТ каф. ТМ гр. ІМ01-22т			

Копіював
Формат А4

[illegible]

Додаток Д – Зведена відомість устаткування механічної дільниці

Таблиця Д.1 - Зведена відомість устаткування механічної дільниці

Тип і модель верстата	Габаритні розміри верстата, мм	Кількість	Потужність, кВт		Маса обладнання, кг.
			Одиниці обладнання	Спільна	
1	2	3	4	5	6
Токарно-гвинторізний 1А616	2225х1275х1220	3	4,5	13,5	1500
Токарно-гвинторізний 16К20	2812х1166х1324	4	10	40	2100
Токарний 1А64	5825х2000х1660	2	17	34	11700
Токарний з ЧПК 1Н65Ф3	6140х2200х1770	2	22	44	12800
		11			
Вертикально-фрезерний 6Р12	2280х1965х2265	2	7,5	15	3250
Горизонтально-фрезерний 6М82	2260х1745х1660	1	7,5	7,5	2800
Фрезерний з ЧПК 6Р13Ф3	1720х2560х2425	1	8	8	3800
		4			
Розточувальний 2620А	2790х2060х2000	1	4,5	4,5	5082
Розточувальний з ЧПК 2А637Ф4	5622х8160х5135	1	22	22	33337
		2			
Вертикально-свердлильний 2Н150	2930х890х1355	2	7,5	15	1870
		2			
Круглошліфувальний 3М175	8310х3690х2135	2	26	52	13850
Внутрішньошліфувальний 3А227	2815х1900х1750	1	9,9	9,9	4300
		3			
Зубофрезерний 5К32	2650х1510х2000	2	7,5	15	7200
Зубостругальний 5А250	2980х2400х1600	1	5,2	5,2	8000
		3			
Шліцефрезерний 5350	2335х1550х1650	1	6,5	6,5	3900
		1			
Шпонково-фрезерний ДФ-82А	2300х1350х1750	1	2,3	2,3	2500
		1			
Різьбофрезерний 5Д63	2460х1255х1600	1	4,5	4,5	2845
		1			
Фрезерно-центрувальний МР-71М	3140х1630х1740	1	15	15	6100
		1			
Разом металорізальних верстатів		29			
Верстак	1200х500х850	1			
Стелаж	2000х1000х1200	4			
Шафа інструментальна	1000х500х1200	29			
Шафа пристосувань	1000х500х1200	29			
Місце складування заготовок		2			
Місце складування виробів		2			
Контрольний стіл		1			
Мийна установка		1			

Додаток Е – Зведена відомість робітників дільниці цеху

Таблиця Е.1 - Зведена відомість робітників дільниці цеху

Професії	Кількість прийнятого обладнання, Спр, шт.	Дійсний річний фонд часу обладнання, Фд, верст. год	Коефіцієнт багатостатного обслуговування, Км	Розрахункова кількість робітників, Ррас, чол.	Прийнята кількість робітників, Рпр, чол.	В 1-шу зміну	В 2-гу зміну
Токар	9	4060	1,00	18,5	18	9	9
Налагоджувальник токарних верстатів з ЧПК	2	3890	2,00	2,2	2	1	1
Фрезерувальник	3	4060	1,00	6,5	6	3	3
Налагоджувальник фрезерних верстатів з ЧПК	1	3890	2,00	1,2	1	1	-
Свердлувальник	2	4060	1,00	3,9	4	2	2
Налагоджувальник розточних верстатів з ЧПК	1	3890	2,00	1,2	1	1	-
Розточник	1	4060	1,00	1,9	2	1	1
Шліфувальник	3	4060	1,00	6,4	6	3	3
Шліцеобробник	1	4015	2,0	1,3	1	1	-
Шпонкообробник	1	4015	2,0	1,3	1	1	-
Зубообробник	3	4015	4,0	1,6	2	1	1
Різбообробник	1	4015	2,0	1,3	1	1	-
Центрувальник	1	4015	2,0	1,3	1	1	-
Всього	29	-	-	48,6	46	26	20
Слюсарі				2,3	2	1	1
Разом виробничих робітників					48	27	21
Допоміжні робітники				9,6	10	5	5
Разом робітників					58	32	26
ІТР				4,1	4	2	2
РКП				2,9	3	2	1
МОП				1,7	2	1	1
Підмінний штат				5,8	6	3	3
Всього робітників					73	40	33

Додаток Ж – Специфікація до плану розміщення устаткування механічної дільниці

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			6.131.221397.05	План розташування технологічного обладнання	1	
					Документация		
					Обладнання		
		1		16K20	Токарно-гвинторізний верстат	4	
		2		1A616	Токарно-гвинторізний верстат	3	
		3		1A64	Токарно-гвинторізний верстат	2	
		4		1H65Ф3	Токарно-гвинторізний з ЧПК верстат	2	
		5		6P12	Вертикально-фрезерний верстат	2	
		6		6M83	Горизонтально-фрезерний верстат	1	
		7		6P13Ф3	Вертикально-фрезерний з ЧПК верстат	1	
		8		2H125	Вертикально-свердильний верстат	2	
		9		2A637Ф4	Горизонтально-розточний з ЧПК верстат	1	
		10		2620A	Горизонтально-розточний верстат	1	
		11		MP76-M	Фрезерно-центрувальний верстат	1	
		12		5K63	Різьбофрезерний напівавтомат	1	
		13		5350	Шліцефрезерний напівавтомат	1	
		14		ДФ-82A	Шпоково-фрезерний напівавтомат	1	
		15		5Б312	Зубофрезерний напівавтомат	1	
		16		5M14	Зубодовбальний верстат	1	
		17		5A250П	Зубостругальний верстат	1	
		18		3M175	Круглошліфувальний напівавтомат	2	
		19		3A227	Внутрішньошліфувальний верстат	1	
Підп. і дата	6.131.221397.05						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разрад.	Кот В.К.				Лит.	Лист
	Пров.	Карабунт В.М.				Б Т	1 2
	Н.контр.	Бондаренко С.В.				МОНУ УДУНТ	
Инд. № подл.	Утв.	Негрцб С.Л.				каф. ТМ	
						гр. ІМ01-22т	
План розташування технологічного обладнання						Формат А4	

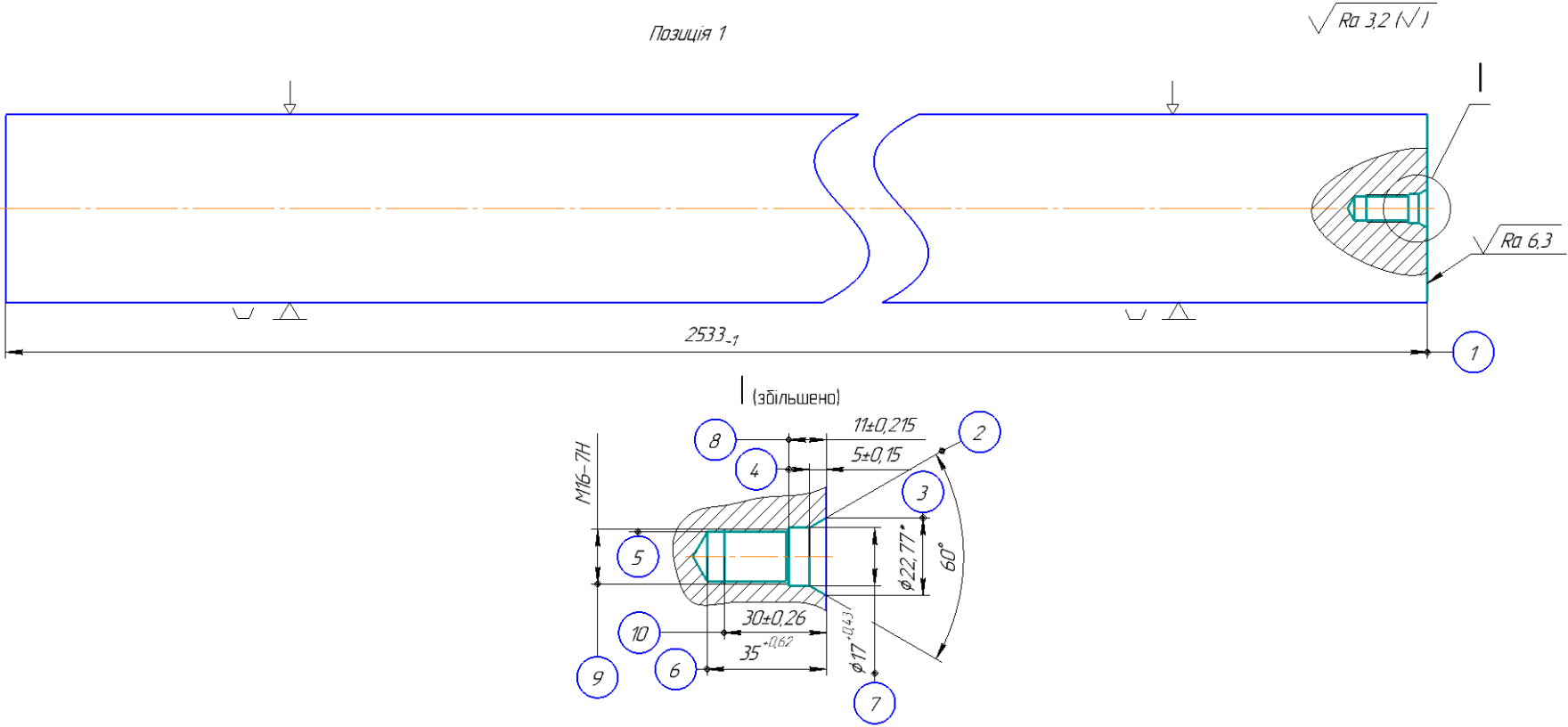
Копировав

ГОСТ 3.1105-84										Форма 7	
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
									Листов	Лист	
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01					
Проверил	Карабут В.М.										
Т. контр.				Вісь							
Н. Контр.	Бондаренко С.В.										
«ЗАТВЕРДЖУЮ» Зав. кафедрою технології машинобудування _____ (Негруб С.Л.) « ____ » _____ 20 г. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС Виготовлення деталі Вісь Виріб _____ Барабан лебідки кранової ПОГОДЖЕНО: Керівник _____ (Карабут В.М.) Розробник _____(Кот В.К.) Н. контроль _____ (Бондаренко С.В.)											
ТП	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС										

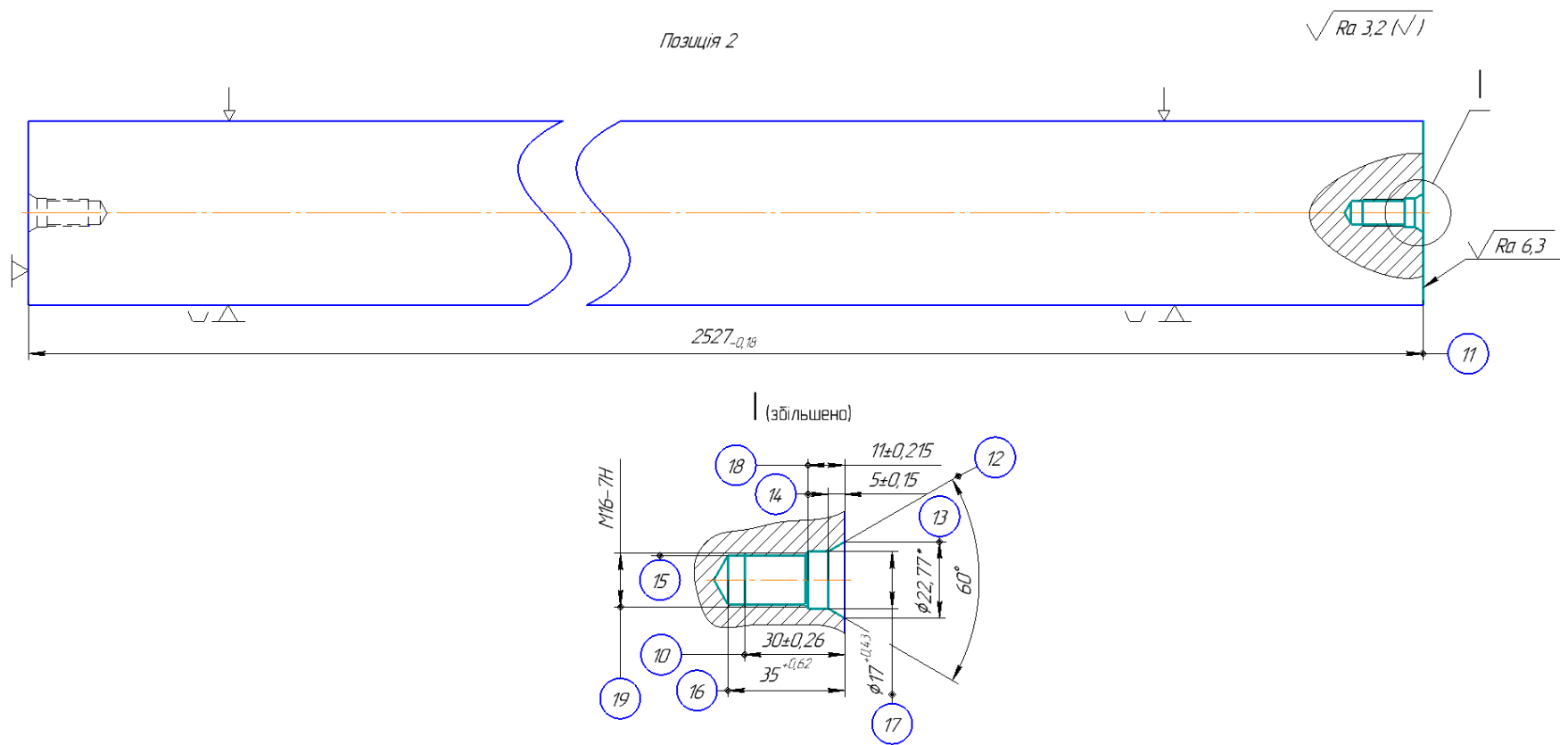
										ГОСТ 3.1118-82				Форма 1		
Дубл.																
Взам.																
Подл.										Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
													Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.					УДУНТ			6.131.221397.T01							
Проверил	Карабуг В.М.															
Т. контр.						Вісь										
Н. контр	Бондаренко С.В.															
M01	Сталь 45 ГОСТ 1050-2013															
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры		КД	МЗ				
			кг	177,2	1		0,94	Прокат	Ø110×2540		1	188,8				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код , наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт	Т п.з.	Т шт.
01				005	Відрізна											
02					По технології заготівельного цеху											
03				010	Контрольна											
04					Контрольний стіл											
05				015	Розточна											30,8
06					Горизонтально-розточний верстат 2636											
07				020	Токарна											20,6
08					Токарно-гвинторізний верстат 1A64											
09				025	Токарна											29,4
10					Токарно-гвинторізний верстат 1A64											
11				030	Токарна з ЧПК											19,4
12					Токарний верстат з ЧПК 1H65Ф3											
13				035	Токарна з ЧПК											23,5
14					Токарний верстат з ЧПК 1H65Ф3											
МК	МАРШРУТНА КАРТА															

										ГОСТ 3.1118-82				Форма 1							
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.										Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
													Листов	Лист							
Разраб.	Кот В.К.				УДУНТ			6.131.221397.T01													
Проверил	Карабуг В.М.																				
Т. контр.								Вісь													
Н. контр	Бондаренко С.В.																				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа											
Б						Код , наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт	Т п.з.	Т шт.
01				040	Розточна з ЧПК																35,8
02					Горизонтально-розточний верстат 2А637Ф4																
03				045	Круглошліфувальна																27,7
04					Круглошліфувальний верстат 3М175																
05				050	Круглошліфувальна																42,4
06					Круглошліфувальний верстат 3М175																
07				055	Мийна																
08					Мийне устаткування																
09				060	Слюсарна																
10					Верстак																
11				065	Контрольна																
12					Контрольний стіл																
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
МК	МАРШРУТНА КАРТА																				

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
												Листов	Лист
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ				6.131.221397.T01					
Проверил	Карабуг В.М.												
Согласов.													
Т. контр.								Вісь					
Н. Контр.	Бондаренко С.В.											015	



										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
												Листов	Лист
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ				6.131.221397.T01					
Проверил	Карабуг В.М.												
Т. контр.								Вісь				015	
Н. Контр.	Бондаренко С.В.												

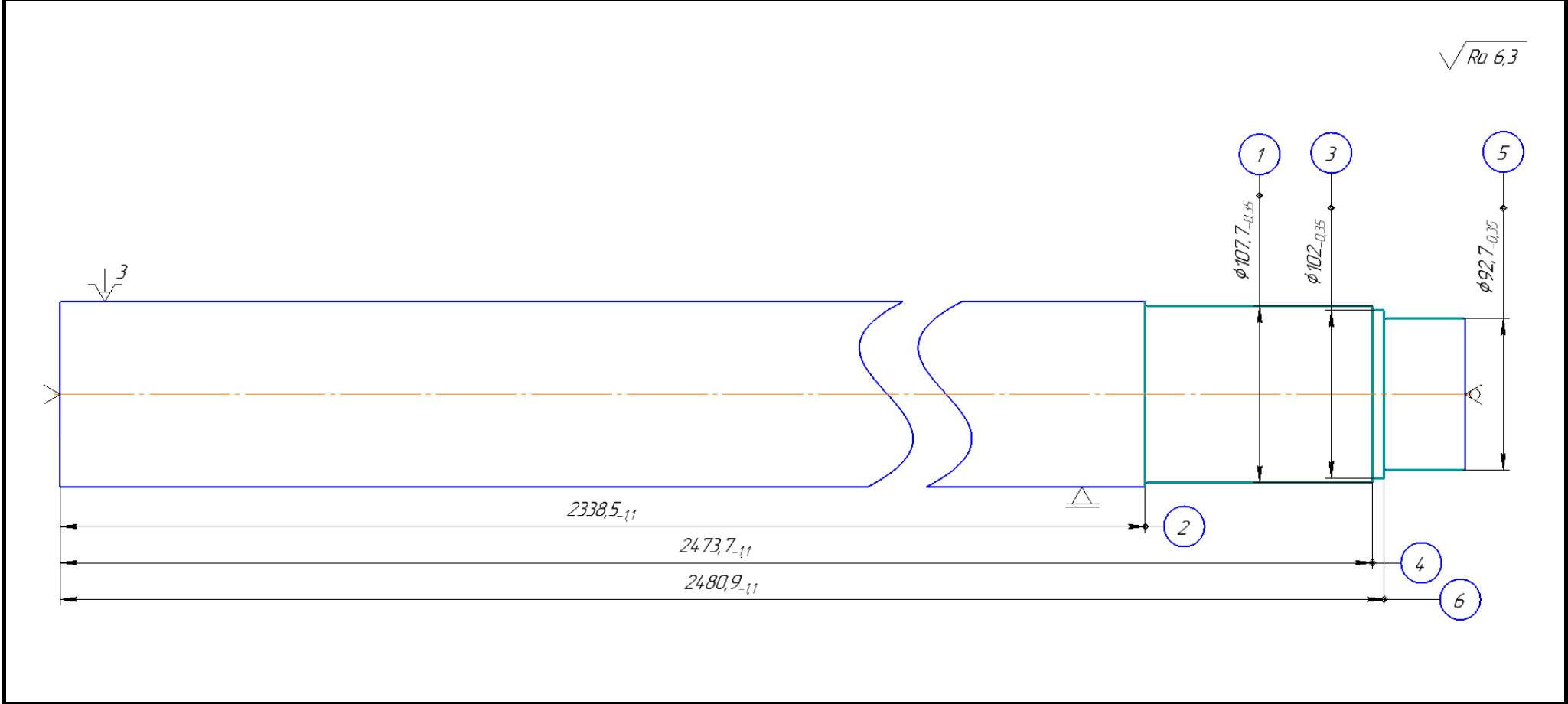


ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								015
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Розточна				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013		НВ 197...229	кг	177,2	Ø110×2540		188,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о	Т в	Т пз	Т шт.		СОЖ	
Горизонтально-розточний верстат 2636						11,6	16,6	0,15	30,6		Укрінол	
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n V
01	А. Встановити заготовку в призми і закріпити											
02	Призми, упор, притиски											
03	Позиція 1											
04	1. Фрезерувати торець пов. 1 витримувавши р-р 2533 (-1)											
05	Фреза торцева Ø160 Т5К10 ГОСТ 24359-80					Рулетка 1000..3000 ГОСТ 7502-80						
06						160	120	2,3	3	0,6	500	251,2
07												
08	2. Центрувати отв. пов. 2, 3 і 4 в р-ри: Ø10x60 ⁰ xØ21,5*x10 на глиб. 23 (±0,4)											
09	Свердло центровальне Ø10 Р6М5 ГОСТ 14952-75					Штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 - 89						
10						10	25	5	2	0,06	900	28,3
11												
12	3. Свердлийти отв. пов. 5 і 6 в р-ри: Ø14 на глиб. 35 (+0,62)											
13	Свердло спіральне Ø14 Р6М5 ГОСТ 10903-77					Штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 - 89						
14						14	37	7	2	0,3	500	21,9
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								015
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Р					ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
01	4. Свердлийти отв. пов. 7 і 8 в р-р Ø17 (+0,43) на глиб. р-р 11 (±0,21)											
02	Свердло спіральне Ø17 Р6М5 ГОСТ 10903-77				Штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 -89							
03					17	13	1,5	1	0,35	200	10,7	
04												
05	5. Нарізати різьбу в отв. пов. 9 і 10 в р-р М16-7Н на глиб. р-р 30 (±0,26)											
06	Мітчик різьбовий М16-7Н Р6М5 ГОСТ 3266-81				Пробки різьбові М16-7Н ПР і НЕ ГОСТ 17756-72 і ГОСТ 17757-72							
07					16	60	1	2	2	20	1,1	
08												
09	6. Контроль виконавцем											
10	Позиція 2											
11	7. Фрезеровать торец пов. 11 в р-р 2527 (-0,18)											
12	Фреза торцевая Ø160 Т5К10 ГОСТ 24359-80				Шаблон на р-р 2527 (-0,18)							
13					160	120	2	3	0,6	500	251,2	
14												
15	8. Центрувати отв. пов. 12, 13 і 14 в р-ри: Ø10x60 ⁰ xØ21,5*x10 на глиб. 23 (±0,4)											
16	Свердло центровальне Ø10 Р6М5 ГОСТ 14952-75				Штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 - 89							
17					10	25	5	2	0,06	900	28,3	
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2					
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
									Листов	Лист					
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01									
Проверил	Карабут В.М.														
Т. контр.				Вісь								015			
Н. контр	Бондаренко С.В.														
Р					П	И	Д	или	В	L	t	i	S	n	V
01	9. Свердлийти отв. пов. 15 і 16 в р-ри: Ø14 на глиб. 35 (+0,62)														
02	Свердло спіральне Ø14 Р6М5 ГОСТ 10903-77				Штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 - 89										
03					14	37	7	2	0,3	500	21,9				
04															
05	10. Свердлийти отв. пов. 17 і 18 в р-р Ø17 (+0,43) на глиб. р-р 11 (±0,21)														
06	Свердло спіральне Ø17 Р6М5 ГОСТ 10903-77				Штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 -89										
07					17	13	1,5	1	0,35	200	10,7				
08															
09	11. Нарізати різьбу в отв. пов. 19 і 20 в р-р М16-7Н на глиб. р-р 30 (±0,26)														
10	Мітчик різьбовий М16-7Н Р6М5 ГОСТ 3266-81				Пробки різьбові М16-7Н ПР і НЕ ГОСТ 17756-72 і ГОСТ 17757-72										
11					16	60	1	2	2	20	1,1				
12															
13	12. Контроль виконавцем														
14															
15	Б. Зняти деталь														
16															
17															
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА														

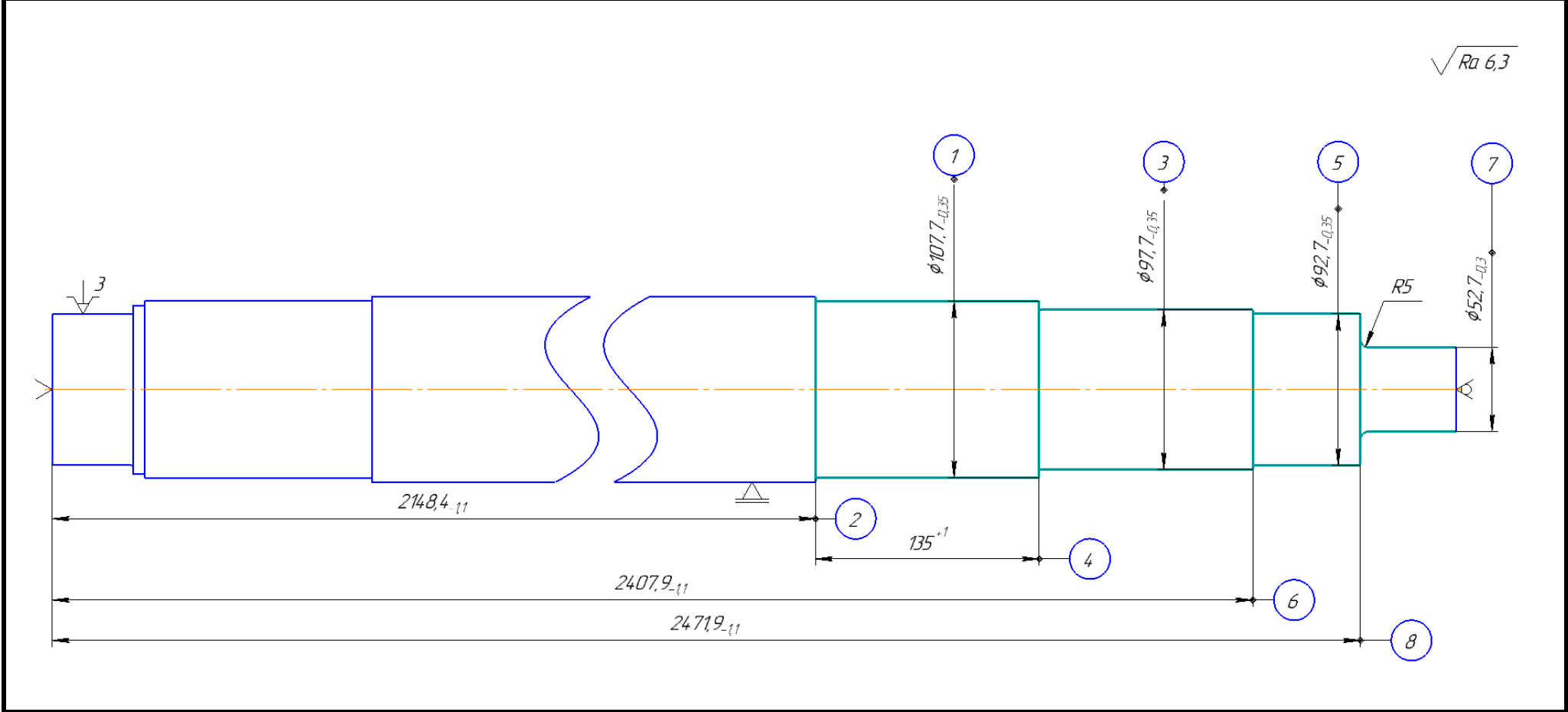
										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
												Листов	Лист
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01							
Проверил	Карабуг В.М.												
Т. контр.								Вісь					020
Н. Контр.	Бондаренко С.В.												



ГОСТ 3.1404-86										Форма 2				
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
									Листов	Лист				
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01								
Проверил	Карабут В.М.													
Т. контр.				Вісь								020		
Н. контр	Бондаренко С.В.													
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД		
Токарна				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013		НВ 197...229	кг	177,2	Ø110×2540		188,8	1		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о	Т в		Т пз		Т шт.			
Токарно-гвинторізний верстат 1А64						4,53	14,1		0,2		20,6			
Р						ПИ	Д или В		L	t	i	S		
01	А. Встановити заготовку в центра і люнет та закріпити													
02	Патрон трьохкулачковий самоцентрувальний ГОСТ 2675-80; центр плаваючий; центр обертвий ГОСТ 8742-75; люнет													
03														
04	1. Точити пов. 1 в р-р Ø107,7 (-0,35)													
05	Різець прохідний упорний φ=90° Т5К10 ГОСТ 18879-73					Штангенциркуль ШЦ 250 ГОСТ 166-89								
06						110		190		1	1	0,4	400	55,3
07														
08	2. Точити торець пов. 2 в р-р 2338,5 (-1,1)													
09	Різець прохідний упорний φ=90° Т5К10 ГОСТ 18879-73					Рулетка 1000..3000 ГОСТ 7502-80								
10						110		3		1	1	0,4	400	55,3
11														
12	3. Точити пов. 3 в р-р Ø102 (-0,35)													
13	Різець прохідний упорний φ=90° Т5К10 ГОСТ 18879-73					Штангенциркуль ШЦ 250 ГОСТ 166-89								
14						107,7		68		1,5	2	0,4	400	54,1
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА													

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								020
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Р					ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
01	4. Точити торець пов. 4 в р-р 2473,7 (-1,1)											
02	Різець прохідний упорний $\varphi=90^0$ Т5К10 ГОСТ 18879-73				Рулетка 1000..3000 ГОСТ 7502-80							
03					107,7	5	1,5	2	0,4	400	54,1	
04												
05	5. Точити пов. 5 в р-р $\varnothing 92,7$ (-0,35)											
06	Різець прохідний упорний $\varphi=45^0$ Т5К10 ГОСТ 18877-73				Штангенциркуль ШЦ 250 ГОСТ 166-89							
07					102	61	1,6	6	0,4	400	51,2	
08												
09	6. Точити торець пов. 6 в р-р 2480,9 (-1,1)											
10	Різець прохідний упорний $\varphi=90^0$ Т5К10 ГОСТ 18879-73				Рулетка 1000..3000 ГОСТ 7502-80							
11					102	4	1,6	6	0,4	400	51,2	
12												
13	7. Контроль виконавцем											
14												
15	Б. Зняти деталь											
16												
17												
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
										Листов		Лист	
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01							
Проверил	Карабуг В.М.												
Т. контр.						Вісь						025	
Н. Контр.	Бондаренко С.В.												

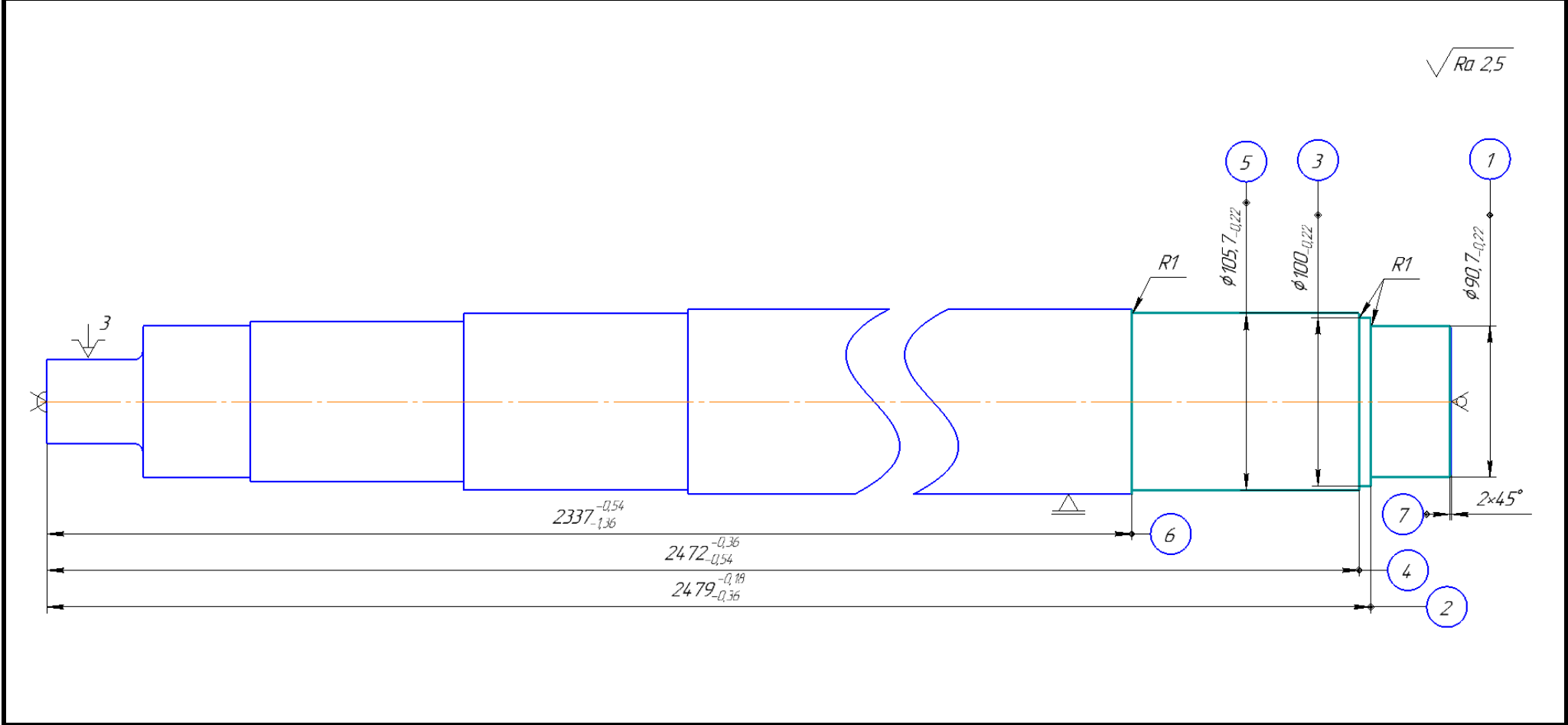


ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								025
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарна				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013		НВ 197...229	кг	177,2	Ø110×2540		188,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о	Т в	Т пз	Т шт.		СОЖ	
Токарно-гвинторізний верстат 1А64						11,4	15,2	0,2	29,4		Укринол	
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n V
01	А. Встановити заготовку в центра і люнет та закріпити											
02	Патрон трьохкулачковий самоцентрувальний ГОСТ 2675-80; центр плаваючий; центр обертвий ГОСТ 8742-75; люнет											
03												
04	1. Точити пов. 1 в р-р Ø107,7 (-0,35)											
05	Різець прохідний упорний φ=90° Т5К10 ГОСТ 18879-73					Штангенциркуль ШЦ 250 ГОСТ 166-89						
06						110	380	1	1	0,4	400	55,3
07												
08	2. Точити торець пов. 2 в р-р 2148,4 (-1,1)											
09	Різець прохідний упорний φ=90° Т5К10 ГОСТ 18879-73					Рулетка 1000..3000 ГОСТ 7502-80						
10						110	3	1	1	0,4	400	55,3
11												
12	3. Точити пов. 3 в р-р Ø97,7 (-0,35)											
13	Різець прохідний упорний φ=90° Т5К10 ГОСТ 18879-73					Штангенциркуль ШЦ 250 ГОСТ 166-89						
14						107,7	245	2,5	2	0,4	400	54,1
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								025
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Р					ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
01	4. Точити торець пов. 4 в р-р 135 (+1)											
02	Різець прохідний упорний $\varphi=90^0$ Т5К10 ГОСТ 18879-73				Штангенциркуль ШЦ 160 ГОСТ 166-89							
03					107,7	7	2,5	2	0,4	400	54,1	
04												
05	5. Точити пов. 5 в р-р $\varnothing 92,7$ (-0,35)											
06	Різець прохідний упорний $\varphi=90^0$ Т5К10 ГОСТ 18879-73				Штангенциркуль ШЦ 250 ГОСТ 166-89							
07					97,7	121	2,5	1	0,4	400	49,1	
08												
09	6. Точити торець пов. 6 в р-р 2407,9 (-1,1)											
10	Різець прохідний упорний $\varphi=90^0$ Т5К10 ГОСТ 18879-73				Рулетка 1000..3000 ГОСТ 7502-80							
11					97,7	4,5	2,5	1	0,4	400	49,1	
12												
13	7. Точити пов. 7 в р-р $\varnothing 52,7$ (-0,3)											
14	Різець прохідний упорний $\varphi=90^0$ Т5К10 ГОСТ 18879-73				Штангенциркуль ШЦ 250 ГОСТ 166-89							
15					92,7	57	2	10	0,4	400	46,6	
16												
17												
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2									
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									
									Листов	Лист									
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01													
Проверил	Карабут В.М.																		
Т. контр.				Вісь							025								
Н. контр	Бондаренко С.В.																		
Р						П	И	Д	или	В	L	t	i	S	n	V			
01	8. Точити торець пов. 8 в р-р 2471,9 (+1,1)																		
02	Різець прохідний упорний φ=90° Т5К10 ГОСТ 18879-73					Рулетка 1000..3000 ГОСТ 7502-80													
03						92,7		22		2		10		0,4		400		46,6	
04																			
05	9. Контроль виконавцем																		
06																			
07	Б. Зняти деталь																		
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА																		

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
										Листов		Лист	
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01							
Проверил	Карабуг В.М.												
Т. контр.								Вісь				030	
Н. Контр.	Бондаренко С.В.												

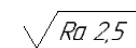


ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								030
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарна з ЧПК				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013		НВ 197...229	кг	177,2	Ø110×2540		188,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о	Т в		Т пз		Т шт.	
Токарний верстат з ЧПК 1Н65Ф3						3,4	14,1		0,25		19,35	
Р						ПИ	Д или В		L	t	i	S
01	А. Встановити заготовку в центра і люнет та закріпити											
02	Патрон трьохкулачковий самоцентрувальний ГОСТ 2675-80; центр плаваючий; центр обертвий ГОСТ 8742-75, люнет											
03												
04	1.Точити пов. 1 в р-р Ø90,7 (-0,22)					Мікрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-78						
05	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF											
06						92,7	50		0,5	2	0,15	860
07												
08	2. Точити торець пов. 2 в р-р 2479 (-0,18;-0,36) x R1					Шаблон на р-р 2479 (-0,18;-0,36)						
09	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF											
10						92,7	6,5		0,5	2	0,15	860
11												
12	3. Точити пов. 3 в р-р Ø100 (-0,22)					Мікрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-78						
13	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF											
14						102	9		0,5	2	0,15	860
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2							
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
									Листов	Лист							
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01											
Проверил	Карабут В.М.																
Т. контр.				Вісь								030					
Н. контр	Бондаренко С.В.																
Р					П	И	Д	и	л	и	В	L	t	i	S	n	V
01	4. Точити торець пов. 4 в р-р 2472 (-0,36;-0,54) x R1																
02	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF Шаблон на р-р 2472 (-0,36;-0,54)																
03	102 3 0,5 2 0,15 860 121,1																
04																	
05	5. Точити пов. 5 в р-р Ø105,7 (-0,22) Мікрометр МК 100-125 ГОСТ 6507-78																
06	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF																
07	107,7 137 0,5 2 0,15 860 127,8																
08																	
09	6. Точити торець пов. 6 в р-р 2337 (-0,54;-1,36) x R1 Шаблон на р-р 2337 (-0,54;-1,36)																
10	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF																
11	107,7 3 0,5 2 0,15 860 127,8																
12																	
13	7. Точити фаску пов. 7 в р-р 2x45°																
14	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF Штангенциркуль ШЦ 150 ГОСТ166-89																
15	90,7 4 2 1 0,1 860 107,6																
16																	
17																	
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА																

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2								
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
									Листов	Лист								
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01												
Проверил	Карабут В.М.																	
Согласов.																		
Т. контр.				Вісь							030							
Н. контр	Бондаренко С.В.																	
Р						П	И	Д	и	л	и	В	L	t	i	S	n	V
01	8. Контроль виконавцем																	
02																		
03	Б. Зняти деталь																	
04																		
05																		
06																		
07																		
08																		
09																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА																	

		035
--	--	-----

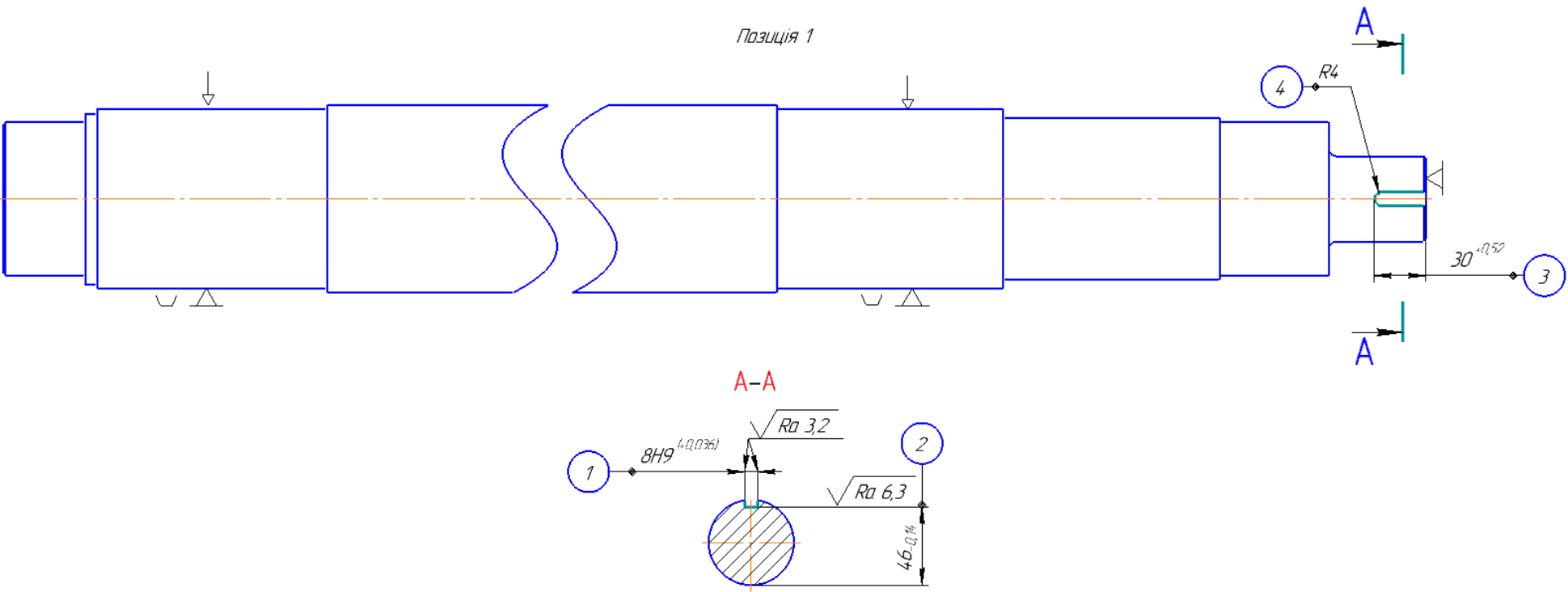


ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								035
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарна з ЧПК				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013		НВ 197...229	кг	177,2	Ø110×2540		188,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о	Т в		Т пз		Т шт.	
Токарний верстат з ЧПК 1Н65Ф3						14,1	14,6		0,25		23,45	
Р						ПИ	Д или В		L	t	i	S
01	А. Встановити заготовку в центра і люнет та закріпити											
02	Патрон трьохкулачковий самоцентрувальний ГОСТ 2675-80; центр плаваючий; центр обертвий ГОСТ 8742-75; люнет											
03												
04	1. Точити пов. 1 в р-р Ø50,7 (-0,22)											
05	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF					Мікрометр МК 50-75 ГОСТ 6507-78						
06						52,7	59	0,5	2	0,15	860	62,5
07												
08	2. Точити торець пов. 2 в р-р 2470 (-0,18;-0,74) x R5											
09	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF					Шаблон на р-р 2470 (-0,18;-0,74)						
10						52,7	22	0,5	2	0,15	860	62,5
11												
12	3. Точити пов. 3 в р-р Ø90,7 (-0,22)											
13	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF					Мікрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-78						
14						92,7	66	0,5	2	0,15	860	110,1
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

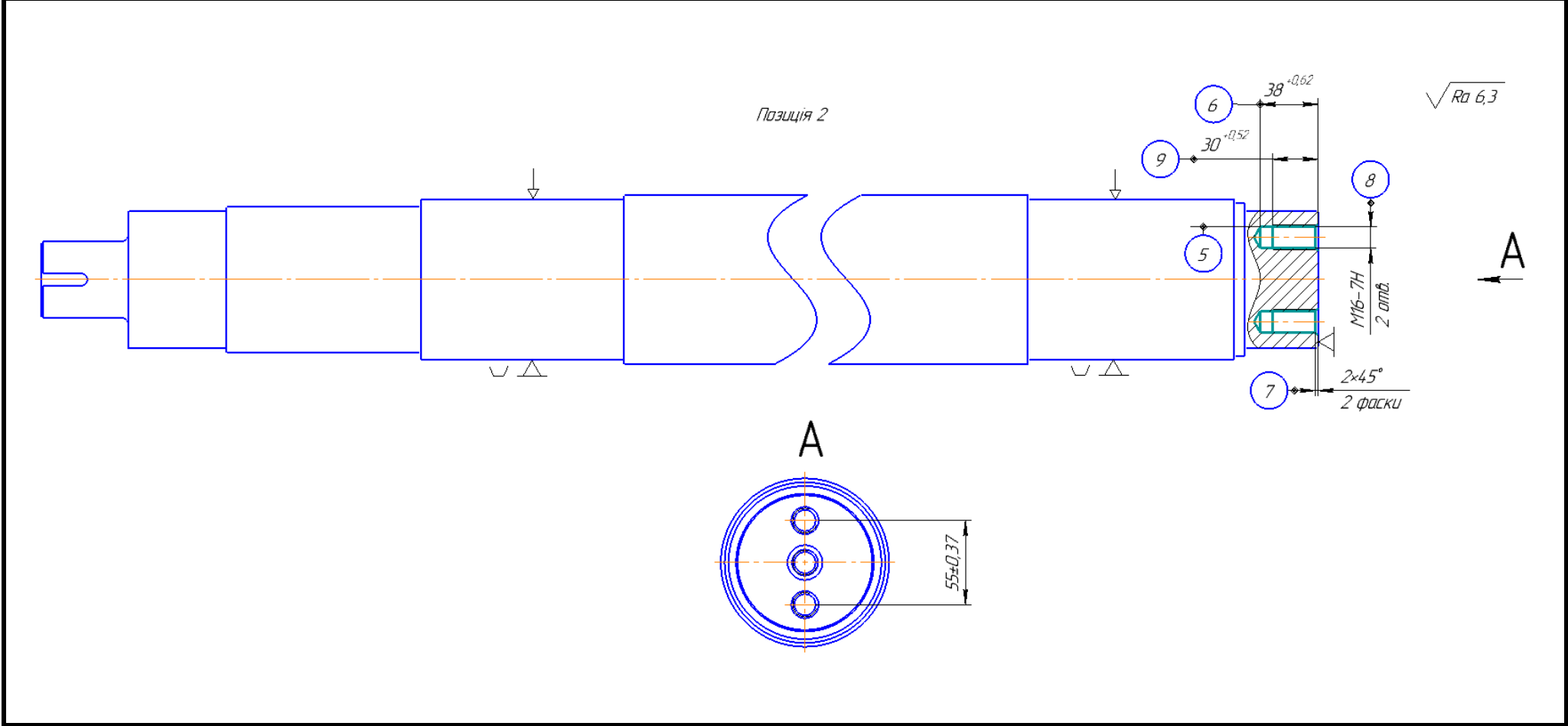
ГОСТ 3.1404-86										Форма 2						
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
									Листов	Лист						
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01										
Проверил	Карабут В.М.															
Согласов.																
Т. контр.				Вісь								035				
Н. контр	Бондаренко С.В.															
Р					П	И	Д	или	В	L	t	i	S	n	V	
01	4. Точити торець пов. 4 в р-р 2406 (-0,18;-1) x R1															
02	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF				Шаблон на р-р 2406 (-0,18;-1)											
03					92,7		4,5		0,5		2		0,15		860 110,1	
04																
05	5. Точити пов. 5 в р-р Ø95,7 (-0,22)															
06	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF				Мікрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-78											
07					97,7		127		0,5		2		0,15		860 110,1	
08																
09	6. Точити торець пов. 6 в р-р 133 (+1) x R1															
10	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF				Штангенциркуль ШЦ 160 ГОСТ 166-89											
11					97,7		7		0,5		2		0,15		860 110,1	
12																
13	7. Точити пов. 7 в р-р Ø105,7 (-0,22)															
14	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF				Мікрометр МК 100-125 ГОСТ 6507-78											
15					107,7		135		0,5		2		0,15		860 127,8	
16																
17																
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА															

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2					
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
									Листов	Лист					
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ	6.131.221397.T01										
Проверил	Карабут В.М.														
Согласов.															
Т. контр.				Вісь								035			
Н. контр	Бондаренко С.В.														
Р					П	И	Д	или	В	L	t	i	S	n	V
01	8. Точити торець пов. 8 в р-р 2146 (+0,32;-0,5) х R1														
02	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF Шаблон на р-р 2146 (+0,32;-0,5)														
03	107,7 4,5 0,5 2 0,15 860 127,8														
04															
05	9. Точити фаску пов. 9 в р-р 2х45 ⁰														
06	Різець прохідний: державка SDJNR-2525M-10; пластина DNMG-100404-PF Штангенциркуль ШЦ 150 ГОСТ166-89														
07	50,7 4 2 1 0,1 860 60,2														
08															
09	10. Контроль виконавцем														
10															
11	Б. Зняти деталь														
12															
13															
14															
15															
16															
17															
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА														

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
												Листов	Лист
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01							
Проверил	Карабуг В.М.												
Т. контр.								Вісь					040
Н. Контр.	Бондаренко С.В.												



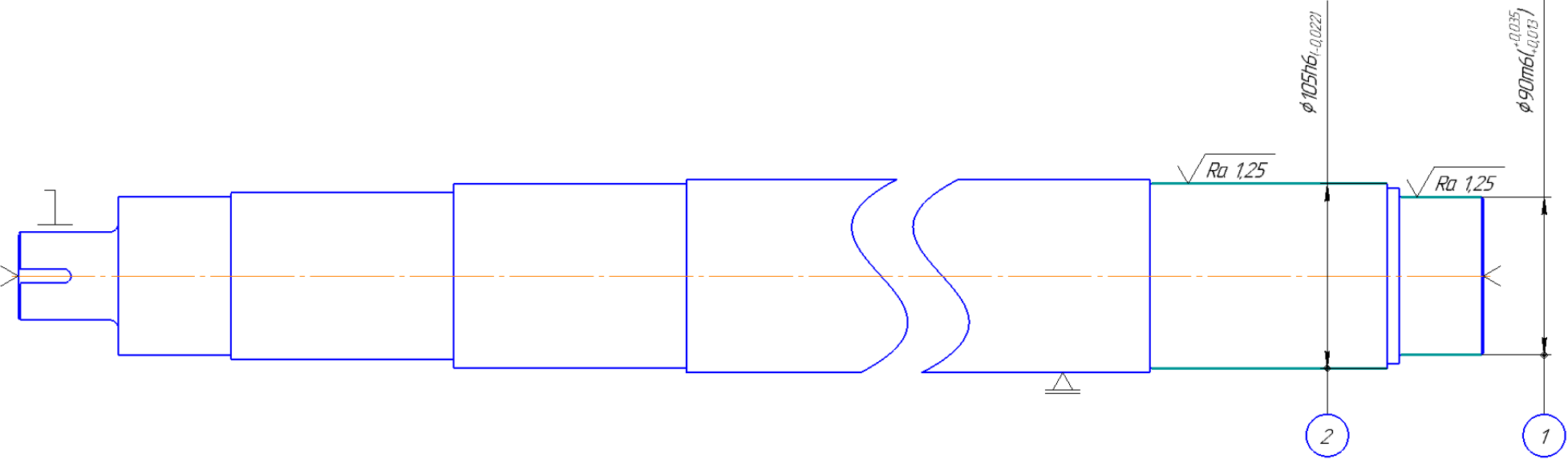
										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.								Изм		Лист	№ докум.	Подпись	Дата
										Листов		Лист	
Разраб.		Кот В.К.						УДУНТ		6.131.221397.T01			
Проверил		Карабуг В.М.											
Согласов.													
Т. контр.										Вісь			
Н. Контр.		Бондаренко С.В.										040	



ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								040
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Розточна з ЧПК				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013		НВ 197...229	кг	177,2	Ø110×2540		188,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о	Т в	Т пз	Т шт.		СОЖ	
Горизонтально-розточний верстат 2А637Ф4						12,9	17,5	0,2	35,8		Укрінол	
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n V
01	А. Встановити заготовку в призми і закріпити											
02	Призми, упор, притиски											
03	Позиція 1											
04	1. Фрезерувати шпонковий паз пов. 1, 2, 3, 4 в р-ри: 8Н9 (+0,036)х 46 (-0,14)х 30 (+0,52)х R4.											
05	Фреза шпонкова Ø8 Р6М5 ГОСТ 9140-78					Калібр на р-р 8Н9 ГОСТ 24121-80, Штангенциркуль ШЦ 160 ГОСТ 166-89						
06						8	32	0,4	10	0,05	900	22,6
07	Позиція 2											
08	2. Центрувати 2 отв. пов. 8 в р-ри: Ø3х60 ⁰ на глиб. 6 (±0,4)											
09	Свердло центровальне Ø3 Р6М5 ГОСТ 14952-75					Штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 - 89						
10						3	8	1,5	1	0,06	900	8,5
11												
12	3. Свердли 2 отв. пов. 5 і 6 в р-ри: Ø14 на глиб. 38 (+0,62)											
13	Свердло спіральне Ø14 Р6М5 ГОСТ 10903-77					Штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 - 89						
14						14	40	7	4	0,3	500	21,9
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

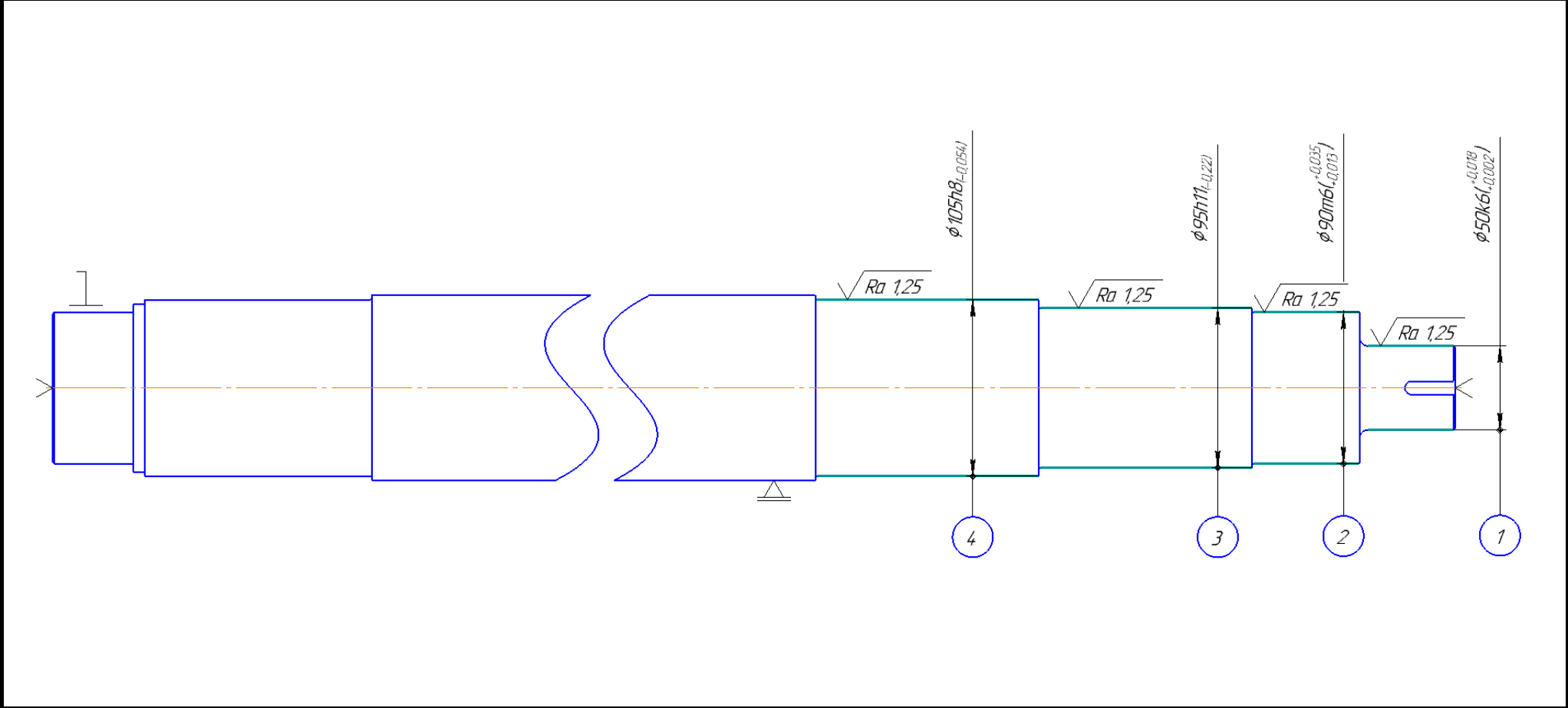
ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								040
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Р					ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
01	4. Зенкувати фаски в 2 отв. пов. 7 в р-р 2x45 ⁰											
02	Зенківка Ø20 Р6М5 ГОСТ 14953-80				Штангенциркуль ШЦ 125 ГОСТ 166 - 89							
03						20	4	2	1	0,3	500	34,5
04												
05	5. Нарізати різьбу в 2 отв. пов. 8 і 9 в р-р М16-7Н на глиб. р-р 30 (+0,52)											
06	Мітчик різьбовий М16-7Н Р6М5 ГОСТ 3266-81				Пробки різьбові М16-7Н ПР і НЕ ГОСТ 17756-72 і ГОСТ 17757-72							
07						16	60	1	2	2	20	1,2
08												
09	6. Контроль виконавцем											
10												
11	Б. Зняти деталь											
12												
13												
14												
15												
16												
17												
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.								Изм		Лист	№ докум.	Подпись	Дата
										Листов		Лист	
Разраб.		Кот В.К.		УДУНТ		6.131.221397.T01							
Проверил		Карабуг В.М.											
Т. контр.						Вісь						045	
Н. Контр.		Бондаренко С.В.											



ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								045
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Круглошліфувальна				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013		НВ 197...229	кг	177,2	Ø110×2540		188,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о	Т в	Т пз	Т шт.		СОЖ	
Круглошліфувальний верстат 3М175						10,9	13,9	0,2	27,5		Укрінол	
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n V
01	А. Встановити заготовку в центра і люнет та закріпити											
02	Патрон повідковий ГОСТ 13334-87 ; центри нерухомі ГОСТ 13214-79 -2 шт.; поводок; люнет											
03												
04	1.Шліфувати пов. 1 в р-р Ø90m6 (+0,035;+0,013)											
05	Круг шліфувальний ПВД 600×375×305×63 24А40СМ1К8 ГОСТ 2424-83					Скоба індикаторна СІ 75-100 ГОСТ 11098-75						
06						90,7	48	0,015	20	12	28	7,9
07												
08	2. Шліфувати пов. 2 в р-р Ø105h6 (-0,022)											
09	Круг шліфувальний ПВД 600×375×305×63 24А40СМ1К8 ГОСТ 2424-83					Мікрометр МК 100-125 ГОСТ 6507-78						
10						105,7	135	0,015	20	12	28	9,4
11												
12	3. Контроль виконавцем											
13												
14	Б. Зняти деталь											
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

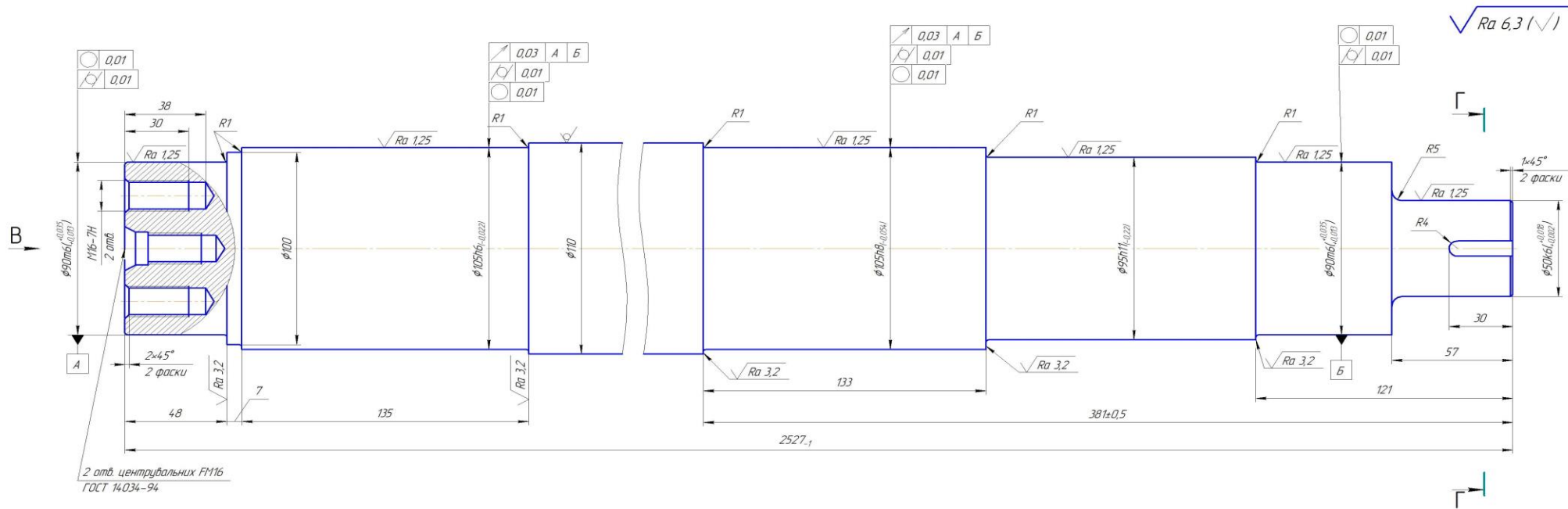
										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7					
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.								Изм		Лист		№ докум.		Подпись		Дата	
												Листов		Лист			
Разраб.		Кот В.К.						УДУНТ		6.131.221397.T01							
Проверил		Карабуг В.М.															
Т. контр.																	
Н. Контр.		Бондаренко С.В.								Вісь						050	



ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Т. контр.				Вісь								050
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Круглошліфувальна				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013		НВ 197...229	кг	177,2	Ø110×2540		188,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о	Т в		Т пз		Т шт.	
Круглошліфувальний верстат 3М175						22,6	14,4		0,2		42,2	
Р						ПИ	Д или В		L	t	i	S
01	А. Встановити заготовку в центра і люнет та закріпити											
02	Патрон повідковий ГОСТ 13334-87; центри нерухомі ГОСТ 13214-79 – 2 шт.; поводок; люнет											
03												
04	1. Шліфувати пов. 1 в р-р Ø50k6 (+0,018;+0,002)											
05	Круг шліфувальний ПВД 600×375×305×63 24А40СМ1К8 ГОСТ 2424-83					Скоба індикаторна СІ 50-75 ГОСТ 11098-75						
06						50,7	57		0,015	20	12	28
07												
08	2. Шліфувати пов. 2 в р-р Ø90m6 (+0,035;+0,013)											
09	Круг шліфувальний ПВД 600×375×305×63 24А40СМ1К8 ГОСТ 2424-83					Скоба індикаторна СІ 75-100 ГОСТ 11098-75						
10						90,7	64		0,015	20	12	28
11												
12	3. Шліфувати пов. 2 в р-р Ø95h11 (-0,022)											
13	Круг шліфувальний ПВД 600×375×305×63 24А40СМ1К8 ГОСТ 2424-83					Мікрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-78						
14						95,7	127		0,015	20	12	28
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

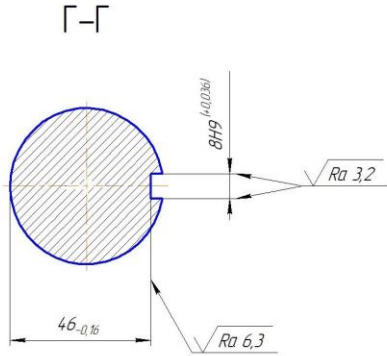
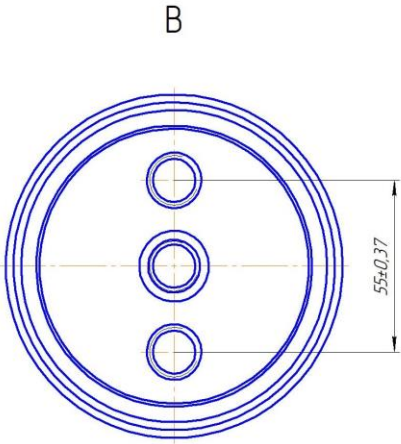
ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов	Лист		
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01						
Проверил	Карабут В.М.											
Согласов.												
Т. контр.				Вісь							050	
Н. контр	Бондаренко С.В.											
Р					ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
01	4. Шліфувати пов. 2 в р-р Ø105h8 (-0,054)											
02	Круг шліфувальний ПВД 600×375×305×63 24A40CM1K8 ГОСТ 2424-83						Мікрометр МК 100-125 ГОСТ 6507-78					
03					105,7	133	0,015	20	12	28	9,4	
04												
05	5. Контроль виконавцем											
06												
07	Б. Зняти деталь											
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

ГОСТ 3.1105-84										Форма 7	
Дубл.											
Взам.											
Подл.								Изм		Лист	
								№ докум.		Подпись	
								Листов		Лист	
Разраб.		Кот В.К.		УДУНТ		6.131.221397.T01		Вісь		065	
Проверил		Карабут В.М.									
Согласов.											
Т. контр.											
Н. Контр.		Бондаренко С.В.									



1 НВ 197_229.
2 Взаємне розташування шпандарного паза і різьбових отворів див. п. 1.
3 Неказані граничні відхилення розмірів: отворів H14, валів h14, решта IT/FS.

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
												Листов	Лист
Разраб.	Кот В.К.			УДУНТ		6.131.221397.T01							
Проверил	Карабуг В.М.												
Согласов.													
Т. контр.								Вісь				065	
Н. Контр.	Бондаренко С.В.												



ГОСТ 3.1404-86										Форма 2			
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
						Изм		Лист		№ докум.			
								Подпись		Дата			
								Листов		Лист			
Разраб.		Кот В.К.		УДУНТ		6.131.221397.T01							
Проверил		Карабут В.М.											
Согласов.													
Т. контр.				Вісь									
Н.контр		Бондаренко С.В.										065	
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Контрольна				Сталь 45 ГОСТ 1050-2013		НВ 197...229	кг	177,2	Ø110×2540		188,8	1	
№ пер	Содержание перехода				Измерительный инструмент, приспособления			% кон-троля	Особые указания				
1	Перевірити відсутність заусенців, забоїн і гострих кромок				Візуально			100					
2	Ø90m6 (+0,035;+0,013)				Скоба індикаторна CI 75-100			100					
					ГОСТ 11098-75								
3	Ø50k6 (+0,018;+0,002)				Скоба індикаторна CI 50-75			100					
					ГОСТ 11098-75								
4	Ø105h6(-0,022), Ø105h8(-0,054)				Мікрометр МК 100-125			100					
					ГОСТ 6507-78								
5	2527 (-0,18)				Шаблон на р-р 2527 (-0,18)			50					
6	2470 (-0,18;-0,74)				Шаблон на р-р 2470 (-0,18;-0,74)			50					
7	2406 (-0,18;-1)				Шаблон на р-р 2406 (-0,18;-1)			50					
8	2146 (+0,32;-0,5)				Шаблон на р-р 2146 (+0,32;-0,5)			50					
9	2479 (-0,18;-0,36)				Шаблон на р-р 2479 (-0,18;-0,36)			50					
10	2472 (-0,36;-0,54)				Шаблон на р-р 2472 (-0,36;-0,54)			50					
11	2337 (-0,54;-1,36)				Шаблон на р-р 2337 (-0,54;-1,36)			50					
12	8Н9 (+0,036)				Калібр на р-р 8Н9 (+0,036)			100					
ОКТК		ОПЕРАЦІЙНА КАРТА ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ											

										ГОСТ 3.1404-86		Форма 2		
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
								Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
											Листов	Лист		
Разраб.		Кот В.К.						УДУНТ		6.131.221397.T01				
Проверил		Карабунт В.М.												
Согласов.														
Т.Контр.								Вісь						065
Н.Контр.		Бондаренко С.В.												
№ пер	Содержание перехода						Измерительный инструмент, приспособления		% кон-троля	Особые указания				
11	46 (-0,14)						Мікрометр МК 25-50		50					
							ГОСТ 6507-78							
12	30 (+0,52)						Штангенциркуль ШЦ 160		20					
							ГОСТ 166-89							
13	M16-7H						Пробка різьбова M16-7H		20					
							«ПР» і «НЕ» ГОСТ 17756-72							
							ГОСТ 17757-72							
14	30 (±0,26)						Штангенциркуль ШЦ 125		20					
							ГОСТ 166-89							
15	Ø17 (+0,43)						Штангенциркуль ШЦ 125		20					
							ГОСТ 166-89							
16	11 (±0,21)						Штангенциркуль ШЦ 125		20					
							ГОСТ 166-89							
17	Ø50k6 (+0,018; +0,002); Ø90m6 (+0,035;+0,013);						Пристрій з індикатором, для контролю биття поверхні або торця відносно вісі деталі		100					
	Ø95h11(-0,22); Ø105h8(-0,054); Ø105h6(-0,022)													
ОКТК		ОПЕРАЦІЙНА КАРТА ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ												