

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

Група ПМ-20-1

КЕРНЯКЕВИЧ Тарас

Михайлович

2024

**Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки

Кафедра Комп'ютеризованого машинобудування

Кернякевич Тарас Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Проектування установки для випробовування матеріалів на зношування по
незакріпленому абразиву з розробленням технологічного процесу
ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛА»

(назва роботи)

ОПП «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Т. М. Кернякевич

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник

Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.

(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри КМВ

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В. Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають право посилання на відповідне джерело.

м. Івано-Франківськ – 2024 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему:
«Проектування установки для випробовування матеріалів на зношування по незакріпленому абразиву з розробленням технологічного процесу виготовлення вала»

Розрахунково-пояснювальна записка: __ сторінок, __ рисунків, __ таблиць, __ посилань, __ аркушів формату А4 додатків.

Графічна частина: 3 аркуші формату А1, 1 аркуш формату А2,

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь «деталь "Вал 1106.03.05.092А установки для випробовування матеріалів на зношування по незакріпленому абразиву"»

Мета цієї роботи – розробити технологічний процес механічної обробки вала для установки, призначеної для випробовування матеріалів на зношування по незакріпленому абразиву, що дозволить виготовляти деталь в умовах дрібносерійного виробництва з мінімальними витратами. Також метою є розробка самої установки для випробовування матеріалів на зношування по незакріпленому абразиву.

Для досягнення цієї мети в роботі розроблено установку для випробовування матеріалів на зношування по незакріпленому абразиву та проведено детальний аналіз конструкції деталі, методу отримання заготовки та базового маршруту механічної обробки вала. На основі результатів проведеного аналізу та рекомендацій літературних джерел розроблено раціональний маршрут механічної обробки вала для заданого типу виробництва. Обґрунтовано спосіб отримання заготовки, розраховано припуски, режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення вала під час механообробки спроектовано верстатний пристрій з пневмоприводом для фрезерування паза. Також спроектовано спеціальний пристрій для контролю радіального биття. У додатках наведено комплект технологічної документації.

Результати роботи можуть бути використані на машинобудівних та на ремонтних підприємствах.

Ключові слова: вал, заготовка, технологічний процес, зношування, припуски, режими різання, абразив, випробування, операція, інструмент, пристрій, верстат.

Студент Кернякевич Т.М.

ABSTRACT

qualifying bachelor thesis on the topic:

"Design of a facility for testing materials for wear on loose abrasive with the development of a technological process for manufacturing a shaft"

Calculation and Explanatory Note: __ pages, __ figures, __ tables, ____ references, __ A4-format appendix sheets.

Graphic Part: 3 A1-format sheets, 1 A2-format sheet, 2.

Object of Study: Technological process of mechanical processing.

Subject of Study: Part "Shaft 1106.03.05.092A for the machine testing material wear by loose abrasive."

The objective of this work is to develop a technological process for the mechanical processing of the shaft for a machine designed to test material wear by loose abrasive, enabling the production of the part under medium-batch manufacturing conditions with minimal costs. Additionally, the goal is to design the machine for testing material wear by loose abrasive.

To achieve this objective, the project includes the development of the machine for testing material wear by loose abrasive and a detailed analysis of the part's design, the method of obtaining the blank, and the basic route for the mechanical processing of the shaft. Based on the results of the analysis and recommendations from literary sources, a rational route for the mechanical processing of the shaft for the specified type of production has been developed. The method of obtaining the blank has been justified, allowances have been calculated, and cutting modes and operation norms have been determined. A machine tool fixture with a pneumatic drive for milling the groove has been designed for installing and securing the shaft during machining operations. Additionally, a special device for controlling radial runout has been designed. The appendix includes a complete set of technological documentation.

The results of this work can be applied in the machine-building industry and at repair enterprises.

Keywords: shaft, blank, technological process, wear, allowances, cutting modes, abrasive, testing, operation, tool, device, machine.

Student T.M. Keryakevich

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень – бакалавр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В. Г. Панчук

“ ___ ” _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

Кернякевич Тарас Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Проектування установки для випробовування матеріалів на зношування по незакріпленому абразиву з розробленням технологічного процесу виготовлення вала»

Керівник роботи Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ___ ” червня 2024 року № _____

2. Термін подання студентом роботи 20.06.2024р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі. Тип виробництва – середьосерійний.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

- 1) Конструкторсько-технологічний аналіз.
- 2) Проектування технології виготовлення деталі.
- 3) Проектування технологічного оснащення.

5. Перелік графічного матеріалу:

- 5.1. Креслення деталі (формат А1, 1 лист) та Креслення установки(формат А1, 1 лист).
- 5.2. Карти технологічного налагодження основних операцій механічної обробки (формат А1, 1 лист).
- 5.3. Схема прототипів установок для випробовувань на абразивне зношування (формат А1, 1 лист), (формат А3, 1 лист).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-5	Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.		

7. Дата видачі завдання _____ 202__ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	24.05.2024	
2	Проектування технології виготовлення деталі	27.05.2024	
3	Проектування технологічного оснащення	07.06.2024	
4	Проектування установки для випробовувань	06.06.2024	
5	Пояснювальна записка	15.06.2024	
6	Графічна частина	17.06.2024	

Студент

_____ (підпис)

Кернякевич Т.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Роп'як Л. Я.
(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	.....
1 Конструкторсько-технологічний аналіз.....	.....
1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі.....	.....
1.2. Аналіз технологічності деталі.....	.....
1.3. Визначення організаційних умов виробництва .....	.....
1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.....	.....
2 Проектування технології виготовлення деталі .....	.....
2.1. Вибір заготовки .....	.....
2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі .....	.....
2.3. Вибір засобів технологічного оснащення.....	.....
2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки.....	.....
2.5. Визначення режимів різання.....	.....
2.6. Нормування технологічної операції.....	.....
2.7. Аналіз техніко-економічних показників.....	.....
3 Проектування технологічної оснастки.....	.....
3.1. Пристрій для механічної обробки.....	.....
3.2. Перевірка працездатності інструментів.....	.....
4 Науково-дослідна частина.....	.....
Висновок.....	.....
Перелік літературних джерел.....	.....

					БР-57.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
		Кернякевич Т.М.			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літ.	Аркуш	Акрушів
		Роп'як Л.Я.					4	
						ІФНТУНГ гр. ПМ-20-1		
		Н. Контр.						
		Затверд.						
		Панчук В.Г.						

ВСТУП

Серед основних напрямків економічного розвитку сучасних держав особлива роль відводиться машинобудуванню, як одній із ключових галузей економіки.

Рушійною силою розвитку сучасного машинобудування є комплексна автоматизація і механізація, застосування передових технологій, підвищення якості і продуктивності праці без збільшення чисельності працівників.

Прогнозування процесів абразивного зношування для конкретного виду взаємодії абразиву та робочої поверхні є важливою науково-практичною задачею для машинобудування та прикладної механіки. Це дозволяє раціонально використовувати матеріали та уникати непередбачуваних аварійних ситуацій.

Ключовим фактором для прогнозування рівня зносу є фізико-механічні характеристики та параметри форми абразивних частинок. Оцінка параметрів форми вимагає проведення досліджень методами мікроскопії, а також подальшої обробки отриманих результатів із використанням математичних методів, які дозволяють представити контури частинок у вигляді математичних залежностей.

Для покриттів, нанесених методом наплавлення, особливе значення мають методичні аспекти триботехнічних випробувань із урахуванням градієнтної структури таких шарів. Це вимагає вдосконалення існуючих методів трибо випробувань через зміну конструкції трибометрів, щоб забезпечити більш інтенсивну циркуляцію абразивних частинок у зоні контакту.

Серед відомих методів дослідження зносостійкості наплавлених покриттів найбільш поширені методи тертя гумовим роликком у середовищі піску. Цей методи потребують удосконалення щодо забезпечення циркуляції абразивних частинок та вибору оптимальної тривалості триботехнічних досліджень. Це дозволить досягти високого рівня відтворюваності результатів та розширити спектр матеріалів, які можуть бути використані для порівняльного визначення зносостійкості

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Конструкторсько-технологічний аналіз.

1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі.

Вал під позначенням 1106.03.05.092А виступає як компонент в складі випробувального пристрою, призначеного для оцінки характеристик зношування матеріалів за допомогою вільних абразивних часток. Його основна функція полягає у передачі крутного моменту від вала черв'ячного редуктора до випробувального колеса. Конструктивно цей компонент представляє собою ступінчастий вал, характеризується діаметрами опор, які збільшуються від кінців до центральної осі. Значущими елементами конструкції є шпонкові пази, позначені як 20N9 та 25N9, а також отвори М12-7Н.

Детальний опис поверхонь цього компонента, включаючи їх функціональне призначення, конфігурацію та розміри, докладно задокументовано в окремій таблиці.

Випробування на стирання сухим піском/гумовим колесом, зображене на рисунку 1.1, є ключовою процедурою, що включає контрольне стирання стандартного випробувального зразка за допомогою абразивних часток контрольованого розміру та складу. Експериментальна установка передбачає введення абразивних часток між випробувальним зразком та обертовим колесом, обладнаним периферією з хлорбутілового або неопренового каучуку з визначеною твердістю. Далі випробувальний зразок піддається дії передбаченої сили проти обертового колеса за допомогою важеля, забезпечуючи контрольне стирання регульованим потоком піску на поверхню зразка. Важливо зауважити, що обертання колеса здійснюється таким чином, що його контактна поверхня рухається в напрямку потоку піску.

Необхідно підкреслити, що вісь обертання важеля розташована у площині, що наближена до поверхні гумового колеса, та перпендикулярної горизонтальному діаметру, по якому розподіляється навантаження. Зміна тривалості випробування та сили, що прикладається важелем, відбувається відповідно до вимог, зазначених у протоколах стандарту G65. Зразки зважують до та після випробування, а втрату маси фіксують. Необхідно перевести втрату маси в об'ємну втрату у кубічних міліметрах через значні різниці у щільності матеріалів. Результати стирання подаються у формі об'ємної втрати відповідно до конкретної процедури.

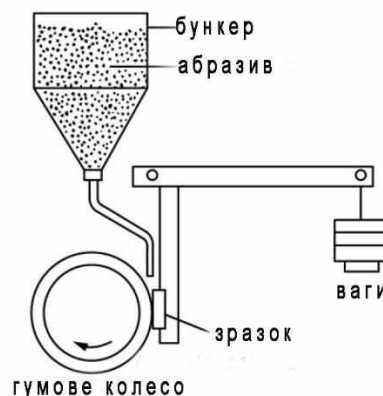


Рис.1 – Приципова схема трибологічних випробувань на зношування по вільному абразиву

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

Таблиця 1.1 – Характеристики поверхонь деталі

№ поверхні	Геометрична форма. профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір. допуск. квалітет	Точність форми і розміщення	Шорсткість. мкм
1	2	3	4	5	6
1-2	Плоскі поверхні. дно паза.	Допоміжна база. Призначена для встановлення шпонки.	20N9-0.52 25N9-0.52	-	Ra6.3
3-4	Поверхні торців. розділені пазом. обмежені зовнішньою і внутрішньою циліндричною поверхнями.	Вільні поверхні.	674h14-2	-	Ra6.3
5-6	Зовнішня циліндрична поверхня.	Основна база. Призначена для встановлення вала на підшипник.	Ø75k6 ^{+0,021} _{+0,002}	0.025	Ra6.3
7-8	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня. Призначена для встановлення манжети.	Ø65m6 ^{+0,030} _{+0,011}	-	Ra6.3
9	Плоска поверхня. обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільна поверхня.	100±0.435	-	Ra6.3
10	Фаска між плоскою поверхнею 9 і зовнішньою циліндричною поверхнею 11.	Вільні поверхні.	1.6×45°	-	Ra6.3
11	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø60p6 ^{+0,051} _{+0,032}	-	Ra6.3
12	Галтель між зовнішньою циліндричною 11 і плоскою 13 поверхнями.	Вільна поверхня.	R1	-	Ra6.3
13	Торець.	Вільна поверхня.	24h14-0.3	-	Ra6.3
14	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø25h14-0.52	-	Ra6.3
15	Торець.	Допоміжна база.	17±0.26	0.025	Ra2.5

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16	Зовнішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база.	$\varnothing 18k7^{+0,006}_{-0,012}$	-	Ra6.3
17	Плоска поверхня. обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кільця.	41h14 $_{-0,62}$	-	Ra6.3

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
18	Плоска поверхня. обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільна поверхня.	17 ± 0.26	-	Ra6.3
19	Зовнішня циліндрична поверхня.	Основна база. Призначена для встановлення вала на підшипник.	$\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$	0.025	Ra1.25
20	Торець.	Вільна поверхня.	85h14 $_{-0,87}$	-	Ra6.3
21	Фаска між торцем 20 і зовнішньою циліндричною поверхнею 19.	Вільна поверхня.	0.5 $\times 45^\circ$	-	Ra6.3
22-23	Фаски між зовнішніми циліндричними поверхнями 8 і 19.	Вільні поверхні.	0.5 $\times 45^\circ$	-	Ra6.3
24	Зовнішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кільця.	$\varnothing 16e8^{+0,032}_{+0,059}$	-	Ra6.3
25	Фаска між плоскою поверхнею 17 і зовнішньою циліндричною поверхнею 16.	Вільна поверхня.	0.5 $\times 45^\circ$	-	Ra6.3
26	Плоска поверхня. дно паза.	Допоміжна база. Призначена для встановлення шпошки.	14.5 $_{-0,1}$	-	Ra6.3
27-28	Плоскі поверхні. стілки паза.	Допоміжні бази. Призначені для встановлення шпошки.	6P9 $_{-0,042}^{-0,012}$	-	Ra6.3
29-30	Сектор зовнішньої циліндричної поверхні.	Стінки шпоночного паза. Допоміжні бази. Призначені для встановлення шпошки.	R3	-	Ra6.3
31-32	Галтель між зовнішньою циліндричною поверхнею 7-8 і фаскою 22-23.	Вільна поверхня.	R0.5	-	Ra6.3

Основні і найточніші поверхні деталі: поверхні $\varnothing 60p6^{+0,051}_{+0,032}$,

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ra1.6; Ø68p6^{+0,030}/_{+0,011} Ra0.63; Ø75k6^{+0,021}/_{+0,002} Ra1.6 по яких вал встановлюється в підшипники.

Під час експлуатації вал сприймає навантаження, які виникають від дії накладання моментів обертання, а також радіальних зусиль і осьових сил різання. Тому для цієї деталі було вибрано вуглецеву конструкційну сталь 45 ДСТУ 1050-88, яка відповідає вимогам щодо механічних властивостей.

Механічні властивості та елементний склад сталі 45 наведені в таблицях 1.2 і 1.3, відповідно.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад Сталі 45 ДСТУ 1050-88, мас. %

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не більше					
0.4-0.5	0.17-0.4	0.5-0.8	0.25	0.04	0.034	0.24	0.25	0.08

Таблиця 1.3 – Механічні властивості Сталі 45 ДСТУ 1050-88

σ _T	σ _B	Δs.%	Ψ.%	a _n , Дж/см ²	HB (не більше)	
					гарячештампована	відпалена
не менше						
380	609	16	40	-	240	380

Згідно ISO-513:2012 за рівнем оброблюваності дана сталь класифікується як така, що відноситься до групи P (вуглецева сталь; зміцнена до HB ≤380).

1.2 Аналіз технологічності деталі.

Послідовність обробки поверхонь деталі наведено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Плани механічної обробки поверхонь.

№ поверхні	Послідовність оброблення (методи, вид); інструменти	Точність, шорсткість	Тип верстату та/або пристрою
1	2	3	4
1-7	Точіння; різець токарний прохідний відігнутий.	h14, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
2	Свердління; свердло спіральне.	H14, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
3-6	1) Чорнове точіння; різець токарний підрізний.	h14, Ra12,5	Токарно-гвинторізний верстат.

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4
3-6	Точіння; різець токарний підрізний. 1) Чорнове точіння; різець токарний підрізний. 2) Чистове точіння; різець токарний підрізний. 3) Чорнове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. 4) Чистове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий.	h14. Ra6.3 h14. Ra12.5 h11. Ra6.3 h8. Ra2.5 k7. Ra2.5	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий. Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий. Круглошліфувальний верстат. Центри. Поводковий патрон.
1. 2	Фрезерування; фреза шпоночна.	P9. Ra6.3	Вертикально-фрезерний верстат. Призми. прихвати.
1-4; 5-8	Свердління; свердло спіральне; зенкер; мітчик.	H14. Ra6.3	Радально-свердлильний.
1-4	Шліфування; круг шліфувальний прямий.	h8. Ra2.5 k6. Ra1.25	Круглошліфувальний верстат. Центри. Поводковий патрон.
1. 2	Фрезерування; фреза шпонкова.	P9. Ra6.3	Вертикально-фрезерний верстат. Призми.
	2) Чистове точіння; різець токарний підрізний. 3) Чорнове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. 4) Чистове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий.	h11, Ra6,3 h8, Ra2,5 k6, Ra1,25	Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий. Круглошліфувальний верстат. Центри. Поводковий патрон.

Продовження таблиці 1.2

Як було показано вище матеріалом деталі є сталь 45 ДСТУ1050-87. У базовому технологічному процесі заготовки для такої деталі раціонально одержувати із круглого прокату ДСТУ 2590-88.

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окрім прокатування заготовку можна отримати шляхом об'ємного гарячого штампування або вільного кування. По оброблюваності тиском ця сталь відноситься до групи М1- вміст вуглецю 0.3 – 0.6 мас. % та легувальних елементів до 2 мас. %.

Оброблюваність різанням визначається із використанням коефіцієнту, відносно еталонного матеріалу (сталь 45 з $G_b = 660$ МПа; 190НВ) згідно з даними наведеними у літературі ([2], с.12):

$$K_v = V_{60} / V_{e60}, \quad (1)$$

де V_{60} -швидкість різання матеріалу за стійкості інструменту протягом 60 хв., V_{e60} -швидкість різання еталонної сталі за аналогічної стійкості інструменту;

Відповідно до даних [10] (с.29-33) V_{60} становить 114 м/хв, а $V_{e60} = 115$ м/хв. Таким чином, розраховане значення коефіцієнту оброблюваності буде:

$$K_v = 114 / 115 = 1.$$

Отримане значення K_v відповідає високій оброблюваності різанням.

Аналіз технологічності деталі проводимо згідно методики наведеної у [1] (с.13):

- 1) поверхні можливо обробляти на прохід;
- 2) діаметральні розміри шийок зменшуються до кінців валу;
- 3) в конструкції валу відсутні бурти значних розмірів, решта через призначення вала виключити з конструкції неможливо;
- 4) закритий шпонковий паз змінити на відкритий не можливо;
- 5) ступінчастий вал не можливо замінити гладким;
- 6) канавки валу характеризуються формою та розмірами, що придатні для обробки на верстатах з програмним керуванням;
- 7) жорсткість валу передбачає отримання високої точності оброблення ($L/d = 674/105 = 6.4 < 10$);
- 8) з одної позиції обробку валу провести неможливо;
- 9) при обробленні поверхонь валу дотримується принцип постійних баз.

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Визначення організаційних умов виробництва.

1.3.1. Організаційні умови.

Тип виробництва: дрібносерійний. Режим роботи підприємства: 2 зміни на 1 добу.
Дійсний річний фонд робочого часу обладнання згідно з [2.с.22; Табл.2.1.], відповідно становить: $F_d=4028$ год.

Число робочих днів на рік: $F=252$ дні.

Дійсний фонд робочого часу обладнання на зміну становить: $F_o=480$ хв.

Норм. коефіцієнт завантаження верстатів: 0.8.

Коефіцієнт серійності для дрібносерійний типу виробництва: $K_c=20$. Маса деталі 1.8 кг;

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операцій обробки валу

№ опер.	Назва операції			T _о , хв	Φφ _к	T _{ш-к} (T _{шт}), хв
№№ переходів	Розрах. основного часу	i	t _о , хв			
1	2	3	4	5	6	7
005.	Фрезерно-відрізна			0.17	1.84	0.31
1	$T_{005}=0.19D^2=0.19 \cdot 120^2$	1	0.7			
010.	Токарно-гвинторізна			0.25	1.4	0.40
1	$0.037(D^2-d^2)=0.037 \cdot 60^2$	1	0.030			
2	$0.037(D^2-d^2)=0.037 \cdot 30^2$	1	0.030			
3	$0.52dl=0.52 \cdot 60 \cdot 20$	1	0.194			
4	$0.52dl=0.52 \cdot 60 \cdot 20$	1	0.194			
015.	Токарно-гвинторізна			5.7	1.7	10.4
1	$0.17dl=0.17 \cdot 50 \cdot 31 \cdot 3$	3	0.49			
2	$0.17dl=0.17 \cdot 50 \cdot 9.5 \cdot 2$	2	0.84			
3	$0.17dl=0.17 \cdot 60 \cdot 5$	1	0.035			
4	$0.1dl=0.1 \cdot 15.5 \cdot 31$	1	0.035			
5	$0.037(D^2-d^2)=0.037(50^2-16.5^2)$	1	1.6			
6	$0.037(D^2-d^2)=0.037(55^2-20^2)$	1	1.55			
7	$0.037(D^2-d^2)=0.037(15.5^2-14.5)$	1	1.34			
020.	Токарно-гвинторізна			3.5	1.8	6.3
1	$0.17dl=0.17 \cdot 60 \cdot 13 \cdot 3$	3	0.4			
2	$0.17dl=0.17 \cdot 60 \cdot 12.5 \cdot 2$	2	0.23			

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3	$0.17dl=0.17 \cdot 60 \cdot 17 \cdot 2$	2	0.27			
4	$0.1dl=0.1 \cdot 60 \cdot 5 \cdot 13$	1	0.12			
5	$0.1dl=0.1 \cdot 55 \cdot 12.5$	1	0.07			
6	$0.037(D^2-d^2)=0.037(55^2-20.5^2)$	1	2.1			
7	$0.037(D^2-d^2)=0.037(55^2-20.5^2)$	1	2.1			
8	$0.037(D^2-d^2)=0.037(55^2-20.5)$	1	2.1			
025.	Вертикально-фрезерна			0.1	1.9	0.17
1	$0.52dl=0.52 \cdot 9 \cdot 20$	1	0.6			
030	Вертикально-фрезерна			0.12	1.8	0.20
1	$7l=7 \cdot 15.5$	1	0.12			
035	Горизонтально-фрезерна			0.07	1.8	0.12
1	$7l=7 \cdot 8$	1	0.07			

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7
040.	Радіально-свердлильна			0.1	1.9	0.18
1	$7l=7 \cdot 8$	1	0.07			
060.	Кругло-шліфувальна			0.8	1.6	1.45
1	$0.1dl=0.1 \cdot 19.5 \cdot 27$	1	0.39			
2	$0.1dl=0.1 \cdot 17.5 \cdot 16.5$	1	0.19			
3	$0.1dl=0.1 \cdot 16.5 \cdot 16$	1	0.24			
1	$0.15l=0.15 \cdot 15.5 \cdot 13$	1	0.3			

Розрахунок штучного часу проводимо за формулою:

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \phi_k, \quad (2)$$

де: T_o – основн. технологічний час, хв., ϕ_k – коеф., який залежить від типу виробництва і виду верстату.

Основні технологічні часи T_o і ϕ_k визначаються згідно з [2] (с. 146). Середній штучний час (хв) становить:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.} / n, \quad (3)$$

тут n – кількість операцій ($n=13$).

$\sum T_{шт.}$ – сумарний штучний час, хв ($\sum T_{шт.} = 31.56$ хв).

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \phi_k, \quad (4)$$

де: T_o – основний технологічний час, хв., ϕ_k – коефіцієнт, що залежить від типу виробництва і типу верстату.

1.3.2. Розрахунок програми випуску і партії деталей:

Кількість операцій: $n=13$;

Сумарний штучний час:

$$\sum T_{шт.} = 31.56 \text{ хв};$$

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.} / n = 31.56 / 13 = 2.43 \text{ хв.} \quad (5)$$

Такт випуску деталей:

$$t_B = K_3 \cdot T_{шт.сер.} = 15 \cdot 2.43 = 36.09 \text{ хв.} \quad (6)$$

Розрахункова річна програма випуску:

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

$$N = F_d \cdot 60 / t_b = 4029 \cdot 60 / 36.09 = 6698.07 \text{ шт.} \quad (7)$$

Прийнята річна програма випуску: $N = 6698$ шт.

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_d = N \cdot a / F = 6698 \cdot 12 / 253 = 318 \text{ шт.} \quad (8)$$

Розрахункова кількість змін на обробку партії деталей:

$$C = T_{\text{шт.сер.}} \cdot n_d / 480 \cdot 0,8 = 2,43 \cdot 318 / 480 \cdot 0,8 = 2,01. \quad (9)$$

Прийнята кількість змін $C_{\text{пр.}} = 2$ зм.

Прийнятий обсяг партії деталей (шт.):

$$n_{\text{пр.}} = C_{\text{пр.}} \cdot 480 \cdot 0,8 / T_{\text{шт.сер.}} = 2 \cdot 480 \cdot 0,8 / 2,43 = 395. \quad (10)$$

1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.

За умов базового підприємства АТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНИЙ ЗАВОД» деталь «Вал 1106.03.05.092А» виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Опис базового технологічного процесу та його аналіз в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Опис базового технологічного процесу виготовлення валу 1106.03.05.092А

№ операції	Назва операції		Верстат (потужність); пристрій. оснастка	
	№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструменти		№ обр. пов.
1	2	3	4	
005	Заготівельна		Ножівково-відрізний верстат моделі 872М	
1	Порізати круг Ø110мм. L=3000 мм на заготовки довжиною L=680 мм; полотно ножівкове 40x450x3.2			
010	Транспортна		Візок цеховий	
015	Токарно-гвинторізна		Токарно-гвинторізний верстат моделі 1К62	
1	Точити торець заготовки. витримавши розмір 677-2 витримавши розмір 677мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий			1
2	Свердлити центровий отвір Ø6.3мм на довжину 15.36мм; свердло центрувальне; патрон свердильний трьохкулачковий; оправка спеціальна			2
3	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø62.5-0.74 на довжину 100мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий			3
4	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø62.5-0.74 на довжину 64мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий			4
5	Точити заготовку по зовнішній поверхні з		5	

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Ø110мм до Ø77.5-0.74 витримавши розмір 119.5мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий		
6	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø85-0.85 116мм; різець спеціальний; патрон трьохкулачковий	6	
7	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø105-0.87 на довжину 26мм; різець спеціальний; патрон трьохкулачковий	7	
8	Точити торець заготовки. витримавши розмір 674-2; різець токарний; патрон трикулачковий	1	

Продовження таблиці 1.6

9	Свердлити центровий отвір Ø6.3мм на довжину 15.36мм; свердло центрувальне; патрон свердлильний трьохкулачковий; оправка спеціальна	2	
10	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø62.5-0.74 на довжину 100мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	3	
11	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø67.5-0.74 на довжину 67мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	4	
12	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø77.5-0.74 на довжину 37мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	5	
13	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø93-0.87 на довжину 109.5мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	6	
020	Токарно-гвинторізна		
1	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø62.5мм до Ø60.6-0.12 на довжину 100мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	1	Токарно-гвинторізний верстат моделі 1К62
2	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø67.5мм до Ø65.6-0.12 на довжину 64мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	2	
3	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø77.5мм до Ø75.6-0.12 на довжину 55.5мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	3	
4	Точити фаску витримавши розмір 1.9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	4	

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-57.00.000 ПЗ						

5	Точити фаску витримавши розмір 1.9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	5	
6	Точити фаску витримавши розмір 1.9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	6	
7	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø62.5мм до Ø60.6-0.12 на довжину 100мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	1	
8	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø67.5мм до Ø65.6-0.12 на довжину 67мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	2	
9	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø77.5мм до Ø75.6-0.12 на довжину 37мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	3	
10	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø93мм до Ø90.7-0.12 на довжину 109.5мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	4	
11	Точити фаску витримавши розмір 1.9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	5	
12	Точити фаску витримавши розмір 1.9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	6	
13	Точити фаску витримавши розмір 1.9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	7	
14	Точити фаску витримавши розмір 1.9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	8	
025	Вертикально-фрезерна		Вертикально-фрезерний верстат моделі 6P12
1	Фрезерувати паз 25N9. витримавши розміри 81.35 ^{+0.2} . 5-0.3. 100 ^{+0.87} ; фреза	1	
030	Вертикально-фрезерна		Вертикально-фрезерний верстат моделі 6P12
1	Фрезерувати паз 20N9. витримавши розміри 52.8 ^{+0.2} . 5-0.3. 90 ^{+0.87} ; фреза	1	

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2	Фрезерувати паз 20N9. витримавши розміри $52.8^{+0.2}$. $5_{-0.3}$. $90^{+0.87}$; фреза	2	
035	Слюсарна		Верстак слюсарний
1	Притупити гострі кромки після механічної обробки; терпуг плоский		
2	Маркувати позначення кресленника ударним способом		
040	Радіально-свердлильна		Радіально-свердлильний верстат моделі 2M55
1	Свердлити два отвори $\varnothing 10.2^{+0.36}$ на глибину 27мм; свердло; патрон свердлильний	1	
2	Зенкувати дві фаски $1.6 \times 45^\circ$ на $\varnothing 10.2$	8	
3	Нарізати різьбу M12-7H в двох отворах $\varnothing 10.2$ на глибину 20мм	4	
4	Повторити переходити 1. 2. 3	1. 4. 8	
045	Транспортна		Візок цеховий
050	Термічна		Електропіч СШО-10.10/10М
055	Транспортна		Візок цеховий
060	Круглошліфувальна		Круглошліфувальний верстат моделі 3У133
1	Шліфувати поверхню з $\varnothing 60.6$ мм до $\varnothing 60p6$ на довжину 100мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	1	
2	Шліфувати поверхню з $\varnothing 65.6$ мм до $\varnothing 65m6$ на довжину 20мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	2	
3	Шліфувати поверхню з $\varnothing 65.6$ мм до $\varnothing 60p6$ на довжину 100мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	3	
4	Шліфувати поверхню з $\varnothing 75.6$ мм до $\varnothing 75k6$ на довжину 37мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	4	
5	Шліфувати поверхню з $\varnothing 90.7$ мм до $\varnothing 90s7$ на довжину 110мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	5	
6	Шліфувати поверхню з $\varnothing 60.6$ мм до $\varnothing 60p6$ на довжину 100мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	1	
7	Шліфувати поверхню з $\varnothing 65.6$ мм до $\varnothing 65m6$ на довжину 15мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	2	
8	Шліфувати поверхню з $\varnothing 65.6$ мм до $\varnothing 65m6$ на довжину 49мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	3	
9	Шліфувати поверхню з $\varnothing 75.6$ мм до $\varnothing 75k6$ на довжину 56мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	4	
065	Контрольна ВТК		Стіл контролера
1	Перевірити візуально якість обробки.		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

Арк.

	шорсткість поверхонь. наявність фасок. відсутність гострих кромоч. тріщин. подряпин та шліфувальних припалів.		
2	Поставити клеймо ВТК на придатну деталь		
070	Транспортна		Електрокара. візок складський
1	Здані ВТК деталі повантажити. перевезти і здати на склад		

2. Проектування технології виготовлення деталі

2.1. Вибір заготовки.

Розрахунок маси заготовки і коефіцієнта використання матеріалу.

Вихідні дані для розрахунку:

- маса деталі $m_d=1.8$ кг;
- тип виробництва- дрібносерійний;
- матеріал деталі-Сталь45 ДСТУ 1050-87;
- $\rho=7.8$ г/см³.

При виборі методу одержання заготовки у спроектованому технологічному процесі проводимо порівняльний аналіз базового і альтернативного варіантів.
базовий – гаряч. прокатування круглого профілю.

Згідно з даними базового підприємства розміри заготовки становлять $\varnothing 105$ мм, $L=674$ мм. Відповідно об'єм заготовки буде становити:

$$V=\pi \cdot D^2/4 \cdot L=3,14 \cdot 105^2/4 \cdot 674=64158 \text{ мм}^3, \quad (11)$$

де D – діаметр заготовки, мм; L – довжина заготовки, мм. Відповідно маса заготовки буде визначатись як:

$$m=V \cdot \rho=64158 \cdot 10^{-9} \cdot 7814=20 \text{ кг}; \quad (12)$$

Коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{вм}}=M_d/M_3=18/20=0.9$;

Вартість заготовки з проката згідно [4, с.30]

$$S_3=M+\Sigma C_{\text{о.з.}}, \quad (13)$$

де M – витрати на матеріал заготовки; $\Sigma C_{\text{о.з.}}$ – технологічна собівартість операцій правки, калібрування і розрізання прутків на штучні заготовки. Згідно [4.с.30] :

$$C_{\text{о.з.}}=C_{\text{п.з.}} \cdot T_{\text{шт}}/60, \quad (14)$$

де $C_{\text{п.з.}}$ – приведені витрати на робочому місці, грн./год, $T_{\text{шт.}}$ – штучний час на операцію.

Згідно базових даних на АТ “ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНИЙ ЗАВОД” вартість години роботи на робочому місці становить для різання заготовок на відрізнаму верстаті дисковою пилою $C_{\text{п.з.}}=36.5$ грн/год. Штучний час відрізання круга $\varnothing 28$ мм на довжину $L = 674$ мм на верстаті 8Г662 за подачі 25 мм/хв: $T_{\text{шт}}=1.5$; $T_0=1,5 \cdot (28+8)/25=2.16$ хв; Отже: $C_{\text{о.з.}}=26.5 \cdot 2.16/60=1.59$ грн.

Витрати на матеріал заготовки згідно з даними [4.с.30]:

							БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$$M=Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{\text{відх}} / 1000, \quad (15)$$

де Q – маса заготовки; q – маса деталі; S – ціна 1 кг матеріалу заготовки; $S_{\text{відх}}$ – ціна 1 т відходів.

Згідно із даними базового підприємства для круглого прокату $\varnothing 110$ мм із сталі 45 ДСТУ 1050-88 $S=4.3$ грн.; $S_{\text{відх}}=60000$ грн./т, отримаємо:

$$M=0.42 \cdot 4.3 - (0.42 - 0.2) \cdot 60000 / 1000 = 16.7 \text{ грн. та } S_{\text{заг}} = 16.7 + 0.59 = 17.29 \text{ грн.};$$

Альтернативним методом отримання заготовки для даного валу є гаряче об'ємне штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі.

Група М1 сталі згідно з [7, с.243.], яка містить 0.45 % вуглецю.

Ступінь складності процесу штампування буде становити: $C=C_{\text{п}}/C_{\text{ф}}$, де $C_{\text{п}}$ -маса заготовки, а $C_{\text{ф}}$ – маса геометричної фігури мін. об'єму, в яку вписується дана заготовка.

Орієнтовний об'єм заготовки, яка має форму наближену до форми готової деталі у даному випадку визначається як сума об'ємів:

$$C_{\text{п}}=V_1+V_2+V_3+V_4+V_5+V_6 \quad (16)$$

Для кожного складового об'єму отримаємо:

$$V_1=\pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3.14 \cdot 16^2 \cdot 31 / 4 = 5575 \text{ мм}^3;$$

$$V_2=\pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3.14 \cdot 21^2 \cdot 6.5 / 4 = 2141 \text{ мм}^3;$$

$$V_3=\pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3.14 \cdot 25^2 \cdot 5 / 4 = 2453 \text{ мм}^3;$$

$$V_4=\pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3.14 \cdot 19^2 \cdot 17 / 4 = 4383 \text{ мм}^3;$$

$$V_5=\pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3.14 \cdot 17^2 \cdot 12.5 / 4 = 2612 \text{ мм}^3;$$

$$V_6=\pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3.14 \cdot 19^2 \cdot 13 / 4 = 2396 \text{ мм}^3.$$

Таким чином після підстановки даних:

$$C_{\text{п}}=5575+2141+2453+4383+2612+2396=19533 \text{ мм}^3;$$

$$C_{\text{ф}}=\pi \cdot d^2 \cdot L / 4 = 3.14 \cdot 35^2 \cdot 95 / 4 = 91354 \text{ мм}^3;$$

$$C=19533 / 91354 = 0.423;$$

Згідно з

- ДСТУ 7505-88, ступінь складності процесу штампування за $0.16 < C < 0.32$ для даного випадку: $0.32 < 0.49 < 0.63$;

- ДСТУ 7505-87 табл.19 клас точності – Т4; Згідно з ДСТУ 7505-87 (табл.2), вихідний індекс становить 13;

- ДСТУ 7505-88,(табл.3) та [8, с.248.,табл. 49] припуски на поверхні деталі: поверхня 6, 19: $t=2.5$ мм; поверхня 24: $t=2.4$ мм; поверхня 16: $t=2.4$ мм; поверхня 11: $t=2.1$ мм; поверхня 14: $t=2.1$ мм; поверхні 3 – 4: $t = 2.2$ мм; поверхні 9, 18: $t=2.2$ мм; поверхні 13, 15, 17: $t=2.1$ мм.

У процесі гарячого об'ємного штампування вихідна заготовка піддається нагріванню, яке супроводжується окисненням поверхні. Виходячи із цього припуск на сторону необхідно збільшити на 0.6 мм. Додатковий припуск, викликаний зміщенням робочих поверхонь роз'ємів штампів згідно з ДСТУ 7505-88 становить 0.25мм. На розміри заготовки, які сформовано із урахуванням вище наведених припусків призначаємо допуски згідно [7], таким чином отримуємо наступні кінцеві розміри заготовки: $680^{+1}_{-1,6}$; $110^{+1}_{-0,5}$; $120^{+1}_{-0,5}$; $67^{+1}_{-0,5}$; $37^{+1}_{-0,5}$; $25^{+1}_{-0,5}$; $\varnothing 110^{+1}_{-0,5}$; $\varnothing 85^{+1}_{-0,5}$; $\varnothing 65^{+1}_{-0,5}$; $\varnothing 60^{+1}_{-0,5}$; $\varnothing 75^{+1}_{-0,5}$.

Штампувальні нахили згідно [5 с.149] становлять: зовнішній 3° ; внутрішній 5° .

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Радіуси заокруглень згідно [5 с.145] становлять: зовнішні 1.5 мм; внутрішні 2 мм;

З урахуванням вище наведеного об'єм заготовки:

$$V=V_1+V_2+V_3+V_4+V_5+V_6, \quad (17)$$

де

$$V_1=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3.14 \cdot 100^2 \cdot 13/4=102050 \text{ мм}^3;$$

$$V_2=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3.14 \cdot 120^2 \cdot 16.5/4=186516 \text{ мм}^3;$$

$$V_3=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3.14 \cdot 116^2 \cdot 17/4=179570 \text{ мм}^3;$$

$$V_4=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3.14 \cdot 110^2 \cdot 9.4/4=85486 \text{ мм}^3;$$

$$V_5=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3.14 \cdot 24^2 \cdot 16/4=7234 \text{ мм}^3;$$

$$V_6=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3.14 \cdot 37^2 \cdot 31/4=33314 \text{ мм}^3;$$

Таким чином сумарний об'єм буде становити :

$$V=102050+186516+179570+85486+7234+33314=594170 \text{ мм}^3;$$

Маса заготовки: $m_3=594170 \cdot 10^{-9} \cdot 7814=22$ кг; коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{вм}}=18/22=0.8$; Вартість штампованої заготовки згідно [4, с.32]:

$$S_{\text{заг}}=(C/1000 \cdot Q \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}})-(Q-q) \cdot S_{\text{відх}}/1000, \quad (18)$$

де С – базова вартість одної тони заготовок (згідно вище наведених розрахунків С=5900грн); $K_{\text{т}}, K_{\text{с}}, K_{\text{в}}, K_{\text{м}}, K_{\text{п}}$ – коефіцієнти, які залежать від класу точності, маси, марки матеріалу, групи складності, та об'єму виробництва заготовок.

Значення коефіцієнтів згідно з [4.с.37-38]: $K_{\text{т}}=1$; $K_{\text{м}}=1$; $K_{\text{с}}=0.84$; $K_{\text{в}}=1.85$; $K_{\text{п}}=1$.

Після підстановки даних отримаємо:

$$S_{\text{заг}}=(5900/1000 \cdot 0.28 \cdot 1 \cdot 0.84 \cdot 1.85 \cdot 1 \cdot 1)-(0.28-0.2) \cdot 60000/1000=254 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники варіантів отримання заготовки заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Техніко-економічні показники методів отримання заготовки для деталі вал 1106.03.05.092А

Основні техніко-економічні показники	Варіанти отримання заготовки	
	Прокат круглого профілю	Штампована на кривошипному гаряче штампувальному пресі
Маса заготовки, кг	24	20
Коефіцієнт використання металу	0.48	0.8
Собівартість заготовки для однієї деталі, грн	220	254

За результатами порівняльного аналізу техніко-економічних показників встановлено, що для заготовки, виготовленої із круглого прокату має місце великий розхід матеріалу та, як результат, низький коефіцієнт його використання.

З альтернативних методів найнижчий розхід матеріалу (20 кг порівняно із 24 кг) і найвищий коефіцієнт використання $K_{\text{вм}}$ (0.8 порівняно із 0.48) для заготовки отриманої методом штампування. Найнижчою є собівартість процесу виготовлення

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-57.00.000 ПЗ					

заготовки з прокату (220 грн порівняно із 254 грн). однак в дрібносерійному виробництві доцільніше використовувати штамповану заготовку, форма якої є більш наближена до форми готової деталі.

2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі

У базовому технологічному процесі на АТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНИЙ ЗАВОД» вал «Вал 1106.03.05.092А» виготовлявся в умовах дрібносерійного виробництва.

Таблиця 2.2 – Опис проектної технології обробки вала 1106.03.05.092А

№ операції	Назва операції		Ескіз обробки деталі на операції
	Верстат (потужність); пристрій, оснастка		
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструмент	№ обр. пов.	
1	2	3	4
005	Заготівельна.		Рис. 1, 2
	Ножівково-відрізний верстат моделі 872М		
015	Токарна з ЧПК.		Рис. 1, 2
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16Б16Т1 (N=7,1 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø200 мм; центр обертовий.		
1	Точити торець заготовки, витримавши розмір 677-2 витримавши розмір 677мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий	1	Рис. 1, 2
2	Свердлити центровий отвір Ø6,3мм на довжину 15,36мм; свердло центрувальне; патрон свердлильний трьохкулачковий; оправка спеціальна	2	
3	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø62,5-0,74 на довжину 100мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	3	
4	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø62,5-0,74 на довжину 64мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	4	
5	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø77,5-0,74 витримавши розмір 119,5мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	5	
6	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø85-0,85 116мм; різець спеціальний; патрон трьохкулачковий	6	
7	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø105-0,87 на довжину 26мм; різець спеціальний; патрон трьохкулачковий	7	

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

8	Точити торець заготовки, витримавши розмір 674-2; різець токарний; патрон трьохкулачковий	1	
9	Свердлити центровий отвір Ø6,3мм на довжину 15,36мм; свердло центрувальне; патрон свердлильний трьохкулачковий; оправка спеціальна	2	
10	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø62,5 _{-0,74} на довжину 100мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	3	
11	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø67,5 _{-0,74} на довжину 67мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	4	
Продовження таблиці 2.2			
12	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø77,5 _{-0,74} на довжину 37мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	5	
13	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø110мм до Ø93 _{-0,87} на довжину 109,5мм; різець токарний; патрон трьохкулачковий	6	
020	Токарна з ЧПК. Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16Б16Т1 (N=7,1 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø200 мм; центр обертовий.		
1	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø62,5мм до Ø60,6 _{-0,12} на довжину 100мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	1	
2	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø67,5мм до Ø65,6 _{-0,12} на довжину 64мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	2	
3	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø77,5мм до Ø75,6 _{-0,12} на довжину 55,5мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	3	
4	Точити фаску витримавши розмір 1,9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	4	
5	Точити фаску витримавши розмір 1,9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	5	
6	Точити фаску витримавши розмір 1,9×45°; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	6	
7	Точити заготовку по зовнішній поверхні з Ø62,5мм до Ø60,6 _{-0,12} на довжину 100мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	1	

Рис. 2

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 67,5\text{мм}$ до $\varnothing 65,6_{-0,12}$ на довжину 67мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	2	
9	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 77,5\text{мм}$ до $\varnothing 75,6_{-0,12}$ на довжину 37мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	3	
10	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 93\text{мм}$ до $\varnothing 90,7_{-0,12}$ на довжину 109,5мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	4	
11	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр.	5	
Продовження таблиці 2.2			
12	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	6	
13	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	7	
14	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	8	
025	Вертикально-фрезерна Вертикально-фрезерний верстат моделі 6P12		
1	Фрезерувати паз 25N9, витримавши розміри $81,35^{+0,2}$, $5_{-0,3}$, $100^{+0,87}$; фреза	1	
030	Вертикально-фрезерна Вертикально-фрезерний верстат моделі 6P12		
1	Фрезерувати паз 20N9, витримавши розміри $52,8^{+0,2}$, $5_{-0,3}$, $90^{+0,87}$; фреза	1	
2	Фрезерувати паз 20N9, витримавши розміри $52,8^{+0,2}$, $5_{-0,3}$, $90^{+0,87}$; фреза	2	
035	Слюсарна Верстак слюсарний		
1	Притупити гострі кромки після механічної обробки; терпуг плоский		
2	Маркувати позначення кресленика ударним способом		
040	Радіально-свердлильна Радіально-свердлильний верстат моделі 2M55		
1	Свердлити два отвори $\varnothing 10,2^{+0,36}$ на глибину 27мм; свердло; патрон свердлильний	1	
2	Зенкувати дві фаски $1,6 \times 45^\circ$ на $\varnothing 10,2$	8	
3	Нарізати різьбу M12-7H в двох отворах $\varnothing 10,2$ на глибину 20мм	4	

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-57.00.000 ПЗ					

4	Повторити переходити 1, 2, 3	1, 4, 8	
045	Транспортна		
	Візок цеховий		
050	Термічна		
	Електропіч СШО-10.10/10М		
055	Транспортна		
	Візок цеховий		
060	Круглошліфувальна		

Продовження таблиці 2.2

	Круглошліфувальний верстат моделі 3У133		
1	Шліфувати поверхню з Ø60,6мм до Ø60р6 на довжину 100мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	1	
2	Шліфувати поверхню з Ø65,6мм до Ø65т6 на довжину 20мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	2	
3	Шліфувати поверхню з Ø65,6мм до Ø60р6 на довжину 100мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	3	
4	Шліфувати поверхню з Ø75,6мм до Ø75к6 на довжину 37мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	4	
5	Шліфувати поверхню з Ø90,7мм до Ø90s7 на довжину 110мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	5	
6	Шліфувати поверхню з Ø60,6мм до Ø60р6 на довжину 100мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	1	
7	Шліфувати поверхню з Ø65,6мм до Ø65т6 на довжину 15мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	2	
8	Шліфувати поверхню з Ø65,6мм до Ø65т6 на довжину 49мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	3	
9	Шліфувати поверхню з Ø75,6мм до Ø75к6 на довжину 56мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	4	
065	Контрольна ВТК		
	Стіл контролера		
1	Перевірити візуально якість обробки, шорсткість поверхонь, наявність фасок, відсутність гострих кромки, тріщин, подряпин та шліфувальних припалів.		
2	Поставити клеймо ВТК на придатну деталь		

070	Транспортна	
	Електрокар , візок складський	
1	Здані ВТК деталі повантажити, перевезти і здати на склад	

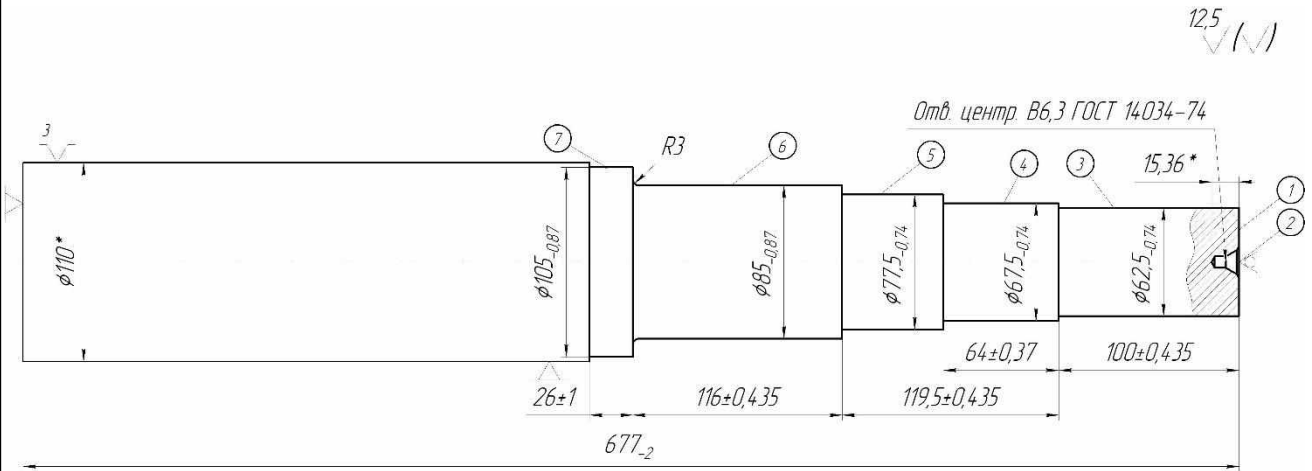


Рис.2.1 – Ескіз обробки деталі на операції 015А

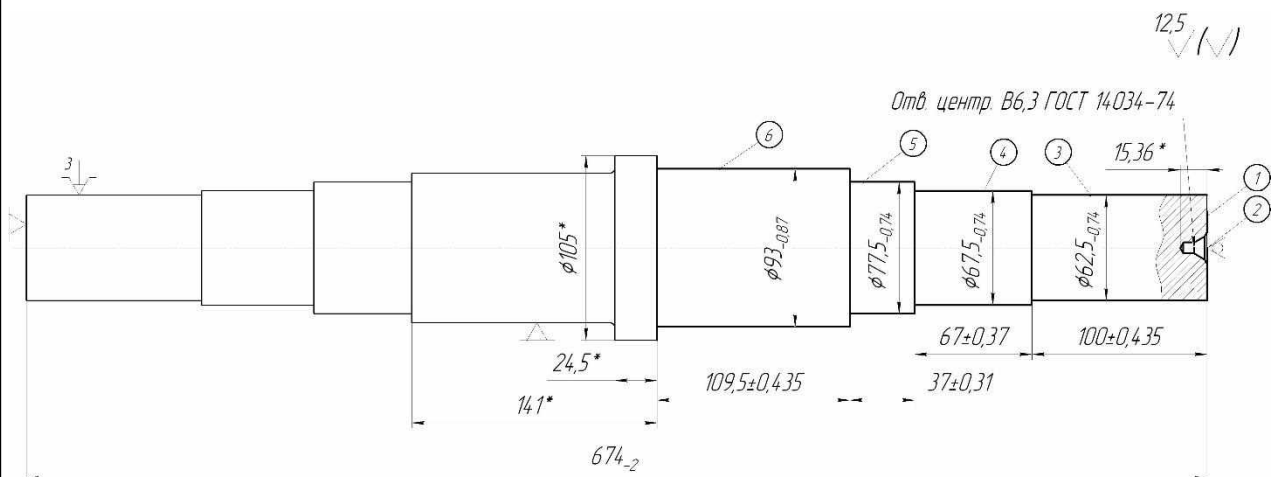
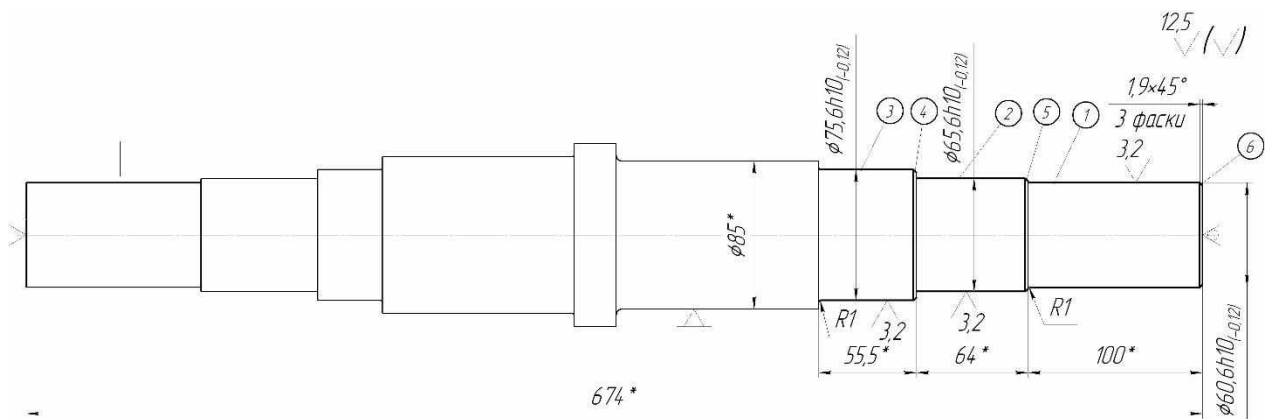


Рис.2.2 – Ескіз обробки деталі на операції 015В



					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис.2.3 – Ескіз обробки деталі на операції 020А

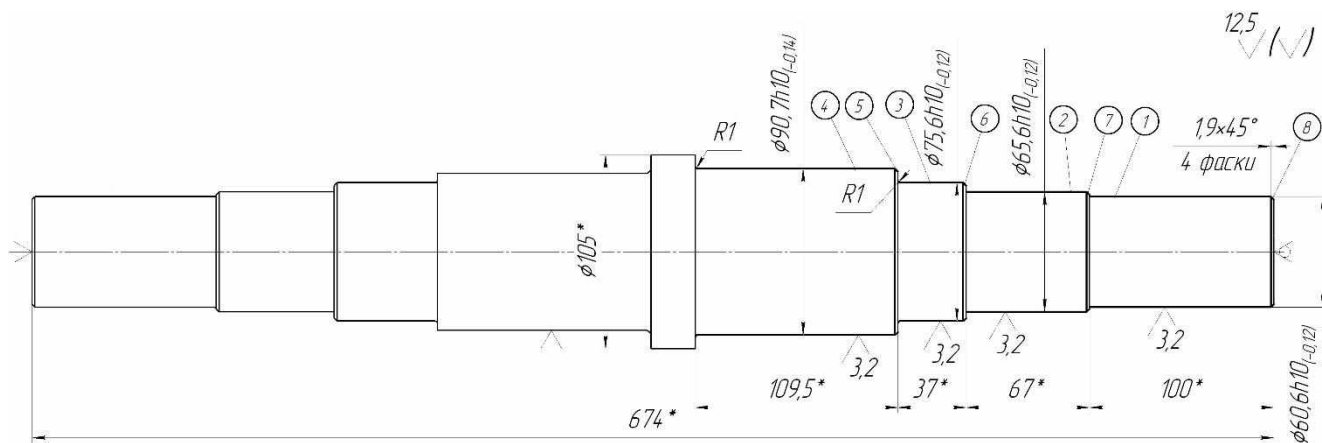


Рис.2.4 – Ескіз обробки деталі на операції 020В

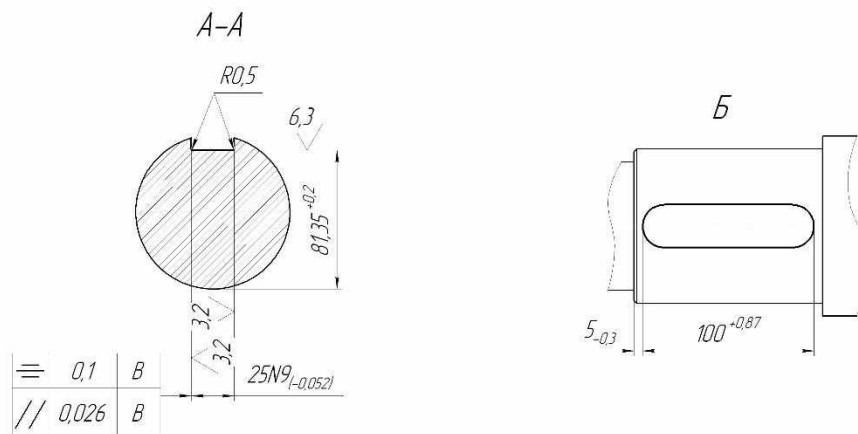
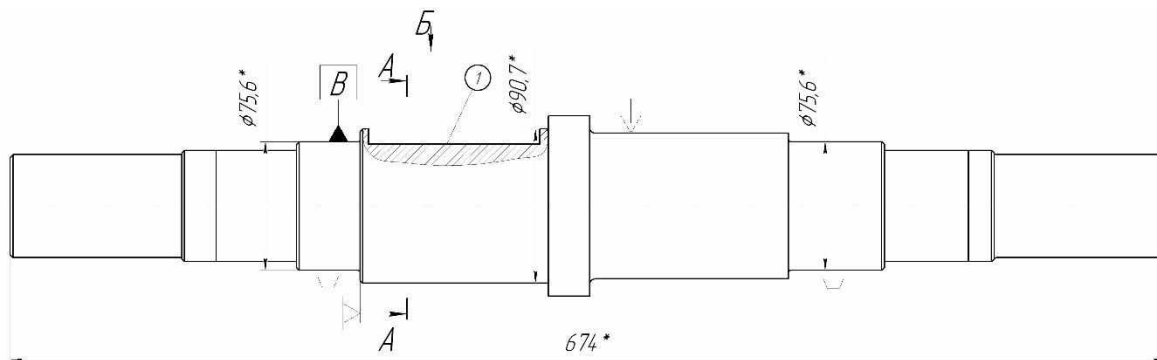


Рис.2.5 – Ескіз обробки деталі на операції 025

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-57.00.000 ПЗ					

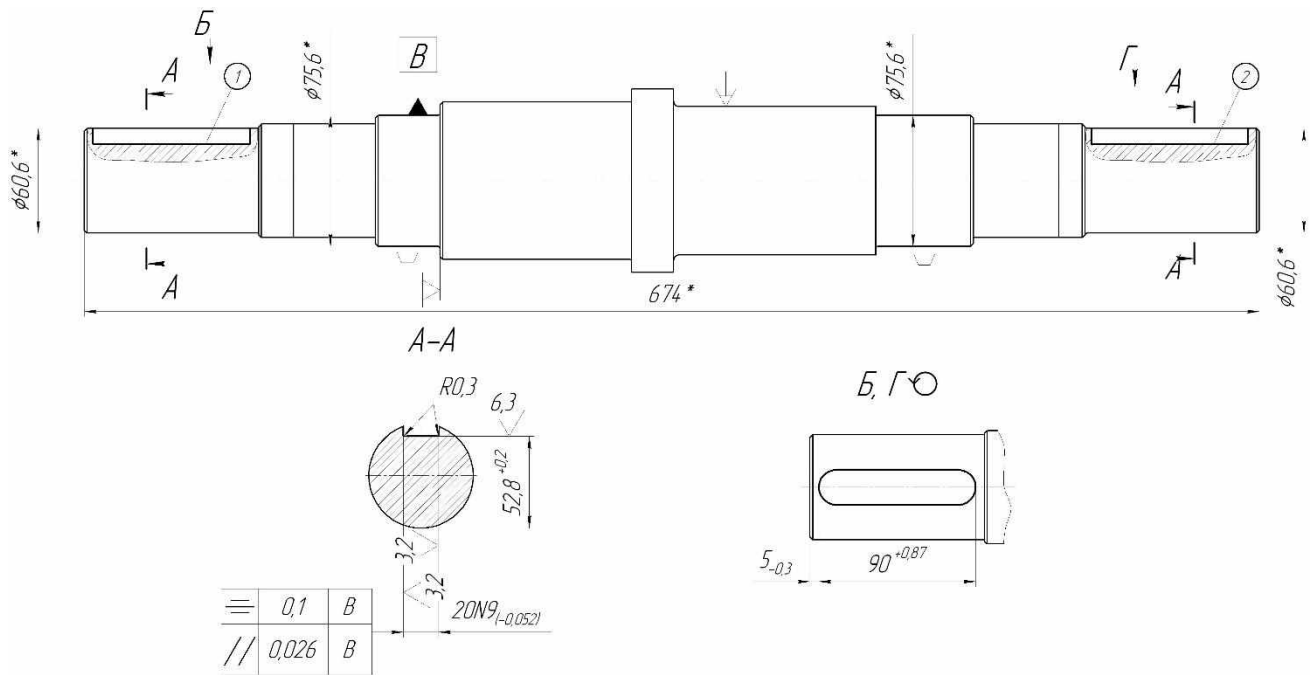


Рис.2.6 – Ескіз обробки деталі на операції 030

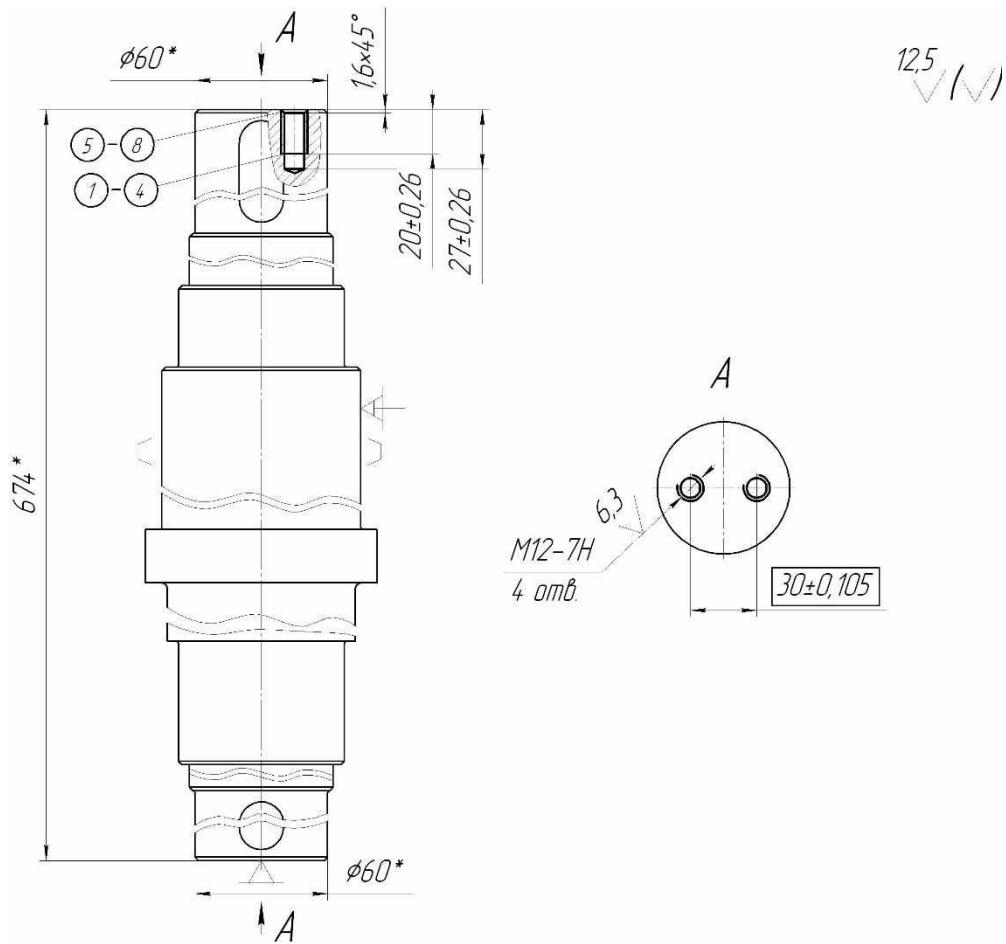


Рис.2.7 – Ескіз обробки деталі, операція 040

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

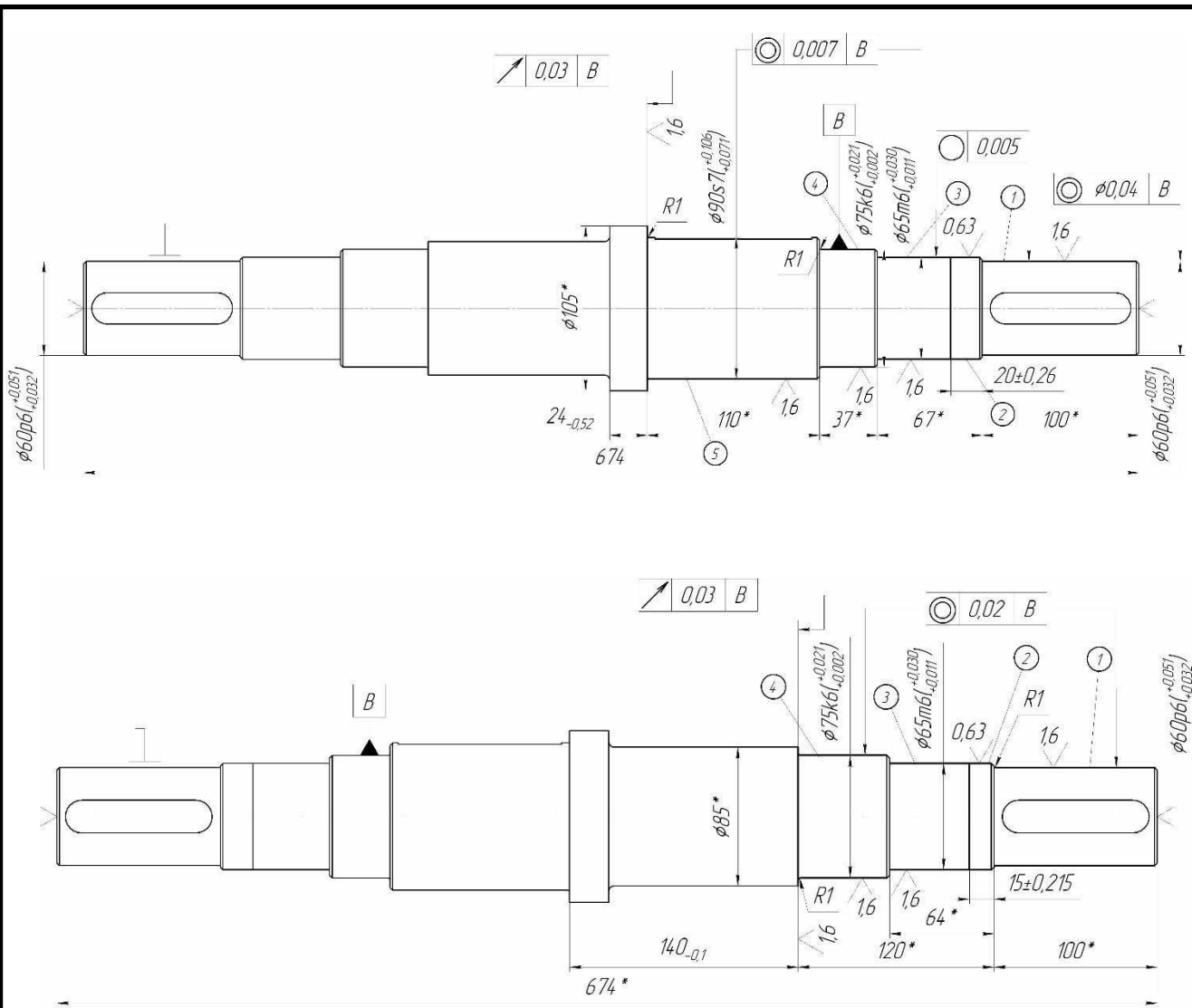


Рис.2.8 – Ескізи обробки деталі, операції 060Б та 060А

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

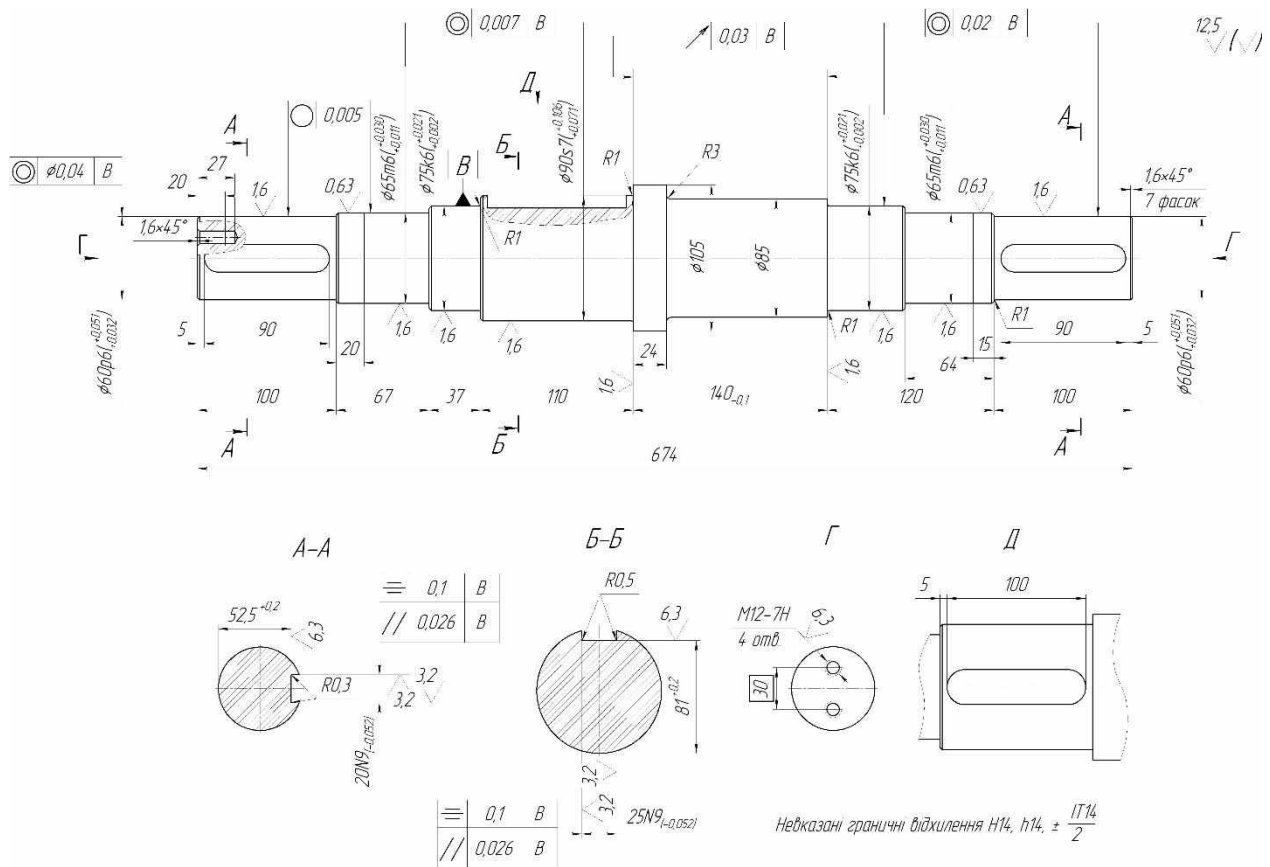


Рис.2.9 – Ескіз обробки деталі, операція 065

2.3. Вибір засобів технологічного оснащення.

Таблиця 2.3 – Опис різальних інструментів для виготовлення вала 1106.03.05.092А

№ операції	Назва операції	
№ переходу	Зміст переходу	Різальний інструмент
1	2	3
005.	Заготівельна	
015.	Токарна.	
1	Точити торець заготовки, витримавши розмір 677.2 витримавши розмір 677мм; 1	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
2	Свердлити центровий отвір $\varnothing 6,3$ мм на довжину 15,36 мм; 2	Свердло спіральне з конічним хвостовиком з швидкорізальної сталі Р6М5; $d=6,3$ мм; $l=81$ мм; $L=162$ мм. Свердло 2301-0023 Р6М5 ГОСТ 10903-73.

Продовження таблиці 2.3

3	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 110$ мм до $\varnothing 62,5_{-0,74}$ на довжину 100мм; 3	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
4	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 110$ мм до $\varnothing 62,5_{-0,74}$ на довжину 64мм; 4	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм, Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
5	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 110$ мм до $\varnothing 77,5_{-0,74}$ витримавши розмір 119,5мм; 5	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80
6	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 110$ мм до $\varnothing 85_{-0,85}$ 116мм; 6	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
7	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 110$ мм до $\varnothing 105_{-0,87}$ на довжину 26мм; 7	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.0
8	Точити торець заготовки, витримавши розмір 674,2; 1	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80..
9	Свердлити центровий отвір $\varnothing 6,3$ мм на довжину 15,36мм; 2	Свердло спіральне з конічним хвостовиком з швидкорізальної сталі Р6М5; $d=6,3$ мм; $l=81$ мм; $L=162$ мм. Свердло 2301-0023 Р6М5 ГОСТ 10903-73.
10	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 110$ мм до $\varnothing 62,5_{-0,74}$ на довжину 100мм; 3	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
11	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 110$ мм до $\varnothing 67,5_{-0,74}$ на довжину 67мм; 4	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
12	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 110$ мм до $\varnothing 77,5_{-0,74}$ на довжину 37мм; 5	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
13	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 110$ мм до $\varnothing 93_{-0,87}$ на довжину 109,5мм; 6	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
020.	Токарна з ЧПК.	

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.3

1.	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 62,5$ мм до $\varnothing 60,6_{-0,12}$ на довжину 100мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b_{xh}=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
2.	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 67,5$ мм до $\varnothing 65,6_{-0,12}$ на довжину 64мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b_{xh}=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
3.	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 77,5$ мм до $\varnothing 75,6_{-0,12}$ на довжину 55,5мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b_{xh}=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
4.	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b_{xh}=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
5.	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b_{xh}=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
6.	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b_{xh}=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
7.	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 62,5$ мм до $\varnothing 60,6_{-0,12}$ на довжину 100мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b_{xh}=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.
8.	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 67,5$ мм до $\varnothing 65,6_{-0,12}$ на довжину 67мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; $\varphi=45^\circ; \varphi_1=45^\circ; \alpha=15^\circ; b_{xh}=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 ВК10 ГОСТ 20872-80.

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.3

9	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 77,5$ мм до $\varnothing 75,6_{-0,12}$ на довжину 37мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву BK10; $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 BK10 ГОСТ 20872-80.
10	Точити заготовку по зовнішній поверхні з $\varnothing 93$ мм до $\varnothing 90,7_{-0,12}$ на довжину 109,5мм; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву BK10; $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 BK10 ГОСТ 20872-80.
11	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву BK10; $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 BK10 ГОСТ 20872-80.
12	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву BK10; $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 BK10 ГОСТ 20872-80.
13	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву BK10; $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 BK10 ГОСТ 20872-80.
14	Точити фаску витримавши розмір $1,9 \times 45^\circ$; різець токарний; повідковий патрон; центр нерухомий; центр рухомий; люнет нерухомий	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву BK10; $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм. Різець 2101-0757 BK10 ГОСТ 20872-80.
025	Вертикально-фрезерна	
	Фрезерувати паз 25N9, витримавши розміри $81,35^{+0,2}$, $5_{-0,3}$, $100^{+0,87}$; фреза	Фреза шпоночна з к/хв. з швидкорізальної сталі P18; $d=25$ мм; $L=45$ мм; $l=9$ мм; $z=2$; $\omega=20^\circ$; $\varphi=90^\circ$; $\varphi_1=3^\circ$; $\gamma=10^\circ$; Фреза 2235-0005 P6M5 ГОСТ 9140-78.
030	Вертикально-фрезерна	
1	Фрезерувати паз 20N9, витримавши розміри $52,8^{+0,2}$, $5_{-0,3}$, $90^{+0,87}$; фреза	Фреза шпоночна з к/хв. з швидкорізальної сталі P18; $d=25$ мм; $L=45$ мм; $l=9$ мм; $z=2$; $\omega=20^\circ$; $\varphi=90^\circ$; $\varphi_1=3^\circ$; $\gamma=10^\circ$; Фреза 2235-0005 P6M5 ГОСТ 9140-78.
2	Фрезерувати паз 20N9, витримавши розміри $52,8^{+0,2}$, $5_{-0,3}$, $90^{+0,87}$; фреза	Фреза шпоночна з к/хв. з швидкорізальної сталі P18; $d=25$ мм; $L=45$ мм; $l=9$ мм; $z=2$; $\omega=20^\circ$; $\varphi=90^\circ$; $\varphi_1=3^\circ$; $\gamma=10^\circ$; Фреза 2235-0005 P6M5 ГОСТ 9140-78.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-57.00.000 ПЗ					

Продовження таблиці 2.3

040	Радіально-свердлильна	
1	Свердлити два отвори $\varnothing 10,2^{+0,36}$ на глибину 27мм; свердло; патрон свердлильний	Свердло спіральне з КХ з швидкорізальної сталі Р6М5; d=10,2 мм; l=87 мм; L=168 мм. Свердло 2301-0023 Р6М5 ГОСТ10903.
2	Зенкувати дві фаски $1,6\times 45^\circ$ на $\varnothing 10,2$	Зенковка 2353-0086 ГОСТ14953; L=56, d=10,2
3	Нарізати різьбу М12-7Н в двох отворах $\varnothing 10,2$ на глибину 20мм	Мітчик М 12 Р6М5, ГОСТ 3266-81
060	Круглошліфувальна	
1	Шліфувати поверхню з $\varnothing 60,6$ мм до $\varnothing 60p6$ на довжину 100мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	груг шліфувальний плоский прямий, білий електрокорунд, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400*40*127; 25А С-63-5К; ГОСТ 4785-81.
2	Шліфувати поверхню з $\varnothing 65,6$ мм до $\varnothing 65m6$ на довжину 20мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	груг шліфувальний плоский прямий, білий електрокорунд, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400*40*127; 25А С-63-5К; ГОСТ 4785-81.
3	Шліфувати поверхню з $\varnothing 65,6$ мм до $\varnothing 60p6$ на довжину 100мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	груг шліфувальний плоский прямий, білий електрокорунд, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400*40*127; 25А С-63-5К; ГОСТ 4785-81.
4	Шліфувати поверхню з $\varnothing 75,6$ мм до $\varnothing 75k6$ на довжину 37мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	груг шліфувальний плоский прямий, білий електрокорунд, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400*40*127; 25А С-63-5К; ГОСТ 4785-81.
5	Шліфувати поверхню з $\varnothing 90,7$ мм до $\varnothing 90s7$ на довжину 110мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	груг шліфувальний плоский прямий, білий електрокорунд, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400*40*127; 25А С-63-5К; ГОСТ 4785-81.
6	Шліфувати поверхню з $\varnothing 60,6$ мм до $\varnothing 60p6$ на довжину 100мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	груг шліфувальний плоский прямий, білий електрокорунд, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400*40*127; 25А С-63-5К; ГОСТ 4785-81.
7	Шліфувати поверхню з $\varnothing 65,6$ мм до $\varnothing 65m6$ на довжину 15мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	груг шліфувальний плоский прямий, білий електрокорунд, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400*40*127; 25А С-63-5К; ГОСТ 4785-81.

					Арк.	
БР.ПМ-57.00.000 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.3

8	Шліфувати поверхню з $\varnothing 65,6\text{мм}$ до $\varnothing 65\text{м}6$ на довжину 49мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	груг шліфувальний плоский прямий, білий електрокорунд, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400*40*127; 25А С-63-5К; ГОСТ 4785-81.
9	Шліфувати поверхню з $\varnothing 75,6\text{мм}$ до $\varnothing 75\text{к}6$ на довжину 56мм; круг шліфувальний; центри верстатні; повідковий патрон	груг шліфувальний плоский прямий, білий електрокорунд, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400*40*127; 25А С-63-5К; ГОСТ 4785-81.

Таблиця 2.4 – Опис металорізальних верстатів виготовлення валу 1106.03.05.092А

№ операції	Назва операції	Обладнання
1	2	3
005.	Заготівельна	прес кривошипний гарячештампувальний
015.	Токарна .	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16Б16Т1: найбільші розміри деталі що встановлюється: діаметр: - над станиною: 320 мм; - над супортом: 125 мм; довжина: 750 мм; потужність приводу: N=7 кВт.
020.	Токарна .	
025.	Вертикально-фрезерна.	Верстат шпонково-фрезерний 692М: конус шпинделя: 7:24; робочий стол 250x1250 мм; відстань від торця шпинделя до стола 85-575 мм; Потужність головного руху: N=1.6 кВт.
030.	Вертикально-фрезерна.	
060.	Круглошліфувальна.	Кругло-шліфувальний верстат 3М150: Найбільші розміри встановлюваної деталі: Діаметр: 100 мм; Довжина: 360 мм; Потужність приводу головного руху: N _{дв} =4 кВт.

2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки

Проводимо визначення припуски на механічну обробку аналітично для поверхні 6 – $\varnothing 60\text{к}6^{+0,021}_{+0,002}$. Вихідні дані: заготовка, отримана на кривошипному гарячештампуальному пресі із масою 1.8 кг.

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

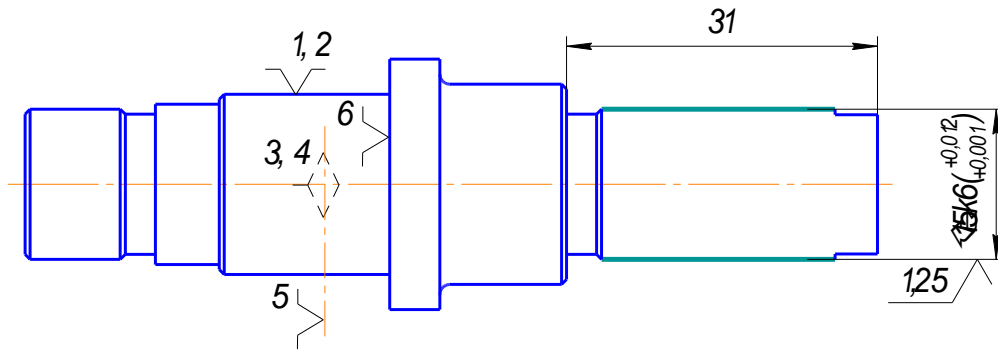


Рис.2.10 – Ескіз на обробку поверхні 6 – Ø 60 k6 $+0,021$ / $+0,002$ вала 1106.03.05.092А

1.Послідовність обробки:чорнове точіння→чистове точіння→чорнове шліфування→чистове шліфування.

Під час обробки деталь встановлюється в патрон поверхнею 14 (подвійна напрямна база) та поверхнею 16 (напрямна база).

2.Мінімальні значення припусків для зовнішньої циліндричної поверхні:

$$2Z^{\min}=2(R_{zi}-1+t_{i-1}+p_{i-1}+E_{yi}), \quad (19)$$

де R – висота мікронерівностей, мкм; t – глибина дефектного шару, мкм; p – просторові відхилення, мкм; e – похибка встановлення заготовки, мкм. Для заготовок отриманих штампуванням за маси до 1.8 кг сумарне значення буде становити: $R_z=150$ мкм; $t=250$ мкм [4].

Таким чином, після:

- чорнового точіння $R_z=55$ мкм; $t=50$ мкм;
- чистового точіння $R_z=28$ мкм; $t=30$ мкм;
- чорнового шліфування $R_z=12$ мкм; $t=20$ мкм;
- чистового шліфування $R_z=6.3$ мкм; $t=15$ мкм; [4].

Сумарне значення просторових відхилень для даної схеми базування:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2}, \quad (20)$$

де $\rho_{зм}^{\square}=0.4$ мм [8] с.184 табл.12, $\rho_{кор}^{\square}=0.51$ мм [8] с.185 табл.13.

Таким чином, після підстановки отримаємо:

$$\rho_z = \sqrt{0,4^2_{\square} + 0,51^2_{\square}} = 0,65 \text{ мм};$$

Похибка установки заготовки згідно [2] с.73:

$$E_y = \sqrt{E_{\delta}^2 + E_z^2 + E_{np}^2} \quad (21)$$

E_{δ} – похибка базування, мкм; E_z – похибка закріплення заготовки в приспособлені, мкм; E_{np} – похибка виготовлення і зносу опорних елементів приспособлення, мкм.

Значення похибок відповідно до [4] становить для:

- базування в самоцентруючому пристрої $E_{\delta}=0$
- закріплення згідно $E_z=90$ мкм;
- виготовлення і зносу опорних елементів пристрою $E_{np}=48$ мкм

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$E_y = \sqrt{0_{\square}^2 + 90_{\square}^2 + 48_{\square}^2} = 102 \text{ мкм} = 0.102 \text{ мм}$$

Проміжні значення просторових відхилень [4] с.73:

$$p_{\text{ост}} = K_y \cdot p_3,$$

де K_y -коефіцієнт уточнення форми;

для чорнового точіння $K_y=0.059$

для чистового точіння $K_y=0.039$

для чорнового шліфування $K_y=0.02$;

після чорнового точ. $p_2=0.059 \cdot 640=37.76\text{мкм}$;

після чистового точ. $p_3=0.039 \cdot 640=24.93\text{мкм}$;

після чорнового шліфування $p_4=0.02 \cdot 640=12.8\text{мкм}$;

Похибка установки заготовки на проміжних переходах:

відповідно [4] с.85 для чистового точення

$$E_2 = 0.05 \cdot E_1 + E_{\text{інд}} \quad (22)$$

Чорнове і чистове точіння проводиться з однієї установки, а похибка індикації $E_{\text{інд}}=0$; $E_2=0.05 \cdot 102=5.1\text{мкм}$;

Для чорнового шліфування відповідно [4]: $E_3=35$ мкм; $E_{np}=50$ мкм. Відповідно після

підстановки отримаємо: $E_y = \sqrt{0_{\square}^2 + 35_{\square}^2 + 50_{\square}^2} = 61 \text{ мкм} = 0.061 \text{ мм}$

Для чистового шліфування згідно [4]: $E_3=25$ мкм; $E_{np}=50$ мкм:

$$E_y = \sqrt{0_{\square}^2 + 25_{\square}^2 + 48_{\square}^2} = 54 \text{ мкм} = 0.054 \text{ мм}$$

Мінімальні значення припусків для:

-чорнового точіння: $2z_{\text{min}1}=2(150+202+642+108)=2204 \text{ мкм}=2.204 \text{ мм}$;

-чистового точіння: $2z_{\text{min}2}=2(52+52+38+5,5)=295 \text{ мкм}=0.295\text{мм}$;

-чорнового шліфування: $2z_{\text{min}3}=2(61+30+25,6+30)=293 \text{ мкм}=0.293\text{мм}$;

-чистового шліфування: $2z_{\text{min}4}=2(15+5+56+12)=170 \text{ мкм}=0.170 \text{ мм}$.

Розрахункові розміри, починаючи з $\varnothing 15\text{k}6_{+0,001}^{+0,012}$, за формулою:

$$d_{pi}=d_{pi+1}+2z_{\text{mini}+1}; \quad (23)$$

-готової поверхні: $d_{p1}=15.002\text{мм}$;

-для чорнового шліфування: $d_{p2}=15.002+0.178=15.180 \text{ мм}$;

-для чистового точіння: $d_{p2}=15,180+0,293=15,473\text{мм}$;

-для чорнового точіння: $d_{p3}=15,473+0,288=15,761 \text{ мм}$;

-для заготовки: $d_{p4}=15.761+2.196=17.957 \text{ мм}$;

Найбільші граничні розміри:

$$d_{\text{max}i}=d_{\text{min}i}+\delta_i \quad (24)$$

– готової поверхні: $d_{\text{max}1}=15.002+0.011=15.013 \text{ мм}$;

– після чорнового шліфування: $\delta_1 = 0.028 \text{ мм} /h8/$;

$d_{\text{max}2}=15.180+0.028=15.208 \text{ мм}$;

– після чистового точіння: $\delta_3 = 0,11 \text{ мм} /h11/$;

$d_{\text{max}3}=15.473+0.11=15.583 \text{ мм}$;

– після чорнового точіння: $\delta_4 = 0.43 \text{ мм} /h14/$;

$d_{\text{max}4}=15.761+0.43=16.191\text{мм}$;

– заготовки: $d_{\text{max}4}=17.957+1.5=19.457 \text{ мм}$;

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Мінімальні граничні значення припусків $Z_{\min}^{пр}$ рівні різниці найменших граничних розмірів попереднього і виконуваного переходів, а максимальні значення $Z_{\max}^{пр}$ – відповідно різниці найбільших розмірів:

- для чистового шліф.:
 $2z_{\min пр1} = 15.180 - 15.001 = 0.181 \text{ мм};$
 $2z_{\max пр1} = 15.208 - 15.013 = 0.195 \text{ мм};$
- для чорнового шліфування:
 $2z_{\min пр1} = 15.473 - 15.180 = 0.293 \text{ мм};$
 $2z_{\max пр1} = 15.583 - 15.208 = 0.375 \text{ мм};$
- для чистового точіння:
 $2z_{\min пр2} = 15.761 - 15.473 = 0.288 \text{ мм};$
 $2z_{\max пр2} = 16.191 - 15.583 = 0.608 \text{ мм};$
- для чорнового точіння:
 $2z_{\min пр3} = 17.957 - 15.761 = 2.196 \text{ мм};$
 $z_{\max пр3} = 19.457 - 16.191 = 3.266 \text{ мм};$

Загальні припуски z_{\min} і z_{\max} визначаєм. як суму проміжних припусків:
 $2z_{\min} = 0.180 + 0.291 + 0.286 + 2.198 = 2.955 \text{ мм};$
 $2z_{\max} = 0.192 + 0.378 + 0.605 + 3.269 = 4.444 \text{ мм};$
загальний номінальний припуск:

$$2z_{\text{зоном}} = 2z_{\min} + Hd_3 - Hd_d, \quad (25)$$

Hd_3 і Hd_d – нижні відхилення по розмірах на заготовку і готову поверхню;

$$2z_{\text{зоном}} = 2,955 + 0,5 - (-0,001) = 3,458 \text{ мм};$$

$$d_{\text{зоном}} = d_{\text{дном}} + 2z_{\text{зоном}} = 15 + 3,458 = 18,458 \text{ мм};$$

Перевірка правильності виконаних розрахунків:

$$2z_{\max пр1} - 2z_{\min пр1} = 0.195 - 0.181 = 0.014; \quad \delta_2 - \delta_1 = 0.027 - 0.013 = 0.016;$$

$$2z_{\max пр2} - 2z_{\min пр2} = 0.375 - 0.293 = 0.082; \quad \delta_3 - \delta_2 = 0.055 - 0.027 = 0.082;$$

$$2z_{\max пр3} - 2z_{\min пр3} = 0.608 - 0.288 = 0.32; \quad \delta_4 - \delta_3 = 0.375 - 0.055 = 0.32;$$

$$2z_{\max пр4} - 2z_{\min пр4} = 3.266 - 2.196 = 1.07; \quad \delta_4 - \delta_3 = 1.445 - 0.375 = 1.07;$$

Результати розрахунку припусків і допусків на поверхню $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$ у таблиці 2.5.

На основі даних розрахунків будуєм схему графічних розташувань допусків та припусків на обробку $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$, (див. рис. 11).

Таблиця 2.5 – розрахунок припусків на мех. обробку поверхні $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$

Технол. переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				$2Z_{\min}$, мм	d_p , мм	δ , мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	Rz	T	ρ	E				dmin	dmax	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	150	200	640			17.956	1.5	17.956	19.4568		
Точіння:											
-чорнове	50	50	38.2	106	2·1.096	15.761	0.43	15.76	16.19	2·1.098	2·1.633
-чистове	30	30	25.4	5.2	2·0.142	15.470	0.09	15.470	15.580	2·0.142	2·0.302
Шліфування:											
-чорнове	10	20	12.8	60	2·0.144	15.177	0.025	15.176	15.204	2·0.144	2·0.186
-чистове	5	15	0	54	2·0.085	15.002	0.009	15.002	15.011	2·0.087	2·0.096

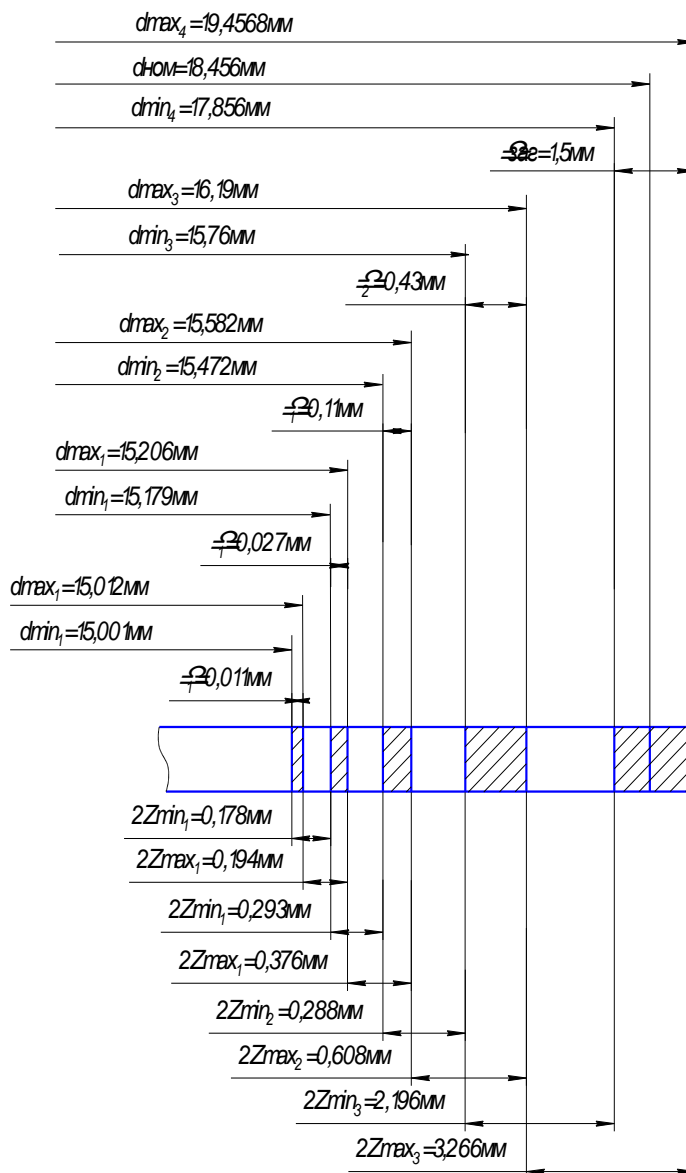


Рис.2.11 – Схема розташування припусків та допусків на оброблення $\text{Ø}15\text{k}6^{+0,012}_{+0,001}$

На інші поверхні припуски і допуски призначаємо згідно з даними наведеними довідковій літературі [7].

Таблиця 2.6 – табличні припуски на розміри вала 1106.03.05.092A

№пов.	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1, 2	15IS14(± 0.21)	8	0.18
3, 4, 22	95h14(-0.87)	2·1.8	0.88
5	$\text{Ø}12\text{H}14^{+0.36}$	2·4.8	0.38
6	$\text{Ø}25\text{k}6^{+0,012}_{+0,001}$	2·	0.012
7, 8	6H14($+0.25$)	1	0.25
9	51IS14(± 0.26)	1.7	0.52
10	0.5×45°	0.5	0.1
11	$\text{Ø}20\text{h}14^{(-0.43)}$	2·1.6	0.43
12	R1	2	0.25

Продовження таблиці 2.6

13, 15, 27, 28	5H14(+0.3)	1.6	0.3
14	Ø24H14(+0.43)	2·1.6	0.43
16	Ø20K7 ^{+0,006} _{+0,012}	2·1.9	0.018
17	22IS14(±0.21)	1.6	0.52
18	43IS14(±0.26)	1.7	0.52
21, 22	0.6×45°	0.5	0.1
24	Ø18e8 ^{-0,032} _{-0,059}	2·1.9	0.027
25	0.5×45°	0.5	0.1
26	15.5 _{-0.1}	3.5	0.1
29, 30	R3	2·5	0.25
31-34	R0.6	0.5	0.1
35-38	8H11(+0.075)	6	0.08

2.5. Визначення режимів різання

Проводимо розрахунок режимів різання із використанням аналітично-розрахункового методом на чорнове точіння поверхні 2 – Ø13k6^{+0,012}_{+0,001} до Ø16,19h14(0.43).

Вихідні дані: обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16Б16Т1;

- інструмент: різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10:

Різець 2101-0757 ВК10 ДСТУ 20872-80. геометричні параметри: φ=93°; φ₁=45°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм;

матеріал деталі Сталь 45 ДСТУ 1050-87; НВ 240; Ов=611 мПа; От=360 мПа;

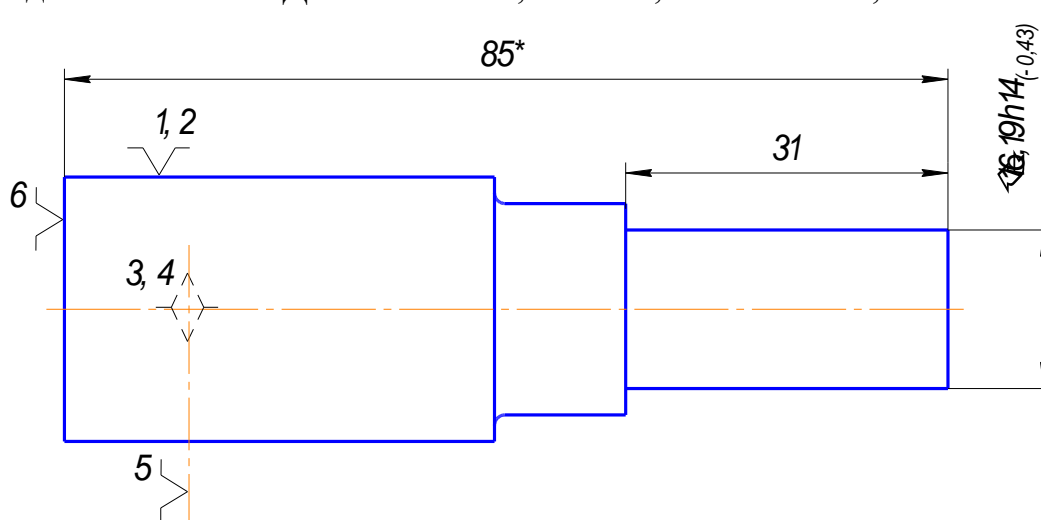


Рис.2.12 – ескіз на обробку поверхні 2 – Ø13k6^{+0,012}_{+0,001} вала 1106.03.05.092А

					Арк.
БР.ПМ-57.00.000 ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

1) Довжина оброблювання $l=33\text{мм}$; 2) Глибина різання $t=h=2.63\text{мм}$; 3) Подача: згідно [6] $S=0.3\text{ мм/об}$; 4) Період стійкості різальної пластини: $T=60\text{ хв}$; ([6] с. 268); 5) Швидкість різання під час точіння:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (26)$$

де $C_v = 351$ – показник степеню; $m = 0.19$ – показник степеню; $x = 0.16$ – показник степеню; $y = 0.36$ – показник степеню; K_v – поправочний коефіцієнт на швидкість різання ([6] ст. 269):

$$K_v = K_M \cdot K_n \cdot K_r \cdot K_i \cdot K_f \cdot K_\phi \cdot K_{\phi 1}$$

де K_M – коефіцієнт, який враховує рівень оброблюв. матеріалу; K_i – коефіцієнт, що враховує тип інструментального матеріалу; K_n – коефіцієнт, який враховує стан оброблюваної поверхні; K_r – коефіцієнт, що враховує радіус при вершині різальної пластини; K_ϕ – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані; $K_{\phi 1}$ – коефіцієнт, який враховує допоміж. кут в плані;

$$K_r = n_v = 1 \text{ – показник степеню;} \quad (27)$$

$$K_M = K_r \cdot \left(\frac{750}{G\sigma}\right)^{n_v} = 1 \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1.23;$$

$\sigma_B=609\text{ МПа}$ – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал. $K_n=1$; $K_i=0.65$; $K_r=0.94$, $K_\phi=1$, $K_{\phi 1}=0.97$; $K_v = 1.23 \cdot 1 \cdot 0.65 \cdot 0.94 \cdot 1 \cdot 0.97 = 0.728$ ([6] с.263);

$$V = \frac{350 \cdot 1,12}{60^{0,2} \cdot 1,63^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 145.8 \text{ м/хв}$$

Частота обертів шпинделя, яка відповідає швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}; \quad (28)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 145,8}{3,14 \cdot 19,5} = 2365 \text{ хв}^{-1}.$$

Коректуємо частоту обертання згідно із паспортними даними верстату $n=2000\text{хв}^{-1}$;

Дійсна подача $S_{хв}=S_o \cdot n$, мм/хв, після підстановки даних отримаємо:

$$S_{хв}=0.4 \cdot 2000=800 \text{ мм/хв.}$$

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв;} \quad (29)$$

$$V = \frac{3.14 \cdot 19.5 \cdot 2000}{1000} = 122.5 \text{ м/хв;}.$$

Паспортні дані верстата, при безступінчатому регулюванні подач, встановлюють подачу: $S_o=0,4\text{ мм/об}$; $S_{хв}=800\text{ мм/хв}$;

сила різання:

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

де $C_p = 300$ – коефіцієнт; $x = 1$ – показник степеня; $y = 0.76$ – показник степеня; $n = 0.16$ – показник степеня ([6] с. 274).

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p}, \quad (30)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_\sigma}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0.75} = 0.86, \quad (31)$$

де $n = 0.75$ – показник степеня; $K_{\phi p} = 1$; $K_{\gamma p} = 1,1$; $K_{\lambda p} = 1$; $K_{r p} = 0,93$ ([6] с. 275, табл. 23). $K_p = 0.86 \cdot 1 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0.88$;

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1.63^1 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 122.5^{-0.15} \cdot 0.88 = 1042.73 \text{ Н};$$

					Арк.
					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_{\text{різ}} = Pz \cdot V / 1020 \cdot 60 = 1042.73 \cdot 122.46 / 1020 \cdot 60 = 2.31 \text{ кВт}; \quad (32)$$

Згідно знайденої потужності різання, проводим перевірку потужності верстата за умовою: $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \quad (33)$$

де $N_{\text{шп}}$ – потужність на шпинделі, кВт; $N_{\text{дв}}$ - потужність двигуна, кВт; η - ККД верстату. Згідно з паспортом верстату 16Б16Т1 дані мають наступні величини $N=7.1$ кВт; $\eta = 0.75$; $N_{\text{шп}}=7.1 \cdot 0.75=5.25$ кВт. У даному випадку $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$ ($2.31 < 5.25$), потужність верстата достатня для механічної обробки на даних режимах; Основний (машинний) час становить:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_o \cdot n}, \text{ хв}; \quad (34)$$

$L_{\text{р.х.}}$ – довжина роб. ходу інструменту, мм;

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{різ}} + l_1 + l_2, \quad (35)$$

де $l_{\text{різ}}$ - довжина оброблюваної поверхні, мм; $l_{\text{різ}}=33$ мм; l_1+l_2 -величина врізання і перебігу інструменту, мм; Згідно з даними [7], $l_1+l_2=3$ мм; $L=33+3=36$ мм.

$$T_o = \frac{36}{800} = 0.045 \text{ хв};$$

На решту переходів, режими різання, рахуєм табличним методом згідно [10]:

Операція 010. Токарна.

Свердління отвору 6 до Ø9мм:

Обладнання: токарно-гвинторізний верстат 16Б16Т1;

Інструмент: свердло (Ø9) 2301-0023 Р6М5 ДСТУ 886-77; матеріал – швидкорізальна сталь Р6М5; $L=176$ мм; $l=116$ мм; матеріал деталі сталь 45 ДСТУ 1050-88; НВ 280; $O_v=610$ мПа; $O_t=360$ мПа;

1) Довжина робочого ходу інструменту:

$$L = l + \Delta + y, \quad (36)$$

де $l=21$ мм - довжина оброблюваної поверхні, мм; Δ і y – величина врізання і перебігу інструменту, мм; відповідно [8] при свердлінні глухого отвору Ø9мм.

$$\Delta + y = 4 \text{ мм};$$

$$L = 21 + 4 = 25 \text{ мм};$$

2) глибина різання $t=4.6$ мм;

3) подача на оберт шпинделя згідно [10]: $S_o=0.21$ мм/об;

4) стійкість свердла згідно з [10] становить $T = 21$ хв;

5) швидкість різання: згідно [10]: $V=18$ м/хв.

Поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (37)$$

де K_1 – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал, K_2 – коефіцієнт, який враховує тип інструментального матеріал, K_3 – коефіцієнт, який враховує довжину отвору. Для сталі НВ 280, $K_1 = 0.9$, $K_2 = 1.3$, $K_3 = 1$ [10]. Відповідно після підстановки даних $K_v = 0.9 \cdot 1.3 \cdot 1 = 1.17$; $V=17 \cdot 1.13=19.2$ м/хв.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

б) Частота обертів шпінделя, що відповідає розрахованій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19,2}{3,14 \cdot 9} = 679,7 \text{ хв}^{-1}.$$

Згідно з паспортними даних верстату приймаємо $n=630 \text{ хв}^{-1}$;

7) Дійсна швидкість різання $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 630}{1000} = 17,8 \text{ м/хв}$

8) Хвилинна подача: $S_{\text{хв}} = S_0 \cdot n = 0,22 \cdot 630 = 138,4 \text{ мм/хв.}$;

Згідно паспортних даних верстата при безступінчастому регулюванні подачі приймаємо $S_{\text{хв}} = 138 \text{ мм/хв.}$;

9) Потужність процесу різання відповідно до [10]:

$$N_p = N_{\text{табл}} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000} \quad (38)$$

$N_{\text{табл}} = 0,94 \text{ кВт}$; $K_N = 1$ [10];

$$N_p = 0,94 \cdot 1 \cdot \frac{630}{1000} = 0,59 \text{ кВт}$$

Відповідно до розрахованої потужності різання, визначаємо достатність потужності приводу головного руху верстата за умовою: $N \leq N_{\text{шп}}$, тут $N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta$, кВт, $N_{\text{шп}}$ -потужність шпінделя верстата; $N_{\text{дв}}$ – потужність головного приводу верстата; η – ККД верстата. Відповідно паспортних даних 16Б16Т1 $N = 7,2 \text{ кВт}$; $\eta = 0,75$; $N_{\text{шп}} = 7,2 \cdot 0,75 = 5,4 \text{ кВт}$; в даному випадку $N_p < N_{\text{шп}}$ ($0,59 < 5,4$). Виходячи з цього потужність даного верстату є достатньою для обробки на даних режимах.

Основний (машинний) час: $T_o = \frac{L \cdot i}{S}$; L – довжина робочого ходу, мм; $i = 4$ – кількість проходів;

S -хвилинна подача, мм/хв. Відповідно після підстановки даних отримаємо:

$$T_o = \frac{24 \cdot 1}{138} = 0,17 \text{ хв.}$$

Результати визначення режимів різання наведено у таблиці 2.7.

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7 – зведена таблиця режимів різання і норм часу на технологічний процес механічної обробки вала 1106.03.05.092А

Номер, назва і зміст операції, переходу	Розміри поверхні		Режими різання						Норми часу				
	D/B	L	t	S ₀	V _H	V	n	N	T ₀	T _д	T _{шт}	T _{пз}	
	мм			мм/об	м/хв		хв ⁻¹	кВт	хв				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
005. Заготівельна.													
010. Токарна з ЧПК. 1)Підрізати торець 3, 4;	18	9.7	1.6	0.4	144.47	122.25	2000	2.1	0.015				
2)Точити повер. 6, 9, 11	18 24.2 29.2	31.5 11.4 2.5	1.7 1.7 1.7	0.4 0.4 0.5	144.47 146 146	122.25 116.6 141.7	2000 1700 1700	2.1 1.6 1.6	0.04 0.016 0.004				
12, 13 начорно; 3)Точити поверхню 14;	30.2	5	1.6	0.4	145	142.7	1700	1.6	0.011	0.45	0.98	<u>45</u> 395	
4)Точити поверхні 6, 9, 10 начисто;	17.19 22	31 1.9	0.3 0.5	0.25 0.25	235 235	101.7 125.6	2000 2000	0.4 0.6	0.075 0.005				
5)Точити поверхні 7, 24;	17.18	1	3	0.1	170	101.7	2000	1.4	0.015				
6)Свердлити отвір 5;	10	20	4.5	0.22	19.21	17.8	630	0.59	0.17				
015. Токарно-гвинторізна. 1)Підрізати торець 20;	18	9.5	2.7	0.4	144.8	122.5	2000	2.1	0.05				
2)Точити поверхні 19, 18, 24, 17, 16, 15;	18 18.8 22.8 26	13.5 14 19 4	1.6 1.6 1.6 1.2	0.4 0.4 0.4 0.4	144.8 145 145 145	122.5 124.4 136.9 125.6	2000 2000 2000 1600	2.08 2.1 2.3 1.8	0.06 0.08 0.02 0.005	0.49	0.86	<u>45</u> 395	
4)Точити поверхні 19, 18, 24, 17, 16, 15 начисто;	17.19 17.9 18 25	14 14 19 4	0.3 0.3 0.3 0.5	0.25 0.25 0.25 0.25	225 225 225 225	101.7 106.1 119.2 157	2000 2000 2000 2000	0.4 0.5 0.6 0.8	0.03 0.03 0.04 0.01				
5)Точити поверхні 7, 24;	17.1	2	3	0.1	170	101.7	2000	1.4	0.02				
020. Шпоночно-фрезерна. Фрезерувати поверхні 26-30.	9	9	0.3	0.2	20.71	18.84	1000	0.02	0.52	0.22	0.794	<u>23</u> 395	
025. Горизонтально-фрезерна. Фрезерувати поверхні 1-2; 35-38.	73	16.6	7	1	65	62.3	315	1.4	0.12	0.21	0.38	<u>23</u> 395	

Продовження таблиці 2.7

030. Кругло-шліфувальна. 1)Шліфувати поверхню начорно;	6	16.58	33	0.14	0.02	50 м/с	34.9 м/с	1670	2.4	1.4	1.1	2.61	<u>30</u> 395
035. Кругло-шліфувальна. 1)Шліфувати поверхню 16;		17.4	18	0.2	0.02	50 м/с	34.9 м/с	1670	2.7	0.8			
2)Шліфувати поверхню 24;		17.34	13.5	0.15	0.02	50 м/с	34.9 м/с	1670	2.5	0.6	1.6	3.84	<u>31</u> 395
3)Шліфувати поверхню начорно;	19	16.58	15	0.14	0.02	50 м/с	34.9 м/с	1670	2.4	0.6			
040. Кругло-шліфувальна. 1)Шліфувати поверхню начисто;	6	16.2	33	0.1	0.01	50	49.19 м/с	2350	1.8	3.1	1.2	4.62	<u>30</u> 395
045. Кругло-шліфувальна. 1)Шліфувати поверхню начисто;	19	16.2	14	0.1	0.01	50	49.19 м/с	2350	1.8	1.4	1.2	2.8	<u>30</u> 395

2.6. Нормування технологічних операцій.

Операція 010. Токарна

Вихідні дані:

- обладнання: токарно-гвинторізний верстат з мод. 16Б16Т1;

Найбільші розміри встановлюваної деталі:

діаметр:

- над станиною: 320 мм; над супортом: 125 мм;

довжина: 750 мм.

1) Основний час $T_0=0.016+0.04+0.016+0.004+0.011+0.066+0.005+0.015+0.17=0.343$ хв;

2) Підготовчий та заключний час згідно з даними [4]: встановлення пристрою на верстаті – 20 хв;

встановлення інструментів в інструментальний магазин у кількості 4 штук – 13 хв;

одержання інструменту, оснастки і повернення його в кінці обробки деталей – 11 хв;

встановлення керуючої програми – 4 хв. Після підстановки даних отримаємо:

$$T_{п.з.}=20+13+11+3=47 \text{ хв};$$

3) Час на перевстановлення деталі:

При встановленні в трикулачковий патрон з гвинтовим затисканням деталі масою 1.8 кг: $T_{вст}+T_{зо}=0.06$ хв [4] с.197.

4) Час керування верстатом: включення верстату 0.01 хв; [4], заміна інструменту в магазині $0.03 \cdot 5=0.15$ хв; [4]; переміщення інструменту відносно деталі: $0.03 \cdot 5=0.15$ хв: $T_{кер}=0.01+0.15+0.15=0.31$ хв.

5) Час для вимірювання:

														Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										

БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

При вимірюванні скобою розміру $\emptyset 16.58h11(-0,11)$ $t_1=0.03$ хв, $\emptyset 22h14(-0,43)$ $t_2=0.02$ хв [4], штангенциркулем розмірів 33 ± 0.26 $t_3=0.07$ хв, 8 ± 0.18 $t_4=0.05$ хв, 22 ± 0.21 $t_5=0.06$ хв, шаблоном канавки $4^{+0,3}$ $t_6=0.04$ хв [4 с.208].

При вимірюванні 50 % деталей: $T_{вим} = \frac{(0,03+0,02+0,07+0,05+0,06+0,04) \cdot 50}{100} = 0.18$ хв;

6) Допоміжний час:

$$T_{доп} = T_{ус} + T_{зо} + T_{кер} + T_{вим}, \text{ хв.} \quad (39)$$

Після підстановки отримаємо:

$$T_{доп} = 0.06 + 0.31 + 0.16 = 0.56 \text{ хв.}$$

7) Оперативний час:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{доп}, \text{ хв.} \quad (40)$$

Після підстановки отримаємо:

$$T_{оп} = 0.341 + 0.56 = 0.881 \text{ хв.};$$

8) Час на тех.обслуговування робочого місця: $t_{зм} = 6$ [4 с.208].

$$T_{тех} = \frac{T_o \cdot t_{зм}}{T}, \quad (41)$$

T-період стійкості: $T_{тех} = \frac{0.341 \cdot 6}{60} = 0.034$ хв;

9) Час на обслуговування робочого місця [4 с.223] :

$$T_{орг} = \frac{1,4 \cdot T_{оп}}{100} = \frac{1,4 \cdot 0,791}{100} = 0,01 \text{ хв.} \quad (42)$$

10) Час для відпочинку [4 с.204]:

$$T_{відп} = \frac{4 \cdot T_{оп}}{100} = \frac{4 \cdot 0.341}{100} = 0.14 \text{ хв.}; \quad (43)$$

11) Штучний час:

$$T_{шт} = T_o + T_{доп} + T_{об} + T_{відп}, \text{ хв.}; \quad (44)$$

Після підстановки отримаємо:

$$T_{шт} = 0.34 + 0.44 + 0.02 + 0.02 + 0.18 = 0.96 \text{ хв.};$$

12) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{ш}}{n} + T_{шт.}, \text{ хв.}; \quad (45)$$

Після підстановки отримаємо:

$$T_{шт.к.} = \frac{45}{395} + 0.96 = 1.07 \text{ хв.};$$

2.7. Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу.

1) Коефіцієнт використання сталі: $K_{мбаз} = 0.48$; $K_{мпр} = 0.715$.

2) Планова річна економія основного матеріалу, кг:

$$E_m = M_d \cdot N \cdot (K_{мпр}^{-1} - K_{мбаз}^{-1}) \quad (46)$$

Після підстановки отримаємо:

$$E_m = 0.2 \cdot 8295 \cdot (0.715 - 0.48) = 389.865$$

3) Трудомісткість процесу, визначена за штучним часом:

$$\sum T_{шт.баз.} = 22.33 \text{ хв.}; \quad \sum T_{шт.пр.} = 16.724 \text{ хв.};$$

4) Планова річна економія часу:

$$E_T = (\sum T_{шт.баз.} - \sum T_{шт.пр.}) \cdot N, \text{ хв.}; \quad (47)$$

Після підстановки отримаємо:

$$E_T = (22.33 - 16.724) \cdot 8295 = 46502 \text{ хв.}; \quad E_T = 775 \text{ год.};$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом:

$$K_o = \frac{\sum T_o}{\sum T_{um}} \quad (48)$$

$$K_{обаз} = \frac{10.08}{22.33} = 0.47;$$

$$K_{онр} = \frac{7.946}{16.724} = 0.50;$$

6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю:

$$K_n = \frac{\sum N_p}{\sum N_e} \quad (49)$$

$$K_{нбаз} = \frac{2.5 + 2.3 + 2.1 + 2.6 + 1.7 + 1.1 + 2.4 + 1.4 + 1.8 + 2.7 + 1.8}{6.5 + 10 + 10 + 10 + 10 + 7.5 + 7.5 + 7.5 + 7.5 + 7.5 + 7.5} = 0.23;$$

$$K_{нпр} = \frac{2.3 + 2.1 + 0.028 + 2.4 + 1.4 + 2.7 + 1.8 + 1.8}{7.1 + 7.1 + 1.4 + 5.5 + 4 + 4 + 4 + 4} = 0.38;$$

Таблиця 2.8 – Порівняння варіантів технологічного процесу механічної обробки вала 1106.03.05.092А

Найменування показників	базовий варіант	проектний варіант
1) Коефіцієнт використання матеріалу Кв.м.	0.48	0.715
2) Планова річна економія основного матеріалу Ем, кг	-	389.865
3) Трудомісткість процесу за штучним часом $\sum T_{шт}$	22.33	16.724
4) Планова річна економія часу Ет, год	-	775
5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом К _о	0.47	0.50
6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю К _н	0.23	0.38

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Проектування технологічної оснастки

3.1. Пристрій для механічної обробки.

3.1.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Початкові дані:

Пристрій призначений для фрезерування паза $25P9_{-0,074}^{-0,022}$; $100H14^{(+0,87)}$, на валі 1106.03.05.092А.

Верстат: шпоночно-фрезерний моделі 692М. Інструмент: фреза шпоночна з швидкорізальної сталі Р6М5: Фреза 2234-0101 сталь Р6М5 ДСТУ 6396-68;

Схему встановлення заготовки показано на рис.3.1.

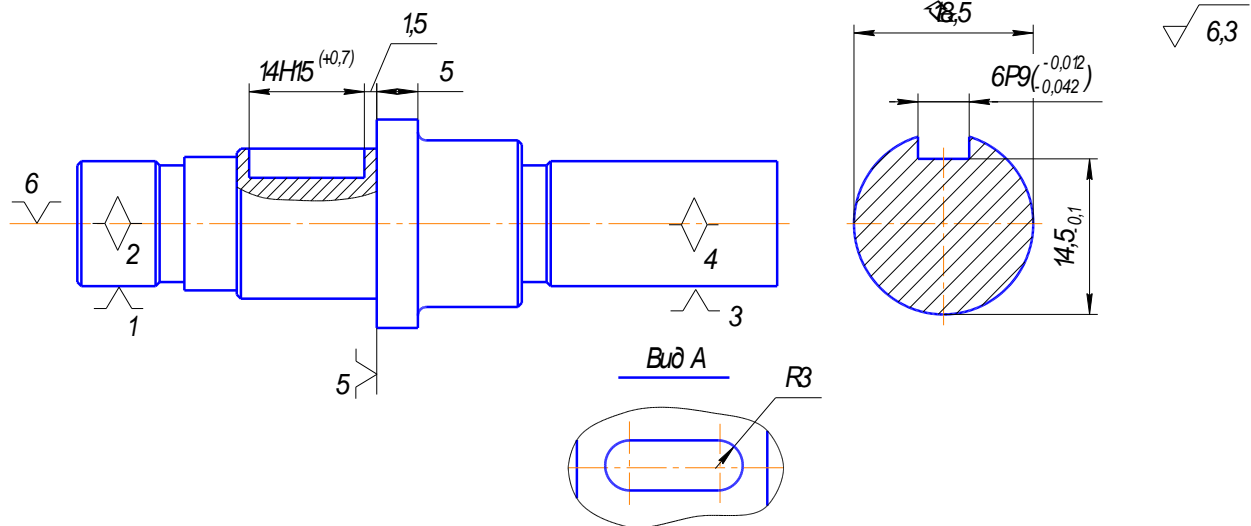


Рис.3.1 – Ескіз на фрезерування паза $25P9_{-0,074}^{-0,022}$ валу 1106.03.05.092А

Пристрій призначений для закріплення вала 1106.03.05.092А під час фрезерування паза $25P9$ на шпоночно-фрезерному верстаті 692М. Пристрій встановлюється плитою (1), на столі верстату. Положення пристрою фіксується за допомогою напрямних шпонок, які встановлені в пази плити (1) і стола верстата з посадкою $19 \frac{H8}{g8}$, та закріплюються до плити гвинтами (14) та з шайбами (29). Плита кріпиться до стола верстата болтами (15), гайками (22) і шайбами (33). На плиті встановлено корпус (2), що закріплюється до плити гвинтами (19) з шайбами (32), штифтами (39). Пневмоциліндр кріпиться через фланець (8) болтами (14) і шайбами (32). Кран розподільчий (43) кріпиться гвинтами (20) і шайбами (33).

На корпусі (2) встановлені призми (30), які кріпляться гвинтами (19) з шайбами (32) і штифтами (39). Упор (6) кріпиться до корпусу гвинтом (17) з шайбою (31) і штифтами (38). Кронштейн 4 кріпиться до корпусу болтами (14) з шайбами (32). Прижим (41) кріпиться гвинтом (18) з шайбою (32) і штифтами (39). Через вісь (7) з кільцем (29) на кронштейні встановлений прихват (5), який з'єднаний з штоком пневмоциліндра віссю (7) з кільцем (29).

Пневмоциліндр складається із корпусу (9), задньої (11) та передньої кришки (10), а також фланця (8), що з'єднуються шпильками (36) із гайками (21) та шайбами (32). Поршень (12) та шток (13) з'єднані за допомогою гайок (23) і шайб (35). У пазаї штоку встановлено ущільнення (26), призначені для герметизації поршня і штоку. Між поршнем і корпусом, встановлено ущільнення у канавках кришок та

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

поршня. Між передньою кришкою та штоком у канавках отвору кришки встановлено ущільнювальні кільця (27). Для передавання стисненого повітря передбачено спряження штуцер (39), що з'єднано з рукавами (43) та закріплено в отворах пневматичного циліндра і розподільчого крану.

Пристрій працює наступним чином: Деталь жорстко закріплюється на призмі д торцем Ø20 мм до упору (5). Під час повороту важеля розподільчого крану за годинниковою стрілкою повітря під тиском передається у робочий простір пневмоциліндра. Під час цього поршень із штоком переміщуються вгору, притискаючи прихоплювач (4) до валу, що забезпечує його затискання. Під час повертання важеля проти годинникової стрілки повітря під тиском подається в робочу камеру пневмоциліндру. Поршень з штоком переміщуються вниз та відводять прихоплювач від валу, що веде до його вивільнення.

Коефіцієнт використання стандартних або уніфікованих деталей і вузлів у пристрої визначається за формулою, %:

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \quad (50)$$

де $\sum_{\text{заг}}$ – загальна кількість складових частин пристрою ($\sum_{\text{заг}}=43$ шт), $\sum_{\text{о}}$ – кількість оригінальних деталей і вузлів ($\sum_{\text{о}}=13$ шт).

$$K_{\text{пр}} = [(43-13)/43] \cdot 100 \% = 70.01$$

3.1.2. Визначення діючих сил.

1) Для того щоб, скласти рівняння рівноваги, складаємо схему розрахунку закріплення в пристрої, де вказуємо реактивні та активні сили, діючі на деталь у процесі обробки, що показано на рисунку 3.2.

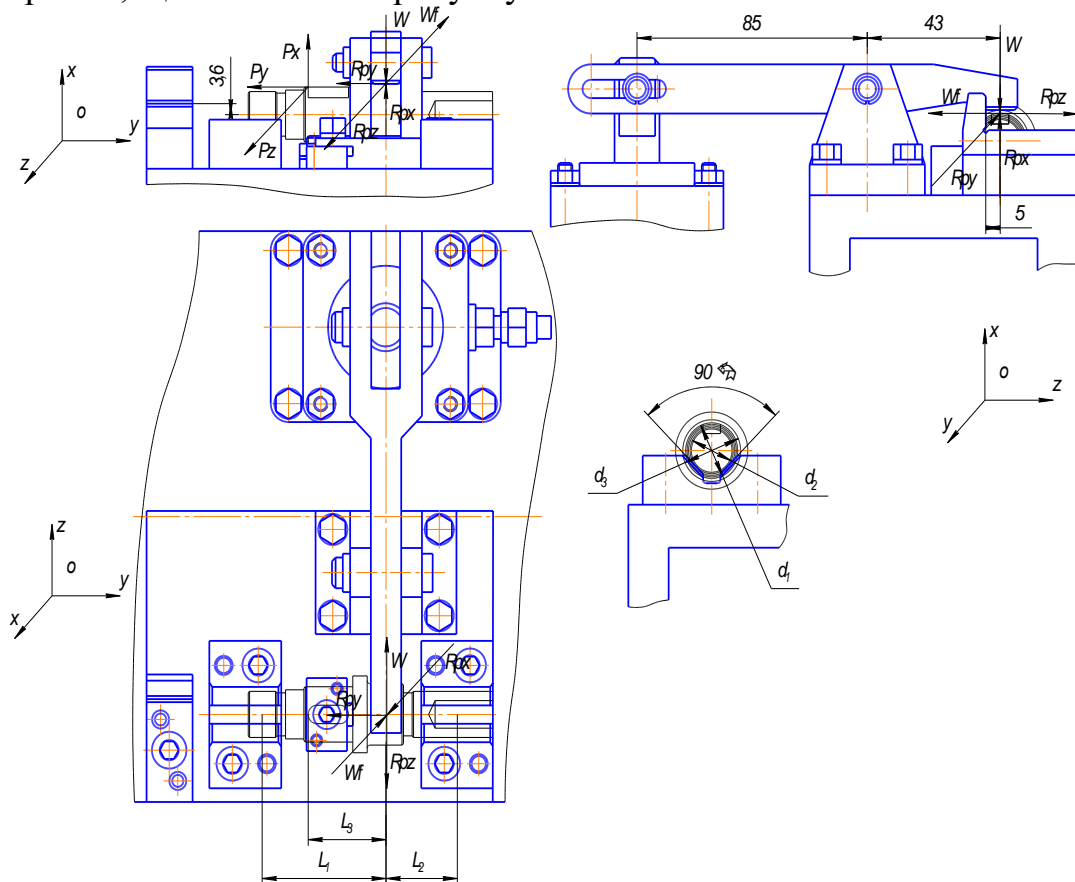


Рис.3.2 – Схема визначення дії зусиль на вал під час фрезерування пазів

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$d_1=19.5$ мм $d_2=16.58$ мм; $d_3=21$ мм; $L_1=44$ мм; $L_2=26$ мм; $L_3=28$ мм

1. Проекції всіх зусиль на вісь X становить: $\Sigma P_x = P_x - W$;
2. Проекції всіх зусиль на вісь Y становить: $\Sigma P_y = P_y - W \cdot f$;
3. $\Sigma M_o = P_z \cdot 0,5d_1 - W \cdot f \cdot 0,5d_3$;
4. Рівняння рівноваги даної системи сил:

$$W - P_x - \frac{P_y}{f} - \frac{P_z \cdot d_1}{d_3 \cdot f} = 0, \quad (51)$$

де P_z – сила різання, Н; d_1 – діаметр, де розташований паз, мм, d_2 – діаметр поверхні, за якою базується деталь, мм, d_3 – діаметр поверхні, за якою проходить затискання деталі, мм, f_1 та f_2 – коефіцієнти тертя ковзання спокою між поверхнями валу, затискачів та кріпильних елементів пристрою, R_{px} – реакція осьової складової зусилля різання, (Н), R_{py} – реакція радіальної складової зусилля різання, (Н). α – кут робочих поверхонь призми, ($^\circ$).

$$P_z = 90.57 \text{ Н}; \quad (52)$$

Відповідно до [6] с.292.: $P_x = 0.3 \cdot P_z \cdot \text{tg} \omega = 0.3 \cdot 90.57 \cdot \text{tg}(50^\circ) = 32.38 \text{ Н}$, $\omega = 50^\circ$ – кут підняття гвинтової лінії зубів фрези; $P_y = 0.5 \cdot P_z = 0.5 \cdot 90.57 = 45.29 \text{ Н}$ P_z – радіальна сила різання, Н. Із урахуванням коефіцієнту запасу, необхідне зусилля притискання буде визначатись формулою:

$$W = k \left[P_x - \frac{P_y}{f} - \frac{P_z \cdot d_1}{d_3 \cdot f} \right], \quad (53)$$

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (54)$$

де k_0 – коефіцієнт запасу, k_1 – коефіцієнт, який визначає зростання сил різання через нерівності на поверхні яка піддається обробці; k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання за рахунок затуплення робочих поверхонь інструменту, k_3 – коефіцієнт, що описує зростання зусилля різання за умов перервного різання, k_4 – коефіцієнт, що визначає постійність сили у механізмі затискання, k_5 – коефіцієнт, який враховує ергономіку механізмів затиску, k_6 – коефіцієнт, що визначає моменти, які зміщують вал встановлений плоскою поверхнею на опори. Відповідно до [6, с.85] значення коефіцієнтів: $k_0=1.5$; $k_1=1$; $k_2=1.6$; $k_3=1$; $k_4=1$; $k_5=1$; $k_6=1$. Після підстановки даних у формулу (54) отримаємо:

$k = 1.5 \cdot 1 \cdot 1.6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2.3$; Приймаємо $k = 2.5$;

$$W = 2.5 \left[32.38 + \frac{45.284}{0,16} + \frac{90.56 \cdot 18.6}{20 \cdot 0.16} \right] = 2096.9 \text{ Н};$$

3.1.3. Силевий розрахунок механізму та приводу.

Необхідне зусилля для рушія:

$$Q = W \frac{L_1}{L_2} = 2097.5 \cdot \frac{44}{86} = 1073.1 \text{ Н} \quad (55)$$

Діаметр поршня пневмоциліндра двохсторонньої дії при подачі стиснутого повітря з робочим тиском $p = 0.63$ МПа в поршневу порожнину згідно [6]:

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{1073.1}{0.63 \cdot 0.9}} = 49.89 \text{ мм} \quad (56)$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-57.00.000 ПЗ					

Вибираємо серед пневмоциліндрів стандартного ряду пневмоциліндр двосторонньої дії $D=50\text{мм}$, діаметр штоку становить $d = 18\text{ мм}$, а довжина ходу поршня становить $L = 40\text{ мм}$.

Дійсна сила, яка виникає під час подачі повітря під тиском у пневмоциліндр:

$$Q=0.785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta = 0.785 \cdot 50^2 \cdot 0.63 \cdot 0.9 = 1113\text{ Н} \quad (57)$$

Дійсна сила затискання заготовки:

$$Q = W \frac{L1}{L2} = 1112.7 \cdot \frac{85}{43} = 2199.6\text{ Н} \quad (58)$$

3.2. Перевірка працездатності інструментів.

3.2.1. Різальний інструмент.

Операція 010. Токарна, перехід 2: режим чорнового точіння поверхні 7 – Ø16k6

^{+0,012}_{+0,001} Ø17,19h14(-0,43):

Початкові дані:

- обладнання: токарно-гвинторізний верстат з 16Б16Т.

- інструмент: різець, оснащений пластиною з твердого сплаву 2101-0757 BK10 ГОСТ 20872-80 :

- геометр. параметри: $\varphi = 93^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$, $\alpha = 15^\circ$, $b \times h = 16 \times 25\text{ мм}$, $r = 1\text{ мм}$,

$L = 150\text{ мм}$. Як матеріал державки різця використано сталь 45 ДСТУ 1050-88 240...290 НВ; $G_B = 610\text{ МПа}$; допустиме напруження на згин $G_{зг} = 170\text{ МПа}$;

різець закріплюється в різцетримачі. Виліт різця становить 40 мм.

Сила різання згідно розрахунків п. 2.5 $P_z = 1042,32\text{ Н}$;

Проводимо розрахунок для жорсткості державки різця:

максимальне навантаження:

$$P \frac{BH^2 \cdot \sigma_{32}}{6l} = \frac{16 \cdot 25^2 \cdot 172}{6 \cdot 40} \quad (59)$$

максимальне допустиме навантаження різця:

$$P_{\max \text{ доп}} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3 \cdot 0.1 \cdot 25000 \cdot 20833.3}{40^3} = 2442.4\text{ Н}, \quad (60)$$

де $E = 2 \cdot 10^5\text{ МПа}$ – модуль пружності матеріала державки різця, J – момент інерції державки (мм^4),

$$J = \frac{BH^3}{12} = \frac{16 \cdot 25^3}{12} = 20833.1; \quad (61)$$

Отже, за результатами проведених розрахунків різець характеризується достатньою міцністю та жорсткістю, оскільки виконується умова:

$$P_{\max} > P_z < P_{\max \text{ доп}} \quad (7167.6 > 1041.32 < 2442.4).$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

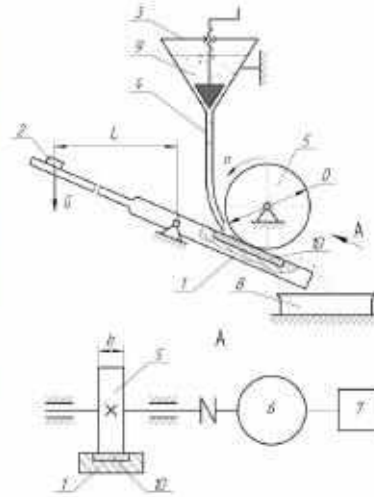
БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

4. Науково-дослідна частина

Трибологічні випробування сплавів для покриття виконувалися у середовищі вільного абразиву, через його поширеність як основного механізму зношування для компонентів машин у металургійній, сільськогосподарській, деревообробній та гірничодобувній галузях. Цей механізм становить основну причину деградації під час експлуатації, особливо в умовах інтенсивного абразивного впливу. Абразивні оцінки були проведені за допомогою спеціального приладу, призначеного для випробування матеріалів у вільному абразивному середовищі, ретельно розробленого відповідно до рекомендацій стандарту ASTM G65-16 "Standard Test Method for Measuring Abrasion Using the Dry Sand/Rubber Wheel Apparatus".



а



б

Рис. 4.1 – Загальний вигляд апаратури для абразивного випробування, яка використовує сухий пісок і гумовий ролик (а), а також схематичне зображення апаратури для абразивного випробування з використанням сухого піску і гумового колеса (б): 1 – важіль для фіксації зразка, 2 – вантаж, 3 – абразивний бункер, 4 – форсунка для точного подання абразивних частинок у зону тертя, 5 – гумовий ролик, 6 – електродвигун, 7 – пристрій для регулювання швидкості роботи двигуна, 8 – контейнер для використаного абразиву, 9 – абразивні частинки та 10 – зразок для досліджень.

Одним із суттєвих недоліків пристрою, зображеного на рисунку 4.1, є недостатня циркуляція абразиву у зоні взаємодії з робочою поверхнею зразка. Це призводить до того, що ця зона насичується притупленими, округленими і роздрібненими частинками. Основна маса абразиву не бере участі у процесі зношування, а зосереджується переважно на периферії циліндричної камери, особливо біля її внутрішньої стінки та дна.

Насичення зони взаємодії робочої циліндричної поверхні зразка абразивом, які вже відпрацювали, призводить до значних змін в початкових умовах випробувань. Це проявляється у суттєвому зміні фракційного розподілу абразивного середовища,

						БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

зменшенні кількості гострих ріжучих країв, затупленні і, відповідно, у зменшенні інтенсивності зносу поверхні зразка.

У деяких випадках характер взаємодії змінюється досить радикально. Замість зношування робочої поверхні зразка відбувається нанесення абразиву, що призводить до збільшення маси зразка. Дослідження з використанням пристрою, зображеного на рисунку 1.2, проводяться наступним чином: абразивні частинки з вузла дозованого живлення спрямовуються в зону тертя між циліндричною поверхнею гумового ролика та плоскою робочою поверхнею зразка. Оскільки зразок з плоскою робочою поверхнею притискається до циліндричної поверхні гумового ролика з заданим зусиллям, абразивні частинки, потрапляючи у зону тертя, впроваджуються у циліндричну поверхню гумового ролика і зношують плоску робочу поверхню зразка, утворюючи на ній об'ємну виїмку. Зносостійкість досліджених матеріалів оцінюють за втратою маси зразків або глибиною утвореного треку (за об'ємом).

Недоліком відомого пристрою є те, що через горизонтальне розташування робочої поверхні ускладнюється рівномірне транспортування абразивних частинок до зони зношування, що призводить до значних розбіжностей у результатах досліджень.

Також відомий пристрій для дослідження стійкості до зношування матеріалів, які піддаються тертю від нерухомо закріплених абразивних частинок. Цей апарат складається з корпусу, гумового ролика, закріпленого на валу, механізму приводу обертання валу гумового ролика, зазвичай електродвигуна, системи керування електродвигуном, тримача для зразка у вигляді важеля з вертикальним та горизонтальним важелями. На кінці вертикального важеля розташований зразок матеріалу під дослідження, а на кінці вертикального важеля розташований вантаж для створення тиску між гумовим роликом та робочою поверхнею випробовуваного зразка. Система подачі абразивних частинок до зони взаємодії гумового ролика з плоскою робочою поверхнею зразка включає конічний бункер з виходом знизу та засувку, розташовану всередині бункера в точці з'єднання з виходом.

Пристрій, зображений на рисунку 4.1, проявляє помітні обмеження, а саме, нездатність систематично утворювати зносіві треки однакового об'єму під час тертя матеріалів з різними рівнями зносостійкості. Незважаючи на збереження однакової тривалості випробувань та специфічного тиску, отримані треки зносу варіюють у розмірах, що призводить до різноманітних експериментальних результатів. Ця відмінність виникає через різницю в контактних тисках, коефіцієнтів взаємного перекриття між контактуючими поверхнями та траєкторій абразивних частинок у міжконтактному просторі. У результаті такі варіації можуть викликати якісні зміни в механізмах зносу, що робить порівняльний аналіз результатів недостовірним.

Крім того, неконтрольовані фактори можуть додатково ускладнити точну оцінку стійкості до зношування матеріалів, особливо для матеріалів із поверхневими

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шарами, які характеризуються градієнтом механічних властивостей, таких як сплави з вираженою композиційною будовою. Це робить отримані дані від таких випробувань не придатними для інженерних обчислень. Тому важливо вдосконалити конструкцію пристрою для оцінки стійкості матеріалів до зношування при терті з абразивними частинками, які недостатньо фіксуються, забезпечуючи при цьому постійні експериментальні умови та підвищуючи надійність результатів досліджень. Це вирішується за допомогою пристрою, призначеного для оцінки стійкості до зношування матеріалів, які піддаються тертю з вільно закріпленими абразивними частинками. Цей пристрій складається з корпусу, гумового ролика, встановленого на валу, електродвигуна для обертання гумового ролика, системи керування мотором, тримача, що нагадує важіль у формі букви "Г" з вертикальним і горизонтальним важелями. Зразок матеріалу, який перевіряється, закріплений на кінці вертикального важеля, а навантаження прикріплене до кінця вертикального важеля важелю, щоб створити тиск між гумовим роликом та робочою поверхнею зразка.

Пристрій також має систему для подачі абразивного матеріалу в зону взаємодії гумового ролика з плоскою робочою поверхнею зразка. Ця система включає конічний бункер з патрубком у нижній частині та заслінку, розташовану всередині бункера на місці його з'єднання з патрубком. Крім того, вона включає принаймні один датчик у вигляді тонкої дротини, закріплений на плоскій робочій поверхні зразка паралельно до вісі обертання гумового ролика та електрично ізольований від нього. Відстань між датчиком та площиною, де застосовується навантаження між гумовим роликом та плоскою поверхнею зразка, встановлюється на половину максимальної довжини виїмки зношування.

Також, пристрій обладнаний засобом для контролю руйнування датчика, який взаємодіє з системою керування електродвигуном, що приводить в рух гумовий ролик. Сам датчик підключений до пристрою для контролю його цілісності. Крім того, пристрій оснащений лічильником обертів, встановленим на валу гумового ролика. Це дозволяє визначити відстань, яку проходить циліндрична поверхня гумового ролика, доки не утворюється виїмка заданої довжини.

На (рис. 4.1, а) показано схему пристрою, а на (рис. 4.2, б) – збільшене зображення зразка в аксонометрії. Пристрій складається з корпусу 1, гумового ролика 2, встановленого на валу 3, який приводиться в обертання приводом, виконаним у вигляді електродвигуна 4 з системою керування 5. Зразок 6 із плоскою робочою поверхнею 7 встановлюють у тримачі, який виконаний у вигляді Г-подібного важеля з вертикальним 8 та горизонтальним 9 плечами. На кінці вертикального плеча 8 закріплюють зразок 6 із досліджуваного матеріалу, а на кінці горизонтального плеча 9 Г-подібного важеля закріплено тягар 10 для створення навантаження між циліндричною поверхнею гумового ролика 2 та плоскою робочою поверхнею 7.

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, пристрій містить систему подачі абразиву 11 у зону взаємодії плоскої робочої поверхні 7 зразка 6 із гумовим роликом 2, яка складається з конічного бункера 12 з патрубком 13 у нижній частині та шибера 14, встановленого у місці з'єднання бункера 12 із патрубком 13. На плоскій робочій поверхні 7 зразка 6 закріплено датчики 15 у вигляді тонких дротин, які електрично ізольовані відносно зразка 6 і під'єднані до входу засобу 16 контролю руйнування датчиків 15, а сам засіб своїм виходом взаємодіє із входом системи керування 5 електродвигуна 4 приводу обертання 2. Можливий варіант використання тільки одного датчика (15).

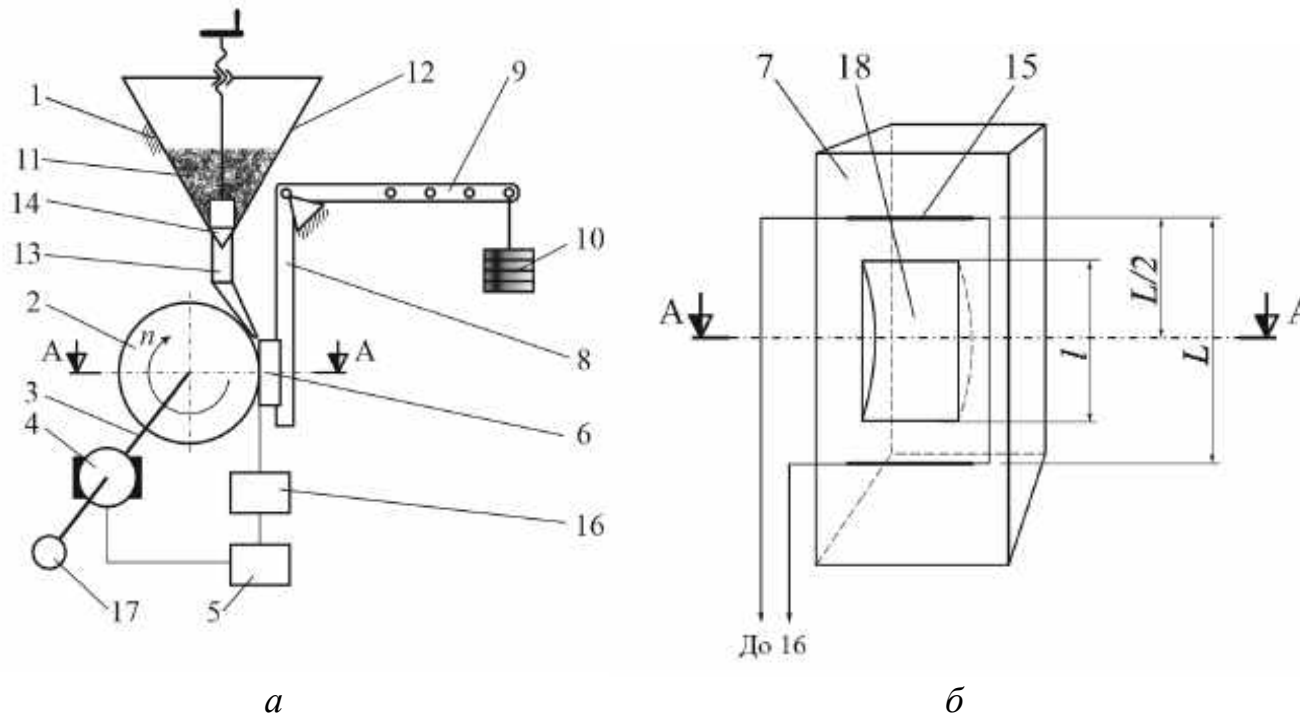


Рис. 4.2 – Схема удосконаленої установки для випробовувань на зносотривкість за умов тертя по вільному абразиву (а) та зразка для досліджень (б)

Як засіб 16 для контролю руйнування датчиків 15 може бути використаний, наприклад, підсилюючий пристрій моделі УКТ-4У2, який працює із замкнутим контактом до 10 Ом і розімкнутим контактом з опором 100 кОм. Крім того, пристрій оснащений лічильником обертів (17), встановленим на валу (3) гумового ролика (2). Датчики (15) встановлюють і закріплюють (наприклад, за допомогою приклеювання) на поверхні зразка (7) паралельно до осі обертання гумового ролика (2) на відстані $L/2$ від площини А-А (рис. 1.5), у якій прикладається навантаження між елементами пари тертя: плоска робоча поверхня (7) зразка (6) - гумовий ролик (2). Під час проведення досліджень на робочій поверхні (7) зразка (6) формується лунка зносу (18) з поперечним перерізом у вигляді сектора, хорда якого l зростає в процесі проведення дослідження до максимального значення L .

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-57.00.000 ПЗ					

Експеримент на пристрої відбувається наступним чином:

Зразок 6 матеріалу, який перебуває під дослідженням, кріпиться на вертикальну вісь 8 тримача у формі літери "Г". За допомогою регульованих вагів 10 між плоскою робочою поверхнею 7 зразка 6 та циліндричною поверхнею гумового ролика 2 створюється задане навантаження, передбачене експериментальним протоколом. Підготовка до подачі абразиву 11 передбачає опускання шибера 14 для повного закриття патрубку 13, після чого зважують і заливають попередньо визначену кількість абразиву 11 у бункер 12.

Активація подачі абразиву передбачає підняття шибера 14, одночасно з чим запускається обертання електродвигуна 4, що встановленого на валу 3, який веде рух гумового ролика 2, на частоті, позначеній як n . Після цього частинки абразиву 11 потрапляють у зону контакту між гумовим роликом 2 та плоскою робочою поверхнею 7 і починають зношувати зразок 6. Цей знос виявляється у вигляді лунки 18 на зразку 6, яка має форму сектора із хордою довжиною l . Протягом експерименту довжина лунки 18 поступово збільшується до досягнення попередньо визначеної величини L . На цій стадії частинки абразиву, які потрапляють у міжконтактний простір, взаємодіють із датчиком 15, що призводить до його руйнування, перериваючи електричну ланку та активуючи засіб 16 контролю руйнування датчика. Засіб 16 відправляє сигнал системі керування 5 електродвигуном 4, який відповідно зупиняє рух двигуна 4 і таким чином завершує експеримент. У результаті на робочій поверхні 7 зразка 6 формується лунка 18 заданої довжини L . Лічильник 17 зафіксує оберти гумового ролика 2, дозволяючи розрахувати відстань зношування.

Для проведення порівняльних аналізів по широкому спектру матеріалів або покриттів, вищезазначену процедуру повторюють для кожного матеріалу, що перебуває під дослідженням. Враховуючи стабільність подачі абразиву з бункера 12 у міжконтактний простір, розрахована для кожного зразка відстань зношування служить критерієм для оцінки зносостійкості досліджуваних матеріалів: більші значення вказують на вищу стійкість. Ефективність розробленого пристрою була підтверджена через порівняльні дослідження стійкості до зношування зразків, зокрема наплавлені сплави гетерофазовими сплавами на основі реліту. Результати цих досліджень підтвердили, що конструкція пристрою гарантує високий рівень відтворюваності результатів, при цьому пристрій має відносно просту конструкцію та є зручним у використанні.

Складальне креслення розробленої установки для триботехнічних випробовувань наведено у Додатку.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.ПМ-57.00.000 ПЗ

Висновки

У результаті виконаної кваліфікаційної роботи бакалавра було удосконалено установку призначену для визначення абразивної зносотривкості матеріалів та покриттів, нанесених методом наплавлення відповідно до стандарту G65. Це дозволило суттєво розширити силові та швидкісні параметри трибологічних випробовувань, які відповідають реальним умовам роботи деталей ряду галузей, що експлуатуються за умов безударного зношування по вільному абразиву. Такі умови характерні для низки галузей промисловості, таких як нафтогазова, гірнична, металургійна та ін.

Для основного робочого елемента установки – валу було проведено вибір матеріалу та конструкції, а також розроблено технологічний процес виготовлення та механічного оброблення. Проведено аналіз організаційних умов виробництва валу на базі АТ “ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНИЙ ЗАВОД” та розраховано режими різання, шліфування, фрезерування та нормування технологічних операцій. Здійснено проектування технологічного оснащення для закріплення валу у процесі механічної обробки та розраховано його основні характеристики.

					БР.ПМ-57.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формат	Зона	Лист	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
Перш. вимог.				<u>Документація</u>		
	A1		.00.00.000 СК	Складальний кресленик		
				<u>Складальні одиниці</u>		
	A	1	БР.ПМ.01.00.000	Каркас	1	
	A	2	БР.ПМ.02.00.000	Важіль	1	
	A	3	БР.ПМ.03.00.000	Конвеєр стрічковий для абразиву	1	
Дод. №	A	4	БР.ПМ.04.00.000	Бункер	1	
	A	5	БР.ПМ.05.00.000	Колесо	1	
	A	6	БР.ПМ.06.00.000	Кронштейн	1	
				<u>Деталі</u>		
	A3	9	БР.ПМ.00.00.001	Вал	1	
	A4	10	БР.ПМ.00.00.002	Вісь	1	
Дод. № додат.	A4	11	БР.ПМ.00.00.003	Кришка	2	
	A4	12	БР.ПМ.00.00.004	Муфта	1	
Взм. № №						
Дод. і дата						
№ № ориг.				БР.ПМ.57.00.000		
		Зм.	Арк.	№ док.м.	Підп.	Дата
		Розроб.		Кернякевич		
		Перев.		Роп'як		
		Н.контр.		Роп'як		
	Затв.		Панчук			
				Машина для виробування абразивного зносу		
				Лит.	Аркцш.	Аркцшів
				01	1	3

Т 20	Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89.
21	
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 16

Дубл.														
Взамін.														
Підпис.														

Зм. Арк. Недок. Підпис Дата

030.01101.00397 3

1106.03.05.092А 030.10101.02878

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа										
Б	Код назва обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
О 01	5 Точити заготовку по зовнішній поверхні 5 з $\varnothing 110$ до $\varnothing 77,5_{-0,74}$, витримавши розмір $119,5 \pm 0,435$ мм.															
Т 02	Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89.															
03																
О 04	6 Точити заготовку по зовнішній поверхні 6 з $\varnothing 110$ до $\varnothing 85_{-0,87}$ на довжину $116 \pm 0,435$ мм, витримавши радіус $R=3$ мм.															
Т 05	Різець спеціальний R3 _____, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон РШ-1 ТУ 2-034-228-88.															
06																
О 07	7 Точити заготовку по зовнішній поверхні 7 з $\varnothing 110$ до $\varnothing 105_{-0,87}$ на довжину 26 ± 1 мм.															
Т 08	Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89.															
09																
О 10	В Переустановити заготовку з підтримкою в нерухомому люнеті, закріпити, відкріпити, зняти.															
Т 11	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, люнет нерухомий, кран-балка Q=3т, чалка.															
12																
О 13	8 Точити торець заготовки пов. 1, витримавши розмір 674_{-2} мм.															
Т 14	Різець 2102-0079 Т5К10 ГОСТ 18877-73, лінійка І-1000 ГОСТ 427-75.															
15																
О 16	9 Свердлити центровий отвір В6,3 ГОСТ 14034-74 пов. 2 на глибину 15,36 мм.															
Т 17	Свердло 6,3.2317-0020 ГОСТ 14952-75, патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-80, оправка спеціальна _____, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89.															

О 10	4 Повторити переходи 1, 2, 3.			
11				
12				
А 13	05	045	Транспортна	ІОП №030.25100
Б 14	Кран-балка Q=3т, візок цеховий		свердл. 4 1	
15				
О 16	1 Повантажити і перевезти деталі з цеху №05 на дільницю №12 на термообробку, розвантажити.			
17				
18				
А 19	12	050	Термічна	ІОП №030.25100.00063
Б 20	Електропіч СШО-10.10/10М		терміст 6	
21				
МК				

ГОСТ 3.1118-82 Форма 16

Дубл.														
Взамін.														
Підпис.														

030.01101.00397 11

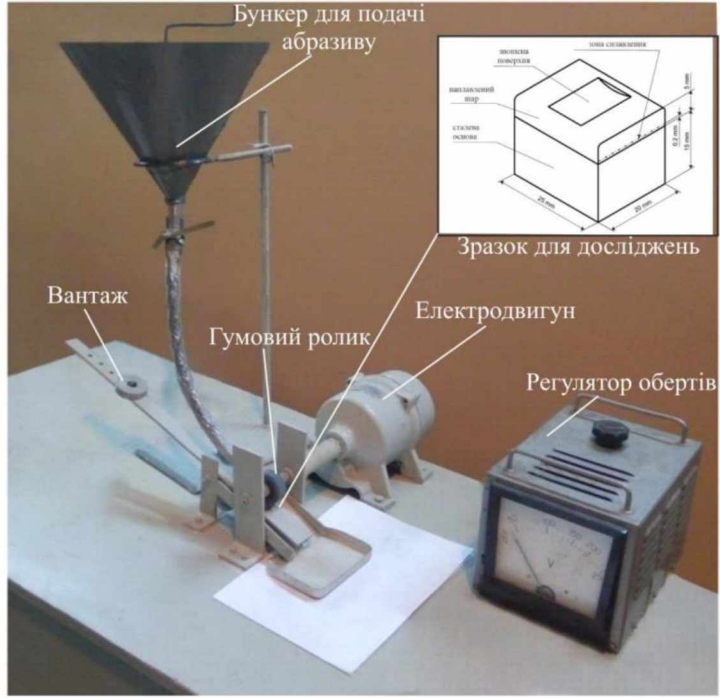
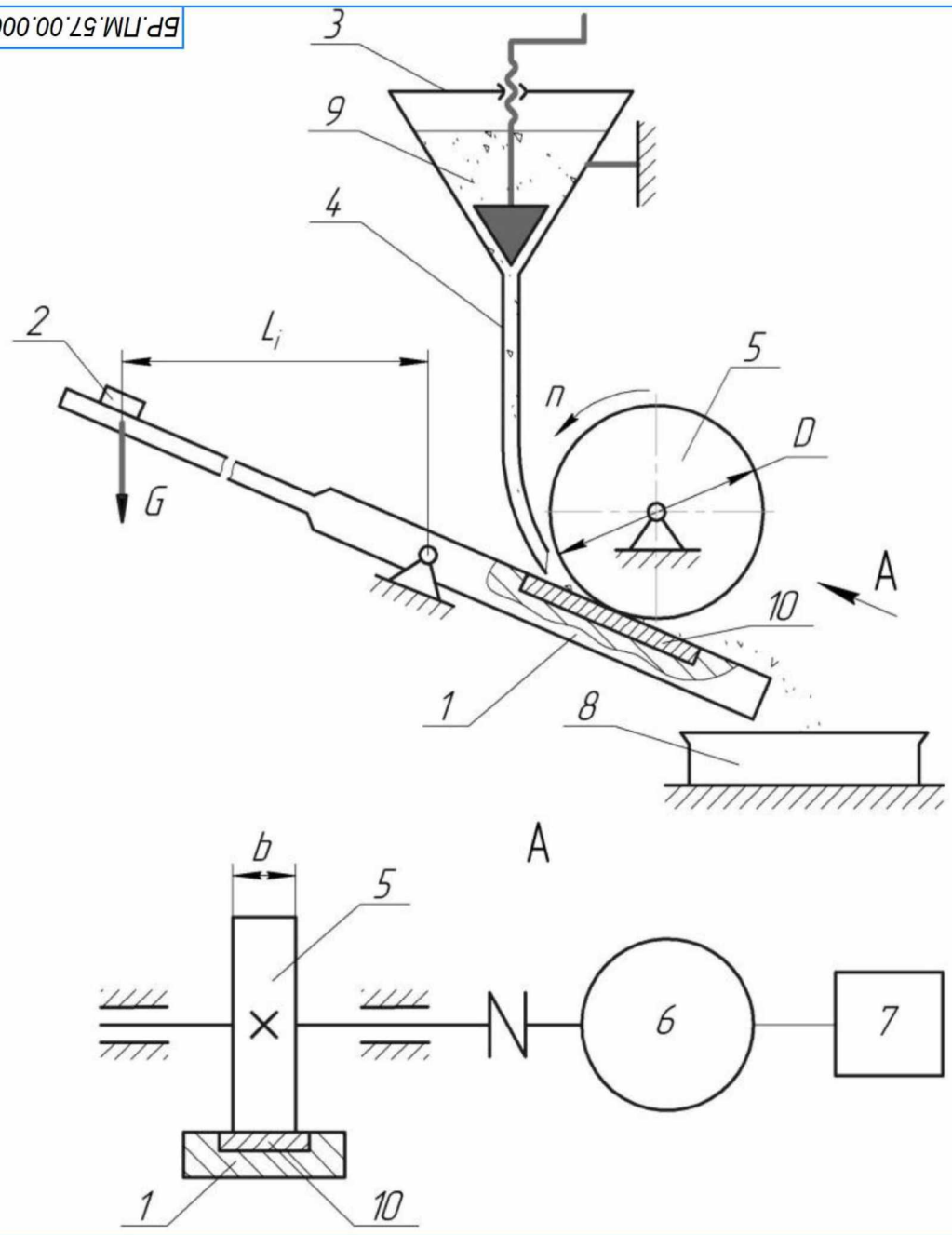
1106.03.05.092A

030.10101.02878

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа										
						См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
Б	Код назва обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
О 01	1 Провести гартування деталі згідно технологічного процесу термообробки № 030.50250.00245, витримуючи 33...37 НРСз..															
02																
03																
А 04	12	055	Транспортна	ІОП №030.25100												
Б 05	Кран-балка Q=1т, візок цеховий					терміст 3										
06																
О 07	1 Повантажити і перевезти деталі з дільниці №12 в цех №05 на шліфування, розвантажити.															
08																
09																

07	<i>ШЦ II-160-0,05 ГОСТ 166-89, шаблони радіусні РШ-1 ТУ 2-034-228-88, шаблон Т 10.389.00.00, пробка 8221-3053 7Н ГОСТ 17758-72,</i>		
08	<i>калібр 8154-0228-5, 8154-0231-5 ГОСТ 24121-80, призма 8314-0097-5, 8314-0103-5 ГОСТ 24114-80</i>		
09			
О 10	<i>2 Поставити клеймо ВТК на придатну деталь.</i>		
Т 11	<i>Клеймо ВТК, молоток 2-500 7850-0035 ГОСТ 2310-77.</i>		
12			
13			
А 14	<i>14</i>	<i>070</i>	<i>Транспортна ІОП №030.25100</i>
Б 15	<i>Електрокара, кран-балка Q=3т</i>		<i>водій</i>
16	<i>шліф. 4</i>		
О 17	<i>1 Здані ВТК деталі повантажити, перевезти і здати на склад.</i>		
Т 18	<i>Чалка, візок складський.</i>		
19			
20			
21			
МК			

БР.ПМ.57.00.000



Перв. примен.
Справа. №
Имя, № подл., Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

БР.ПМ.57.00.000				Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	А	1.8	1:2
Разраб.	Кернякевич				Листов 1		
Пров.	Роп'як				ІФНТУНГ		
Т.контр.					ПМ-20-1		
Нач.КБ					Формат А2		
Н.контр.	Роп'як						
Уте.	Панчук						

Установка для трибовипробувань за ГОСТ 23.208-79

Копировал

БР.ПМ.57.00.000

Перв. примен.

Справа. №

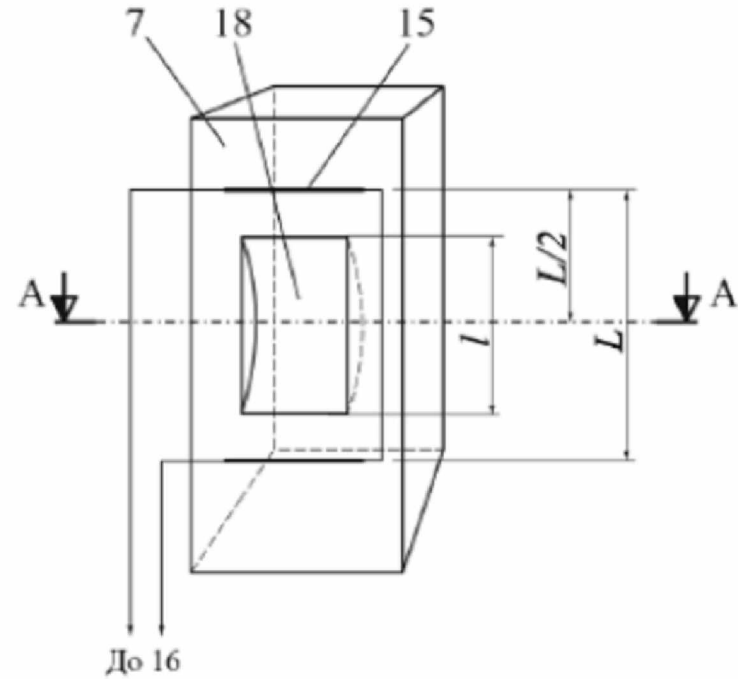
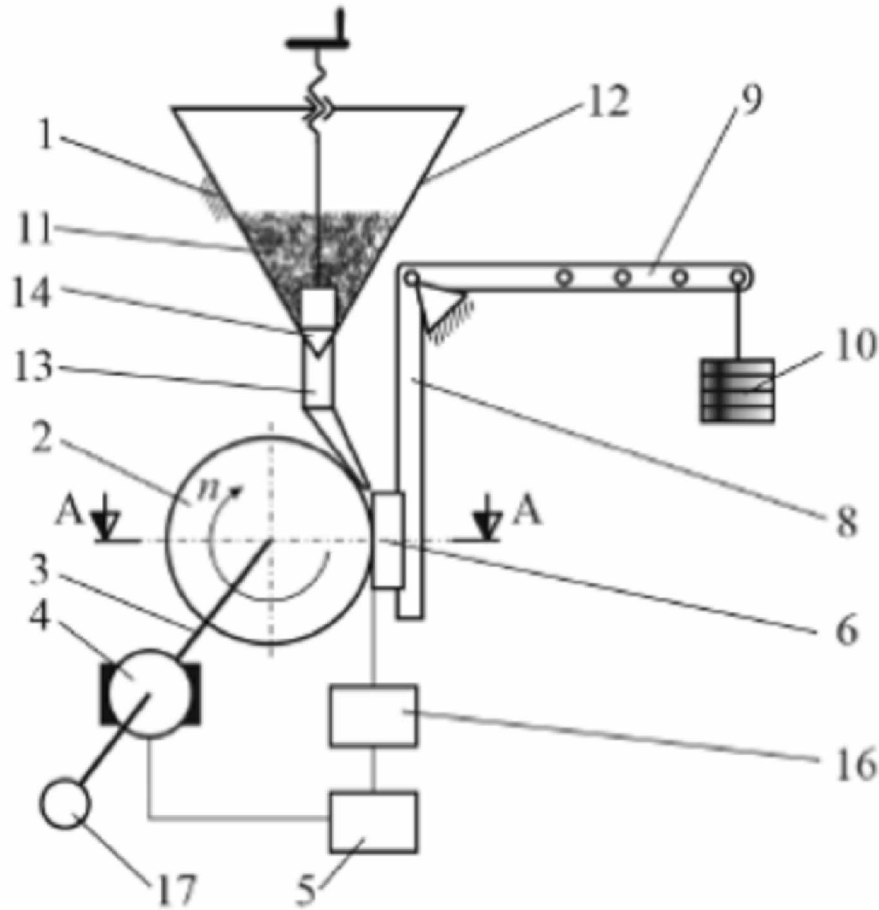
Подп. и дата

Взам. инв. №

Ине. № дубл.

Подп. и дата

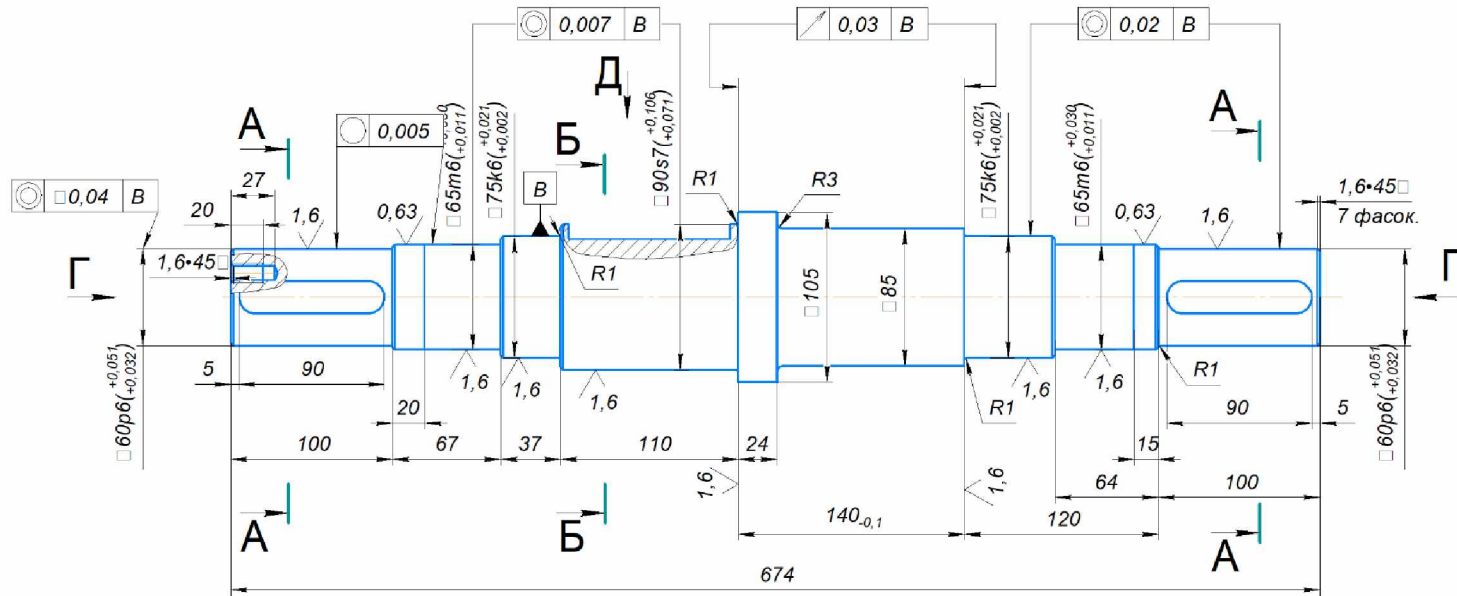
Ине. № подл.



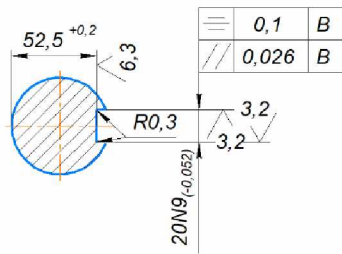
				БР.ПМ.57.00.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Прототип установки для випробовувань		
Разраб.	Кернякевич						
Пров.	Роп'як						
Т.контр.							
Н.контр.	Роп'як				Лит.	Масса	Масштаб
Утв.	Панчук						1:1
					Лист	Листов	1
					ІФНТУНГ ПМ-20-1		

Копировал

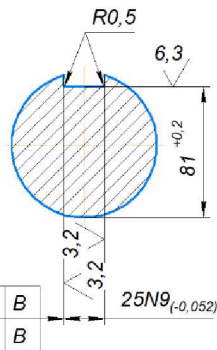
Формат А3



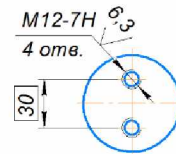
А-А



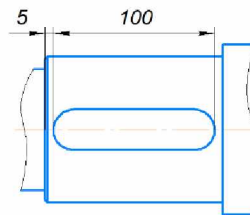
Б-Б



Г



Д



1. Гр. IV КП345 ГОСТ 8479-70.
2. 33 ...37 НРСэ.
3. Н14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
4. Маркувати позначення креслення.

Листовий номер

Справа №

Ім'я, № листу, Поділ і дата, Взам. ім'я №, Ім'я № дубл., Поділ і дата, Ім'я № листу, Поділ і дата

БР.ПМ.57.00.000 РК

Вал

40X ГОСТ 4543-71

Лит. Масса Масштаб

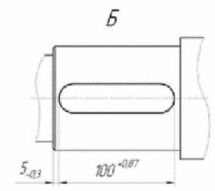
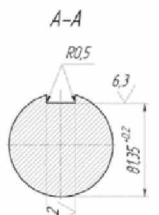
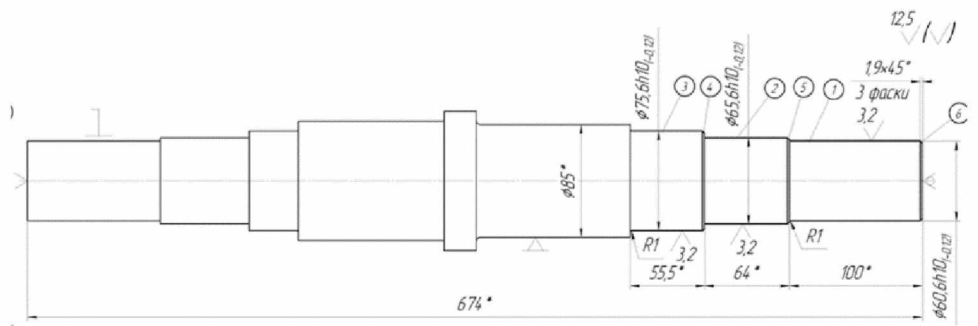
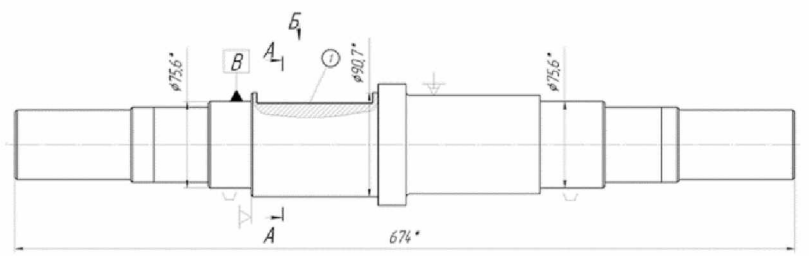
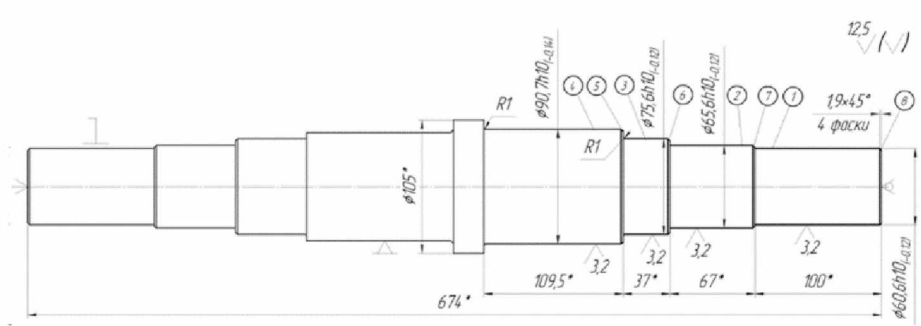
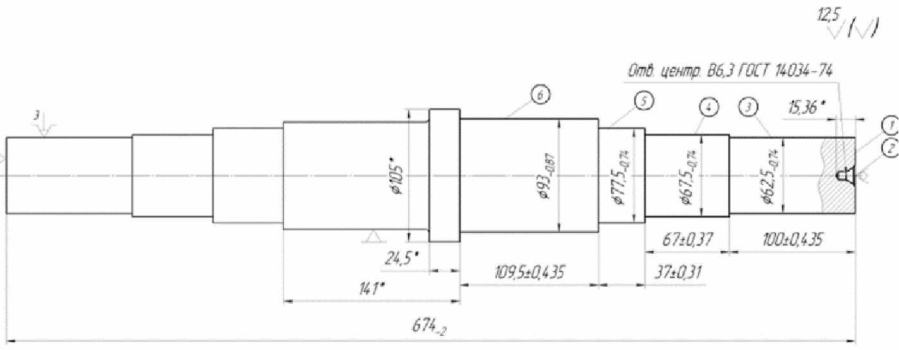
Лит.	А	Масса	1.8	Масштаб	1:2
------	---	-------	-----	---------	-----

Лист Листов 1

ІФНТУНГ ПМ-20-1

БР.ПМ.57.00.000

Пере. примен. | Справа. № | Попл. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Попл. и дата | Инв. № попл. | Попл. и дата

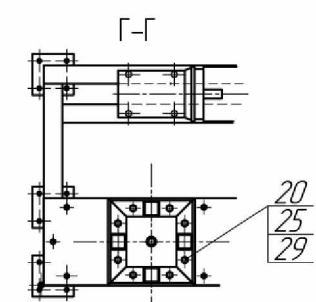
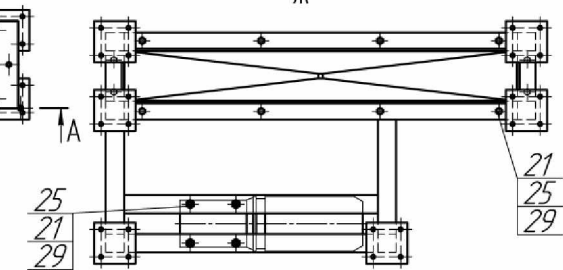
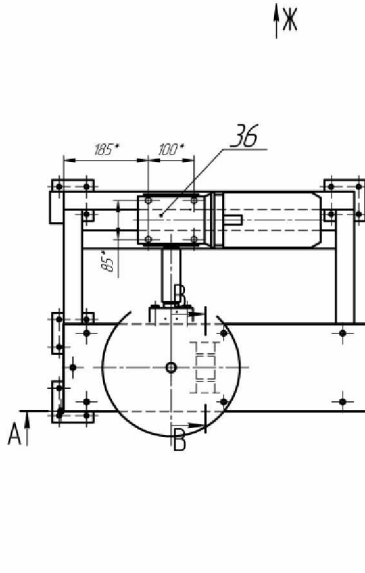
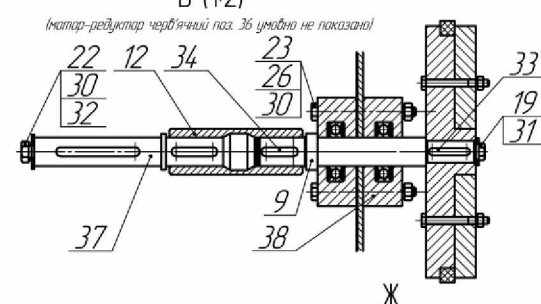
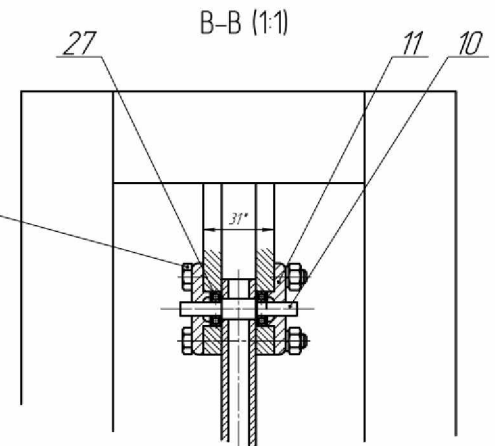
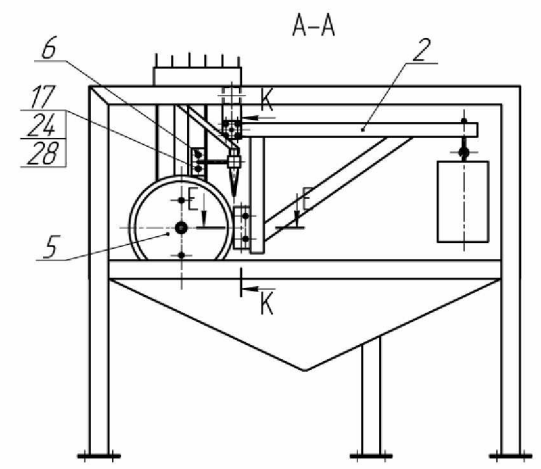
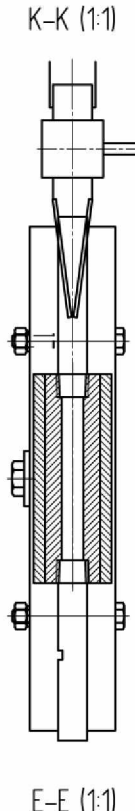
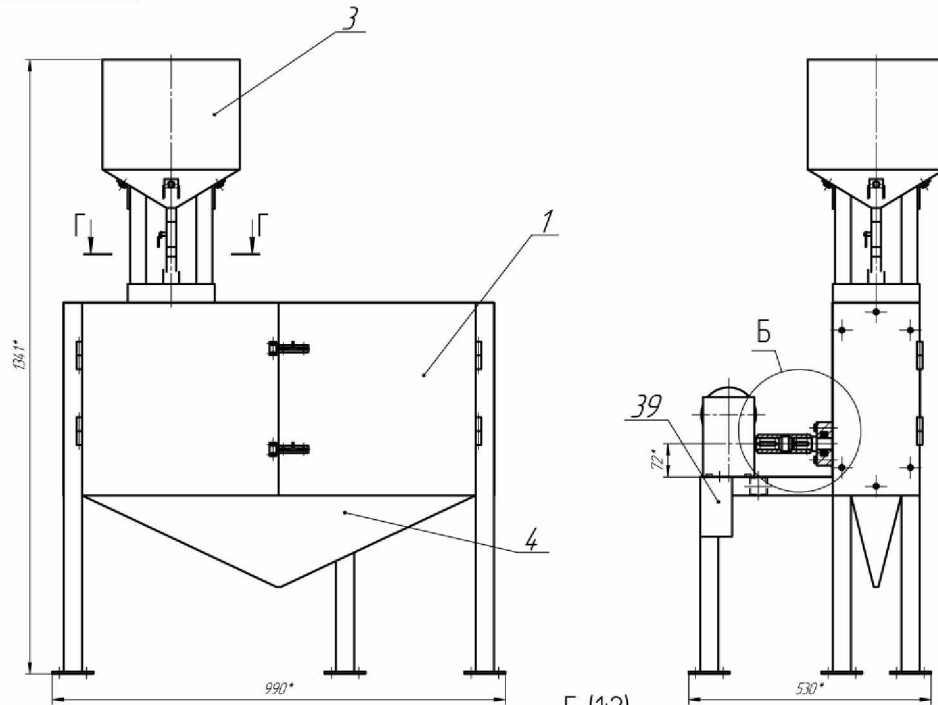


≡	0,1	B
//	0,026	B

БР.ПМ.57.00.000

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Схема базирования при механічному обробленні	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.		Кернякевич				A	1.8	1:2
Пров.		Роп'як				Лист		Листов 1
Т.контр.						ІФНТУНГ		
Нач.КБ						ПМ-20-1		
Н.контр.		Роп'як			Формат А2			
Утв.		Панчук			Копировал			

БР.ПМ.57.00.000 СК

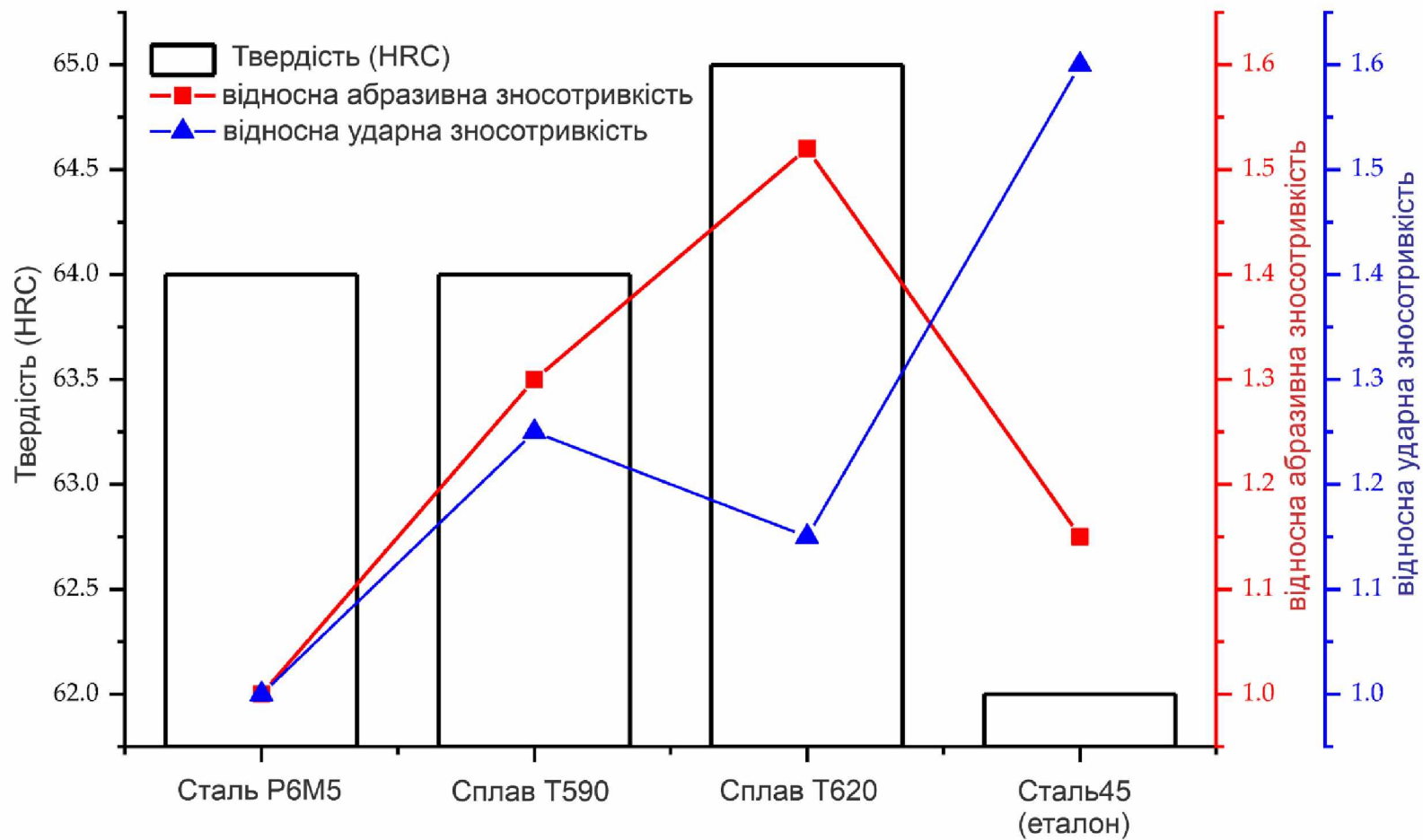


Технічна характеристика

1. Відстань зносу - 4,309 м.
2. Абразив - кварцовий пісок.
3. Абразивний потік - 320-370 г/хв.
4. Контактна сила - 130 Н.
5. Діаметр колеса - 214,9-228,6 мм.
6. Швидкість обертання - 200 об/хв.

1. * Розміри для довідок.

БР.ПМ.57.00.000 СК				Лист	Маса	Масштаб
№1	№2	№3	№4	107	15	
Машини для виробництва абразивного зносу						
ІНТУНГ ПМ-20-1						
Контракт						



Варіант: 1
 Назва: Діаграма зносостійкості
 Категорія: Матеріали
 Статус: На стадії розробки
 Дата: 15.05.2024

БР.ПМ-57.02.000 СК				Лист	Масштаб
Порівняльна діаграма зносостійкості за оптимізованою методикою				1	1:1
Розробник	Виконавець	Перевірник	Утвердженець	Лист	Листів
М. Савченко	Р. Пилипчук	В. Пилипчук	І. Пилипчук	1	1
ІФНТУНГ ПМ-20-1				Формат: А1	
Копіював				Формат: А1	