

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет дизайну машин і захисту довкілля

(назва факультету)

Кафедра технології машинобудування

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

6.131.221566.ПЗ

на тему: Розробка технологічного процесу виготовлення шліцьового валу
обладнання в дрібносерійному виробництві

за освітньою програмою: Технологія машинобудування
зі спеціальності: 131 – прикладна механіка

Виконав: студент групи: ІМ01-22т

	(підпис студента)	/Кирило НАЙДЕНКО / (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Керівник:	(підпис)	/ст. викладач Світлана БОНЧУК/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Нормоконтролер:	(підпис)	/доцент Світлана НЕГРУБ/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Консультанти:		
Аналітична частина (назва розділу)	(підпис)	/ ст. викладач Світлана БОНЧУК / (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Основна частина (назва розділу)	(підпис)	/ ст. викладач Світлана БОНЧУК / (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Охорона праці та захист навколишнього середовища (назва розділу)	(підпис)	/ доцент Ярослав РОМАНЬКО/ (посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент _____

Дніпро – 20 26 рік

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

Faculty of Machine Design and Environmental Protection
(faculty)

Department of Mechanical Engineering Technology
(department)

Descriptive Note

to Bachelor's qualification work
(higher education degree)

6.131.221566.II3

on the topic: Development of the technological process for manufacturing a
splined shaft of equipment in small-batch production

under study program: Mechanical Engineering Technology

Speciality: 131 - applied mechanics
(speciality and its code)

Done by the student of the group: IM01-22T

Kyrylo NAIDENKO

(name, surname)

Supervisor:

/ senior teacher Svitlana BONCHUK /
(position, name, surname)

Normative controller :

/ doc. Svitlana NEHRUB /
(position, name, surname)

Consultants:

Analytic chapter

(Section title)

/ senior teacher Svitlana BONCHUK /
(position, name, surname)

Main chapter

(Section title)

/ senior teacher Svitlana BONCHUK /
(position, name, surname)

Occupational safety and
environmental protection

(Section title)

/ doc. Yaroslav ROMANKO /
(position, name, surname)

(Section title)

(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: дизайну машин і захисту довкілля
Кафедра: технології машинобудування
Рівень вищої освіти: бакалавр
Освітня програма: Технологія машинобудування
Спеціальність: 131 - прикладна механіка
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології машинобудування

(підпис) Світлана НЕГРУБ
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Дата _____

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу бакалавра
(ступінь вищої освіти)

студенту Найденку Кирилу Івановичу
(Прізвище, Ім'я По батькові)

Тема роботи Розробка технологічного процесу виготовлення шліцьового валу обладнання в дрібносерійному виробництві

Керівник роботи: Бончук Світлана Вікторівна
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом від _____

2. Строк подання студентом роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Технологічний процес виготовлення деталі.
Креслення деталі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1. Аналітична частина

4.2. Основна частина

4.3. Охорона праці та захист навколишнього середовища

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

5.1 Креслення деталі з 3Д моделлю – 1 лист А2,

5.2 Розмірний аналіз – 1 лист А2, 5.3 Технологічна наладка – 1 лист А1,

5.4 Верстатний пристрій – 1 лист А1,

5.5 План розміщення технологічного обладнання – 1 лист А1.

6. Електронна частина: непередбачена

7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Бончук С.В., ст. викладач		
Основна частина	Бончук С.В., ст. викладач		
Охорона праці та захист навколишнього середовища	Романько Я.В., доцент		

8. Дата видачі завдання 13.04.2025**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів атестаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	до 05.05.2026	
2	Основна частина	до 20.05.2026	
3	Охорона праці та захист навколишнього середовища	до 30.05.2026	
4	Оформлення пояснювальної записки	до 05.06.2026	
5	Виконання презентаційної частини роботи	до 15.06.2026	
6	Подання випускної роботи до кафедри	до 20.06.2026	
7	Захист випускної кваліфікаційної роботи в Експертній комісії	19.06.2026	

Студент

Кирило НАЙДЕНКО

Керівник роботи

Світлана БОНЧУК

ВІДОМІСТЬ _____ **випускної роботи бакалавра**
(назва випускної кваліфікаційної роботи)

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кіл. аркушів	№ екз.	Прим.		
1								
2			<u>Документація загальна</u>					
3								
4			<u>Заново розроблена</u>					
5								
6	A4	6.131.221566. ПЗ	Пояснювальна записка		1			
7	A4	6.131.221566. ТП 01	Технологічний процес		1			
8			виготовлення деталі					
9			"вал шліцьовий"					
10								
11			<u>Документація по розділах</u>					
12			<u>роботи</u>					
13								
14			<u>Заново розроблена</u>					
15								
16	A2	6.131. 221566. 01	Вал шліцьовий	1				
17	A2	6.131. 221566. 02	Розмірний аналіз	1				
18	A1	6.131. 221566. 03	Технологічні наладки	1				
19	A1	6.131. 221566. 04 СК	Верстатний пристрій	1				
20	A1	6.131. 221566. 05	План розміщення	1				
21			технологічного обладнання					
22								
23								
24								
25								
26								
					6.131.221566. ПЗ			
Зм.	Літ	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Найденко				Відомість кваліфікаційної роботи			
Керівник	Банчук							
Консулт.								
Неконтр.	Незруб							
Затвердив	Незруб							
					Літер	Лист	Листів	
					Б	Т	1	1
					МОНУ УДУНТ Каф. ТМ гр. ІМ01-22т			

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до випускної роботи бакалавра:

(вид кваліфікаційної роботи)

_____ с., _____ рис., _____ табл., _____ додатків, _____ джерел.

Об'єкт розробки – механічна дільниця ремонтно-механічного цеху та технологічний процес виготовлення деталі верстатного обладнання.

Метою розробки є ескізне проектування механічної дільниці з комплексною розробкою технологічного процесу виготовлення деталі «вал шліцьовий».

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

Розроблені вихідні дані для проектування механічної дільниці для виготовлення деталі, передбаченої завданням. Проведено економічний аналіз показників запровадженого технологічного процесу та шкідливі і небезпечні чинники на механічній дільниці та заходи по їх усуненню.

ВАЛ ШЛІЦЬОВИЙ, ЗАГОТОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, УСТАТКУВАННЯ, ПРИПУСК, РІЖУЧІЙ ІНСТРУМЕНТ, МЕХАНІЧНА ДІЛЬНИЦЯ, СОБІВАРТІСТЬ.

					6.131.221566.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Реферат		
Розроб.		Найденко					
Перевір.		Бончук					
Реценз.							
Н. Контр.		Негруд					
Затверд.		Негруд			МОНУ, УДУНТ Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	1

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи.....	8
1.1.1 Службове призначення виробу і деталі.....	8
1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталей	9
1.1.3 Визначення типу виробництва.....	9
1.2 Аналіз технологічного процесу базового заводу	10
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	14
2.1 Проектування технологічного процесу.....	14
2.1.1 Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки.....	14
2.1.2 Вибір методів обробки.....	16
2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз	17
2.1.4 Формування маршруту виготовлення деталей.....	18
2.1.5 Вибір технологічного устаткування	18
2.1.6 Визначення припусків на обробку та розмірів заготовки	19
2.1.7 Вибір пристосувань.....	24
2.1.8 Вибір ріжучого та допоміжного інструмента.....	24
2.1.9 Вибір засобів технічного контролю	25
2.1.10 Проектування технологічного процесу обробки деталі	25
2.1.11 Визначення режимів різання.....	25
2.1.12 Технічне нормування технологічного процесу	28
2.1.13 Проектування наладок	29
2.2 Розрахунок верстатного пристосування	30
2.2.1 Аналіз вихідних даних	30
2.2.2 Вибір принципової схеми пристосування	30
2.2.3 Силовий розрахунок верстатного пристосування.....	31
2.2.4 Оцінка точності пристосування	34
2.3 Розробка даних для проектування дільниці цеху.....	36
2.3.1 Аналіз вихідних даних для проектування дільниці цеху	36
2.3.2 Розрахунок кількості виробничого устаткування дільниці	36
2.3.3 Розрахунок кількості робочих дільниці цеху	38
2.3.4 Розрахунок виробничої площі дільниці цеху	39
2.3.5 Розрахунок технологічної собівартості продукції	40
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	44
3.1 Загальна характеристика умов праці.....	44
3.2 Техніка безпеки та пожежна безпека	48
3.3 Захист навколишнього середовища.....	51
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	52
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	53
Додаток А – Специфікація верстатного пристрою	56
Додаток Б – Специфікація технологічного обладнання дільниці цеху	57

					6.131.221566.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст		
Розроб.		Нейденко					
Перевір.		Банчук					
Реценз.							
Н. Контр.		Негрюб					
Затверд.		Негрюб			Літ. Арк. Акрушіб		
						1	1
					МОНУ, УДУНТ Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т		

ВСТУП

Сучасне машинобудівне виробництво потребує постійного вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей, підвищення точності обробки, зменшення трудомісткості та забезпечення стабільної якості продукції. Одним із важливих напрямів розвитку є використання верстатів з числовим програмним керуванням, які дають змогу автоматизувати процес обробки, скоротити час виготовлення деталей і підвищити продуктивність праці.

Шліцьові вали належать до відповідальних деталей машин, оскільки вони призначені для передавання крутного моменту та забезпечення надійного з'єднання з іншими елементами механізму. Від точності виготовлення шліців, посадкових поверхонь, канавок, фасок і торців залежить правильність роботи вузла, довговічність механізму та надійність передачі руху. Тому технологічний процес виготовлення шліцьового валу повинен забезпечувати необхідну точність розмірів, якість поверхонь і відповідність вимогам креслення.

У даній роботі розглядається обробка шліцьового валу згідно з кресленням із застосуванням токарних та фрезерних операцій, а також використанням керуючої програми у вигляді G-коду. Особлива увага приділяється вибору заготовки, базуванню деталі, підбору ріжучого інструменту, послідовності технологічних переходів і формуванню програми для верстата з ЧПК.

Метою випускної роботи є видача вихідних даних для проектування ділянки механічного цеху по виробництву деталей типу «вал». Даною роботою передбачається розробка технологічного процесу виготовлення валу шліцьового, який є однією з відповідальних деталей складального вузла, тому від якості його виготовлення залежить довговічність і робота вузла, що забезпечує задану якість, експлуатаційні показники працездатності, надійність і довговічність виробу в цілому.

					6.131.221566.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ		
Розроб.		Найденко					
Перевір.		Банчук					
Реценз.							
Н. Контр.		Незруб					
Затверд.		Незруб					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						7	1
					МОНУ, УДУНТ Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т		

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи

1.1.1 Службове призначення виробу і деталі

Шліцьовий вал призначений для передавання обертального руху та крутного моменту між деталями механізму, які розташовані на одній осі. Завдяки наявності поздовжніх шліців на робочій частині вал забезпечує надійне з'єднання зі спряженою деталлю, наприклад зубчастим колесом, муфтою, втулкою або іншим елементом передачі.

Шліци дають змогу передавати значні навантаження без повертання деталі відносно валу, а також забезпечують точне центрування спряжених елементів. Залежно від конструкції вузла шліцьове з'єднання може допускати осьове переміщення деталі вздовж валу, зберігаючи при цьому передавання обертання.

Даний вал застосовується як відповідальний елемент приводу або редуктора. Він сприймає крутний момент, передає його на з'єднані деталі та працює в умовах змінних навантажень. Ступінчаста форма валу необхідна для встановлення підшипників, втулок та інших деталей. Канавки, фаски й різьбові ділянки призначені для зручності складання, фіксації деталей і забезпечення правильного монтажу вузла (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Вал шліцьовий

					6.131.221566.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналітична частина		
Розроб.		Найденко					
Перевір.		Бончук					
Реценз.							
Н. Контр.		Негруд					
Затверд.		Негруд			Літ.		
					Арк.		
					Акрюшів		
					8		
					1		
					МОНУ, УДУНТ		
					Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т		

1.1.2 Аналіз технологічності конструкції деталей

Конструктивно деталь представлена, як східчастий вал, причому діаметри убувають до кінців валу. По поверхнях Ø40k6 валу установлюється підшипники. У канавку шириною 2,8 мм і 3 мм установлюються стопорні кільця для фіксації підшипників і шестірень у зібраному вузлу. Вал виготовляється зі сталі 45 ДСТУ 1050-88, що має достатню міцність і гарну оброблюваність.

Деталь складається з простих елементів, тому не виникає труднощів при обробці деталі. Конструкція має достатню жорсткість, що допускає застосування високих режимів різання. У якості технологічних баз доцільно виконати й використати центрові отвори.

Шорсткість поверхонь відповідає точності обробки. З огляду на умови роботи, річну програму випуску й конфігурацію деталі, вважаємо, що її матеріал обраний правильно.

Розміри на кресленні проставлені правильно, повно й зручно для контролю й конфігурація деталі забезпечує вільний доступ ріжучих і мірятьних інструментів до всіх поверхонь обробки.

У цілому деталь технологічна.

1.1.3 Визначення типу виробництва

Для проектованої дільниці цеху серійність виробництва визначати за коефіцієнтом серійності. Для цього визначається такт випуску [1]:

$$\tau := \frac{60 \cdot \Phi_d}{N}, \quad (1.1)$$

де N – річний випуск продукції деталей, $N = 1500$ шт.

Φ_d – дійсний річний фонд часу, $\Phi_d = 4015$ год.

$$\tau_B = \frac{60 \cdot 4015}{1500} = 160,6 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт серійності визначаємо за формулою:

$$K_{\text{ср}} := \frac{\tau}{T_{\text{штср}}}, \quad (1.2)$$

де $T_{\text{штср}}$ – середній штучний час по операціях обробки деталей,

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

n – число основних операцій технологічного процесу.

Попередньо $T_{шт.ср.}$ підраховується за заводською трудомісткістю.

$$T_{шт.ср.} = \frac{45.52}{16} = 2.85$$

Підставивши значення у формулу (1.2.) одержимо

$$K_c = \frac{112.42}{2.85} = 39.45$$

При $K_c < 40$ – тип виробництва – дрібносерійний.

По методу виробництва дана діляниця цеху буде непотоковою тобто в цьому випадку запуск у виробництво кожного виду деталей буде здійснюватися партіями. При цьому оптимальна кількість заготовок у партії для одного запуску визначається по формулі[2]:

$$n := \frac{N \cdot f}{\Phi_d}, \quad (1.4)$$

де f – число днів, на яке необхідно мати запас деталей на складі,

$f = 3$ дні.

Підставивши значення (формула 1.4), одержимо:

$$n = 1500 \cdot 3 / 251 = 18 \text{ шт.}$$

Таким чином, величина партії деталей запускаються одночасно у виробництво становить 18шт. деталей.

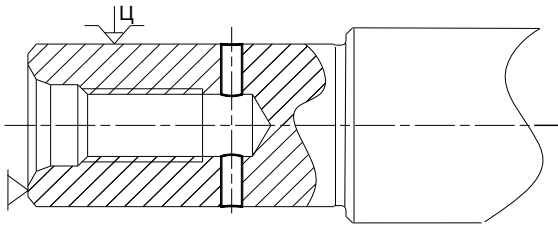
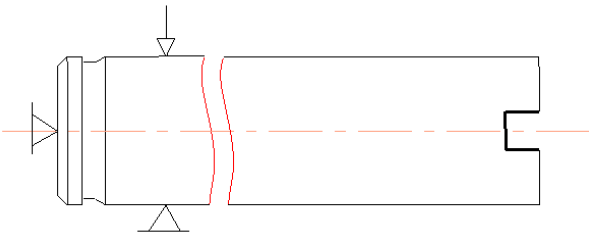
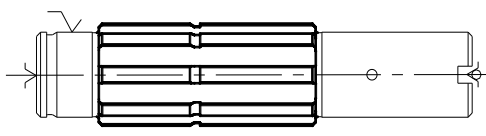
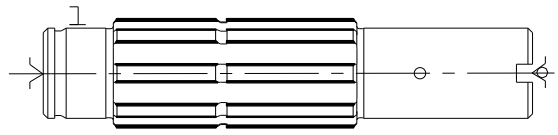
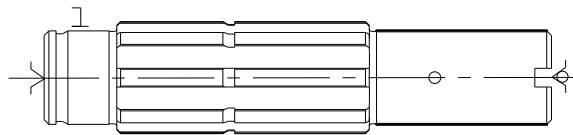
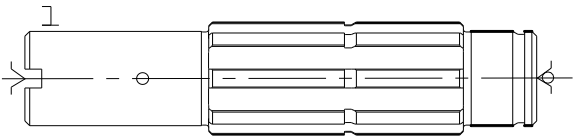
1.2 Аналіз технологічного процесу базового заводу

Поопераційний маршрут обробки основних формотворних поверхонь заданої деталі за базовим заводом представляємо у вигляді таблиці 1.1.

Проаналізувавши базовий технологічний процес деталі “вал шліцьовий”, виготовлений зі сталі 45 ДСТУ 1050-88, бачимо, що технологічний процес відповідає серійному типу виробництва, заготівка прокат ($\varnothing 50 \times 216$), при цьому коефіцієнт використання матеріалу становить 0,49. На більшій частині операцій обробки елементом, що базує, є отримані центрувальні отвори й торці. Технологія обробки й вибір устаткування підібрані на основі конфігурації, розмірів і твердості деталі. У якості оснащення й інструмента підібрані стандартні пристосування відповідно до точності й шорсткістю оброблюваних поверхонь.

Таблиця 1.1 – Типовий маршрут обробки

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4
040	Свердлильна		Вертикально-свердильний 2H125
045	Фрезерна		Горизонтально-фрезерний 6P82
050	Слюсарна		Верстат слюсарний
055	Шліцефрезерна		Шліцефрезерний 5350
060	Мийна		Машина мийна
065	Термічна		ТВЧ
070	Шліфувальна		Круглий-шліфувальний 3M151Y
075	Шліфувальна		Круглий-шліфувальний 3M151Y
080	Шліфувальна		Круглий-шліфувальний 3M151Y
085	Слюсарна		Верстат слюсарний
090	Мийна		Мийна машина
095	Контрольна		Стіл БТК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.131.221566.ПЗ

Арк.

12

Підчас аналізу типового технологічного процесу виготовлення шліцьового вала було визначено низку недоліків, які необхідно усунути під час проєктування вдосконаленого технологічного процесу:

- застосування малопродуктивного універсального устаткування, що призводить до збільшення кількості технологічних переходів та операцій, а отже, підвищує трудомісткість виготовлення деталі;
- використання переважно універсального ріжучого та вимірювального інструменту, що збільшує допоміжний час на встановлення, налагодження, контроль і переналагодження обладнання;
- значну кількість переустановлень деталі, що може негативно впливати на точність взаємного розташування оброблюваних поверхонь;
- недостатній рівень механізації та автоматизації технологічного процесу, що знижує стабільність якості обробки;
- підвищену ймовірність виникнення похибок під час обробки шліцьових поверхонь через складність їх формоутворення та необхідність забезпечення точного профілю шліців.

У проєктованому технологічному процесі передбачено впровадження таких рішень щодо вдосконалення:

- концентрація операцій і переходів на одному верстаті, тобто перехід до малостадійного технологічного процесу шляхом об'єднання декількох операцій, які раніше виконувалися окремо, на одному оброблювальному центрі або верстаті з ЧПК;
- застосування сучасного обладнання з числовим програмним керуванням, що дає змогу зменшити кількість ручних операцій, скоротити допоміжний час і підвищити продуктивність обробки;
- зменшення кількості переустановлень деталі, що сприяє підвищенню точності обробки та забезпеченню кращої співвісності поверхонь вала;
- використання спеціалізованого ріжучого інструменту для обробки шліцьових поверхонь, канавок, фасок і посадкових ділянок, що дозволяє підвищити якість поверхонь і зменшити зношування інструменту;
- застосування сучасних методів контролю розмірів і форми деталі, зокрема використання спеціальних калібрів, шаблонів та вимірювальних пристроїв для контролю шліцьових поверхонь;
- розгляд і вибір раціонального методу формоутворення шліцьових поверхонь з метою підвищення точності профілю шліців, покращення якісних показників деталі та зменшення кількості браку.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Проектування технологічного процесу

2.1.1 Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки

Оптимальний метод одержання заготовки визначається на підставі аналізу матеріалу деталі, її призначення й технічних вимог до виготовлення, а також техніко-економічного розрахунку технологічної собівартості деталі. Застосування прогресивних методів одержання заготівки із малими припусками на механічну обробку знижує її трудомісткості й собівартість, однак додаткові витрати на оснащення заготівельного цеху окупаються тільки при достатніх розмірах програмного завдання.

Відповідно до вимог креслення та у результаті аналізу конструкції деталі доходимо висновку, що заготовка може бути отримана з прокату.

Матеріал використається не зовсім неефективно. Однак застосування для одержання заготовки інших методів одержання не доцільно через малі перепади діаметрів, жорсткість конструкторських вимог до співвісності, биттю поверхонь, а також високих вимог до точності, крім того це приведе до збільшення вартості валу. Таким чином приймаємо круг $\frac{50\text{ДСТУ 2590}-88}{45\text{ДСТУ 1050}-88}$.

Маса деталі $Q = 3,1$ кг

Маса заготовки $Q = 6,3$ кг

$K_{im1} = 3,1 / 6,3 = 0,49$

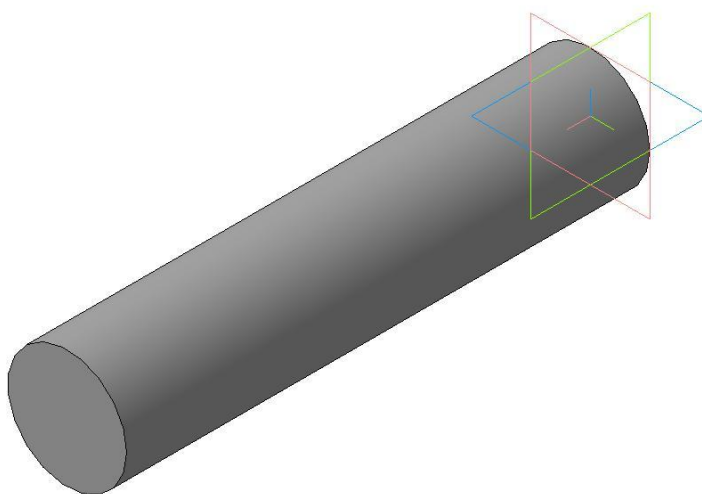


Рисунок 2. 1 – Модель заготовки з прокату

					6.131.221566.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Найденко			Основна частина		
Перевір.		Бончук					
Реценз.							
Н. Контр.		Негруд					
Затверд.		Негруд					
					Лит.	Арк.	Аркушів
						14	1
					МОНУ, УДУНТ Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т		

Вартість заготовки визначається за формулою [1]:

$$M = Q_3 S_K K_T - q S_{отх}, \text{ грн.} \quad (2.1)$$

де S_K – оптова ціна за 1кг заготовки по прейскуранті, грн;

K_T – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготовчі витрати;

q – маса реалізованих відходів, кг;

$S_{отх}$ – ціна за 1кг відходів, $S_{отх} = 3,2$ грн.

Техніко-економічне визначення технологічної собівартості деталі й ріст економії матеріалів представляємо у вигляді порівняльного розрахунку двох можливих варіантів одержання заготовки з гарячекатаного або каліброваного прокату [1].

$$M_1 = 3,1 \cdot 33,8 \cdot 1,05 - 3,2 \cdot 6 = 90,81 \text{ грн.}$$

$$M_2 = 3,1 \cdot 57,5 \cdot 1,05 - 3,2 \cdot 6 = 167,96 \text{ грн.}$$

Різниця між вартістю обраних заготовок [1]:

$$A = M_{\max} - M_{\min}, \quad (2.2)$$

де $M_{\max}$ – вартість дорогої заготовки, грн;

$M_{\min}$ – вартість менш дорогої заготовки, грн.

$$A = 167,96 - 90,81 = 77,15 \text{ грн.}$$

Річна економія за вартістю заготовок визначається [1]:

$$\mathcal{E}_{сз} = A \cdot N, \quad (2.3)$$

де N – річна програма випуску деталей, шт.

$$\mathcal{E}_{сз} = 77,15 \cdot 1500 = 115725 \text{ грн.}$$

З двох методів отримання заготовки вибір роблять виходячи з умов забезпечення максимальної продуктивності праці та мінімальної собівартості заготовки.

Повна річна економія від упровадження прогресивних заготовок з урахуванням скорочення витрат на механічну обробку визначається за формулою [1]:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{сз.} + (Z_1 - Z_2) \left(1 + \frac{H}{100}\right) N, \text{ грн.,} \quad (2.4)$$

де H – цехові накладні витрати (приймати 200 – 300 %);

Z_1 і Z_2 – основна заробітна платня виробничих робітників по двох варіантах на тих операціях механічної обробки, де відобразиться величина припуску на обробку, грн.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основна заробітна платня виробничих робітників за виконання однієї операції $Z_{оп}$ визначається за формулою [1]:

$$Z_{оп} = S_M \cdot T_{шт.}, \text{ грн.}, \quad (2.5)$$

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

$T_{шт.}$ – штучний час, хв.

Хвилинна заробітна платня визначається за формулою [1]:

$$S_M = S \cdot k, \text{ грн.}, \quad (2.6)$$

де S – годинна ставка, залежна від розряду роботи ($S = 0,688$), грн.;

k – тарифний коефіцієнт даного розряду роботи ($k = 1,48$).

$$S_M = 0,688 \cdot 1,48 = 1,02 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітна платня по всіх операціях [1]:

$$Z = \sum_{i=1}^n S_M T_{шт.}, \text{ грн.}, \quad (2.7)$$

де n – число операцій технологічного процесу.

$$Z_{оп1} = 1,02 \cdot 115,5 = 117,81 \text{ грн.},$$

$$Z_{оп2} = 1,02 \cdot 112,5 = 114,75 \text{ грн.},$$

Повна річна економія від впровадження прогресивних заготовок з урахуванням скорочення витрат на механічну обробку складе:

$$\Xi = 115725 - (117,5 - 114,75) \left(1 + \frac{200}{100}\right) \cdot 1500 = 101955 \text{ грн.}$$

Таким чином, метод одержання заготовки з прокату найбільш доцільний, оскільки коефіцієнт вагової точності та собівартість при застосуванні даного методу менше. Оформлення креслення заготовки розробляємо за допомогою ДСТ 2590-88 [1].

2.1.2 Вибір методів обробки

Сукупність виконання технологічних операцій становить маршрут обробки. Для складання маршруту обробки встановлюємо план обробки основних поверхонь деталей. Число щаблів і методи обробки основних поверхонь деталі наведені з урахуванням довідника .

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – План обробки основних поверхонь деталі

Поверхні деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	Точність	Шорсткість	Технологічні переходи	Точність	Шорсткість,
Ø40k6	$\varnothing 40^{+0.011}_{-0.007}$	Ra5	Заготовка Чорнове точіння Напівчистове точіння Чистове точіння Шліфування	js16 h12 h10 h8 k6	Ra 40 Ra 12.5 Ra 6.3 Ra 3.2 Ra 1.25
Ø37,5h12	$\varnothing 37.5_{-0.34}$	Ra 10	Заготовка	js16	Ra 40
Ø39,5h12	$\varnothing 39.5_{-0.25}$		Чорнове точіння	h14	Ra 12.5
Ø45,5h12	$\varnothing 45.5_{-0.34}$		Чистове точіння	h12	Ra 10
Ø48e8	$\varnothing 48^{+0.05}_{-0.09}$	Ra 10	Заготовка Чорнове точіння Напівчистове точіння Чистове точіння Шліценарізна	js16 h14 h12 e10 e8	Ra 40 Ra 12.5 Ra 6.3 Ra 3.2 Ra 1.25
Ø5H15	$\varnothing 5^{+0.48}_{-0.00}$	Ra 12,5	Свердлення	H15	Ra12,5
M18x1.5-6H	M18x1,5-6H	Ra 1,25	Свердлення Зенкування Нарізання різі	H10 H8 6H	Ra 12.5 Ra 10 Ra 5
Ø20H14	$\varnothing 20^{+0.52}$	Ra 10	Свердлення Зенкування	H16 H14	Ra 20 Ra 10
Ø24H14	$\varnothing 24_{-0.09}$	Ra 10	Свердлення Зенкування	H16 H14	Ra 12,5 Ra 10
8H15	$\varnothing 8^{+0.50}_{-0.00}$	Ra 10	Фрезерування	H15	Ra 10

2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз

При виборі технологічних баз необхідно керуватися рядом технічних вимог і рекомендацій. Відповідно до рекомендацій приймаємо наступні технологічні бази:

- на фрезерно-центрувальній операції приймаємо поверхню Ø 50;
- на наступних операціях (токарні чорнові, токарні чистові) у якості технологічних баз використовуються отримані на попередній операції центрові отвори, торці;
- на свердлильних операціях приймаємо зовнішні циліндричні поверхні й торець;
- на нарізній і шліфувальній операціях як технологічні бази використовуються центрові отвори й торці деталі;
- на фрезерній операції при фрезерування паза використовуються циліндричну поверхню й торець.

У всіх випадках реалізується подвійна напрямна база, що позбавляють чотирьох ступенів свободи і опорна, що позбавляє деталь однієї ступенів свободи.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.4 Формування маршруту виготовлення деталей

Маршрути обробки корпусу муфти представлений у вигляді таблиць 2.2

Таблиця 2.2 – Маршрут обробки валу шліцьового

№ п/п	Найменування операції	Зміст операції	Спосіб установки на верстаті	Технологічні бази
1	Термічна	НВ 187...229		
2	Фрезерно-центрувальна	Фрезерувати торці з двох сторін в розмір 213 мм	Лещата призматичні	Поверхня Ø 50
3	Токарна з ЧПК	Точити поверхні канавки та фаски з однієї сторони деталі	3-х кулачковий патрон, центр обертотий	поверхні Ø40, торець
4	Токарна з ЧПК	Точити поверхні витримавши розміри, фаски, канавки з протилежної сторони деталі Свердли, зенкерувати нарізати різь отв. М18.	3-х кулачковий патрон, центр обертотий	поверхні Ø40, торець
5	Свердлильна	Свердли отвір Ø5	Пристрій пневматичний	поверхні Ø40, торець
6	Фрезерна	Фрезерувати паз витримавши розмір 7мм	Лещата призматичні	поверхні Ø40, торець
7	Слюсарна			
8	Шліценакатна	Накатака шліців	спец. пристрій	поверхні Ø40, торець
9	Мийна			
10	Контрольна			
11	Термічна			
12	Шліфувальна	Шліфувати поверхню Ø40, торець	Центра	Поверхні центр. отворів
13	Слюсарна			
14	Контроль			

2.1.5 Вибір технологічного устаткування

Відповідно до прийнятого плану обробки становимо маршрутний технологічний процес і оформляємо маршрутні карти.

Вирішальним фактором при виборі устаткування є забезпечення заданої точності і якості оброблюваних поверхонь при максимальній продуктивності праці. Верстати загального призначення вибираємо по каталогах і довідкових таблицях із вказівкою в маршрутному технологічному процесі типу й моделі.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розробці операційного технологічного процесу необхідно буде зробити коректування прийнятого устаткування по потужності й по оптимальних режимах різання. Універсальне обладнання яке застосовується для виготовлення валу шліцевого наступне:

- Фрезерно-центрувальний п/а MP76AM
- Вертикально-свердлильний верстат 2H135
- Вертикально-фрезерний консольний 6P12
- Шліценкатний прес П-0532
- Круглошліфувальний верстат 3M153

У якості сучасного оброблювального центру обрано токарний з ЧПУ HAAS, модель ST-20. Токарні верстати HAAS-серії ST мають вимірювальні щупи для на-строювання інструментів, системи охолодження, транспортер для видалення стружки і багато інших опцій. Щоб працювати в автоматичному циклі можна викорис-товувати автоматичний пристрій подачі прутка і приймач деталей.

Технічні характеристики:

- найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм: 440
- найбільша довжина оброблюваної заготовки 762 мм;
- найбільший діаметр прутка через отвір шпинделя 58 мм;
- частота обертання шпинделя 10-3500 об / хв;
- шпиндель конус A2-5, ремінний привід 6 кВт;
- патрон 3-х кулачковий 210мм;
- система ЧПУ HAAS (на базі Fanuc 16M).

Прийняте устаткування заносимо у відповідні графи маршрутної карти.

2.1.6 Визначення припусків на обробку та розмірів заготовки

Розрахунково-аналітичним методом визначаємо припуски на саму точну по-верхню $\varnothing 40k6^{(+0,018)}_{+0,002}$.

Сумарне відхилення розташування при обробці заготовки даного типу в цен-трах по формулі [7]:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma_k}^2 + \Delta_{\varphi}^2}, \text{ мкм} \quad (2.8)$$

де Δ_{Σ_k} - загальне відхилення осі від прямолінійності, розраховується по фор-мулі :

$$\Delta_{\Sigma_k} = \Delta_k \cdot l, \text{ мкм} \quad (2.9)$$

де $\Delta_{до}$ – питома кривизна заготовки, $\Delta_{до} = 0,45 \text{ мкм} / \text{мм}$;

l – відстань від оброблюваного перетину до найближчої опори.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_{\Sigma_k} = 0,45 \cdot 216 = 97,2 \text{ мкм}$$

$\Delta_{\text{ц}}$ - зсув осі заготовки в результаті в результаті погрішності центрування, розраховується по формулі:

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25 \cdot T, \text{ мкм} \quad (2.10)$$

де T – допуск на діаметральний розмір бази заготовки, використаної при центруванні, мм.

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25 \cdot 1400 = 350 \text{ мкм}$$

Отже, сумарне відхилення розташування при обробці заготовки даного типу в центрах буде:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{97,2^2 + 350^2} = 363,25 \text{ мкм}$$

Погрішність установки:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} \quad (2.11)$$

де ε_6 – погрішність базування, $\varepsilon_6 = 0$, тому що дотримується правило єдності баз;

ε_3 – погрішність закріплення, $\varepsilon_3 = 0$, тому що при установці деталі в затискний пристрій (центра) забезпечується сталість зусиль затискача;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрішність пристосування, що враховують величиною, що входить у погрішність закріплення, тому що виявити її самостійне значення важко, $\varepsilon_{\text{пр}} = 0$.

Звідси, $E = 0$.

Залишкова величина просторових відхилень розташування заготовки після обробки визначають по формулі:

$$\Delta_{\text{ост}} = K_y \cdot \Delta, \text{ мкм} \quad (2.12)$$

- після чорнового точіння $\Delta_{\text{чорн.}} = 0,06 \cdot 363,25 = 21,8 \text{ мкм};$
- після напівчистового точіння $\Delta_{\text{напівчистий.}} = 0,05 \cdot 363,25 = 18,16 \text{ мкм};$
- після чистового точіння $\Delta_{\text{чистий.}} = 0,04 \cdot 363,25 = 14,53 \text{ мкм.}$
- після шліфування $\Delta_{\text{шліф.}} = 0,03 \cdot 363,25 = 10,9 \text{ мкм.}$

Розрахунок мінімальних значень припусків розраховуємо за формулою:

$$2Z_{\min} = 2 (R_{Zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1}), \quad (2.13)$$

де R_Z – висота нерівностей профілю, мкм;

h – глибина дефектного поверхневого шару, мкм;

Δ - сумарне значення просторових відхилень, мкм.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальний припуск:

- під чорнове точіння

$$2Z_{\min 1} = 2 (125 + 150 + 363,25) = 2 \times 638 = 1272 \text{ мкм};$$

- під напівчистове точіння

$$2Z_{\min 2} = 2 (63 + 60 + 21,8) = 2 \times 145 = 290 \text{ мкм};$$

- під чистове точіння

$$2Z_{\min 3} = 2 (32 + 30 + 18,16) = 2 \times 80 = 160 \text{ мкм};$$

- під однократне шліфування

$$2Z_{\min 4} = 2 (6,3 + 14,53) = 2 \times 21 = 42 \text{ мкм}.$$

Розрахунковий розмір знаходимо шляхом послідовного додатка мінімального припуску кожного технологічного переходу

$$dp_4 = 40,000 + 0,042 = 40,042 \text{ мм};$$

$$dp_3 = 40,042 + 0,160 = 40,202 \text{ мм};$$

$$dp_2 = 40,202 + 0,290 = 40,492 \text{ мм};$$

$$dp_1 = 40,492 + 1,272 = 41,764 \text{ мм}$$

Найменший граничний розмір визначаємо шляхом округлення розрахункового діаметра. Найбільші граничні розміри обчислюємо додатком допуску до округленого найменшого граничного розміру:

$$d_{\max 5} = 40,002 + 0,016 = 40,018 \text{ мм};$$

$$d_{\max 4} = 40,042 + 0,025 = 40,067 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 40,202 + 0,062 = 40,264 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 40,492 + 0,250 = 40,742 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 41,764 + 0,620 = 42,384 \text{ мм}.$$

Граничні значення припусків $Z_{\max}^{\text{пр}}$ визначаємо як різниця найбільших граничних розмірів і $Z_{\min}^{\text{пр}}$ - як різниця найменших граничних розмірів попередніх і виконуваного переходів:

$$2 Z_{\max 4}^{\text{пр}} = 40,067 - 40,018 = 0,049 \text{ мм};$$

$$2 Z_{\max 3}^{\text{пр}} = 40,264 - 40,067 = 0,197 \text{ мм};$$

$$2 Z_{\max 2}^{\text{пр}} = 40,742 - 40,264 = 0,478 \text{ мм};$$

$$2 Z_{\max 1}^{\text{пр}} = 42,384 - 40,742 = 1,642 \text{ мм};$$

$$2 Z_{\min 4}^{\text{пр}} = 40,042 - 40,002 = 0,040 \text{ мм};$$

$$2 Z_{\min 3}^{\text{пр}} = 40,202 - 40,042 = 0,16 \text{ мм};$$

$$2 Z_{\min 2}^{\text{пр}} = 40,492 - 40,202 = 0,29 \text{ мм};$$

$$2 Z_{\min 1}^{\text{пр}} = 41,764 - 40,492 = 1,272 \text{ мм}.$$

Розраховані припуски оформляємо у вигляді таблиці 2.3

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Припуски й граничні розміри по технологічних переходах на обробку поверхні $\varnothing 40k6^{(+0,018)}_{(+0,002)}$ валу

№ п/п	Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір d_p , мм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мм	
		R_z	h	Δ				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}^{\min}$	$2Z_{\min}^{\max}$
1	Заготовка	125	150	363,25		41,764	620	41,764	42,384		
2	Точіння чернове	63	60	21,8	$2 \cdot 638$	40,492	250	40,492	40,742	1,272	1,642
3	Точіння напівчистове	32	30	18,16	$2 \cdot 145$	40,202	62	40,202	40,264	0,29	0,478
4	Точіння чистове	6,3	-	14,53	$2 \cdot 80$	40,042	25	40,042	40,067	0,16	0,197
5	Шліфування	3,2	-	10,9	$2 \cdot 21$	40,000	16	40,002	40,018	0,040	0,049

Схема розрахунку операційних розмірів для діаметра $\varnothing 40k6$ наведена на рисунку 2.2.

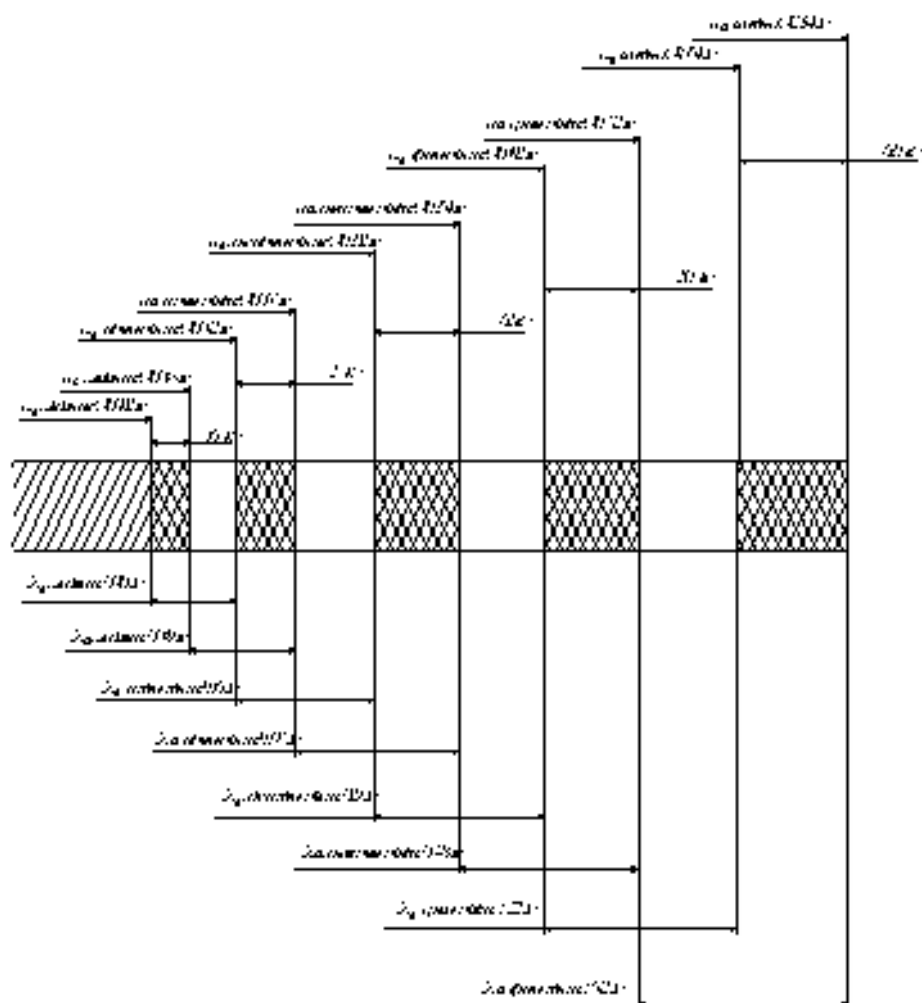


Рисунок 2. 2 – Схема розрахунку операційних розмірів для процесу із чотирьох операцій механічної обробки

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Розмірний аналіз і визначення операційних розмірів з допусками. Головне завдання розмірного аналізу технологічного процесу – правильне й обґрунтоване визначення проміжних і остаточних розмірів і допусків на них для оброблюваної деталі. Розмірну схему технологічного процесу становлять і оформляють у такий спосіб [6].

А. Креслення деталі, індексація поверхонь і розмірів. Робимо індексацію поверхонь, проставляємо конструкторські й технологічні розміри (рис. 2.3).

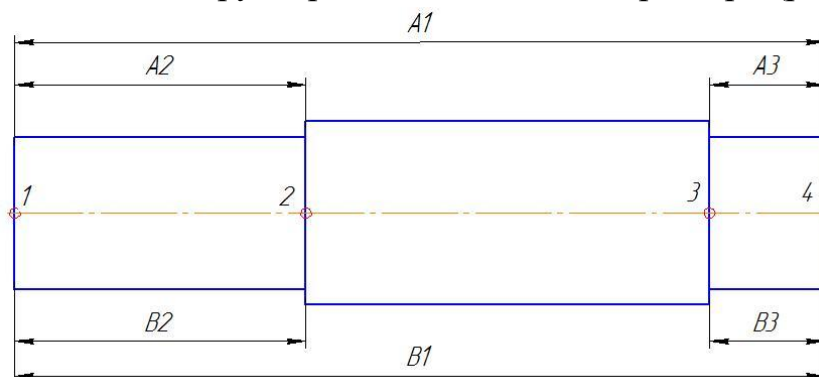


Рисунок 2. 3 – Ескіз деталі

Б. Креслення графа, його аналіз і виявлення технологічних розмірних ланцюгів. Виявлення розмірних ланцюгів може здійснюватися декількома способами - за розмірною схемою технологічного процесу й за допомогою графів (рис. 2.4)

В. Креслення й розрахунок розмірних ланцюгів. Будь-який отриманий замкнутий контур на сполученому графі, утворить технологічний розмірний ланцюг. У ній ребро вихідного контуру є замикаючою ланкою, а ребра похідного дерева – складовими ланками. Розмірні ланцюги представлені на рис. 2.5.

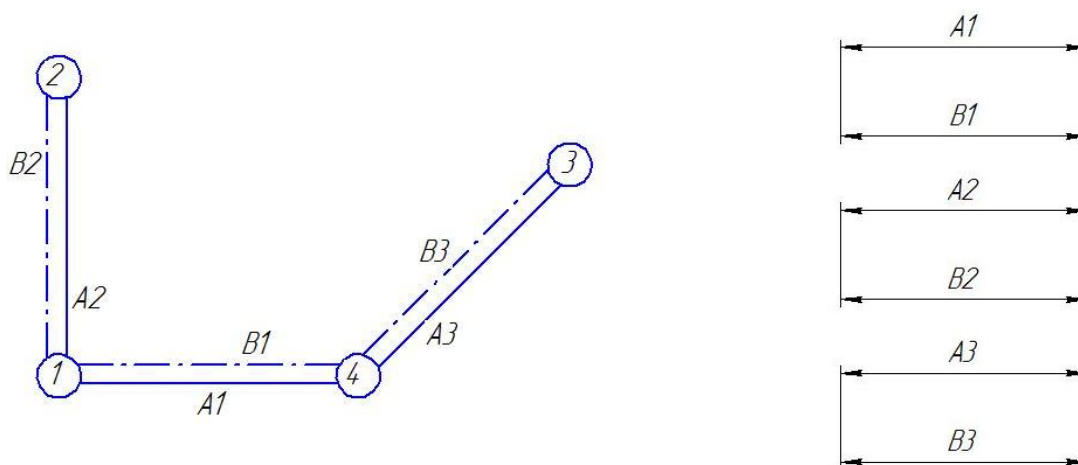


Рисунок 2. 4 – Граф комплексу конструкторських і технологічних розмірів

Рисунок 2. 5 – Комплекс розмірних ланцюгів

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.7 Вибір пристосувань

Вибір пристосувань і допоміжного інструменту здійснюється окремо для кожної технологічної операції з урахуванням характеру обробки, форми деталі, вимог до точності та продуктивності.

Під час обробки шліцьового валу на токарному верстаті застосовується сучасний трикулачковий самоцентрувальний патрон N-210 та центр. Трикулачковий патрон забезпечує швидке й надійне закріплення заготовки, а використання центра дає змогу підвищити жорсткість установаження та забезпечити співвісність оброблюваних поверхонь. Така схема базування особливо доцільна під час обробки довгих валів, оскільки дозволяє зменшити прогин деталі під дією сил різання.

При свердлінні отворів, фрезеруванні пазів і формоутворенні шліцьових поверхонь на валу застосовуються призми, упори та притискні елементи. Призми забезпечують стійке базування циліндричної поверхні валу, а притиски надійно фіксують деталь під час обробки, запобігаючи її зміщенню під дією сил різання. Це дозволяє забезпечити точність розташування пазів і шліців відносно осі валу.

До допоміжного інструменту, що використовується під час виготовлення деталі, належать центри, перехідні втулки, оправки, ключі для закріплення інструменту, патрони для свердел, державки різців, а також елементи кріплення та налагодження верстата.

Після вибору необхідних пристосувань і допоміжного інструменту їх найменування вносяться у відповідні графи операційних карт. Це забезпечує повноту технологічної документації та дає змогу правильно організувати підготовку виробництва перед виконанням кожної операції.

2.1.8 Вибір ріжучого та допоміжного інструмента

Вибір ріжучих і допоміжного інструментів здійснювався з урахуванням характеру виробництва, методу обробки, типу верстата, розмірів, конфігурації й матеріалу оброблюваної заготовки, необхідних якості поверхні й точності обробки.

Залежно від виду обробки в проектованому технологічному процесі застосовуємо стандартний різальний інструмент:

- для обробки торцевих поверхонь – фреза торцева Ø100мм T5K10 ДСТУ 3755-88;
- для центрування отворів - свердло центрувальне ГОСТ 14952-75
- для чорнової й чистової обробки циліндричних поверхонь - токарні прохідні відігнуті із пластинками із твердого сплаву. Різці токарні прохідні упорні із пластинами із твердого сплаву (різець PCLNR1616H09 R, пластина CN-09T3).

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для точіння канавок (різець 3G1R4H1 GYHR2525M50-M25L GYM25LC-H005);
- для накатування шліцьової поверхні - накатка пряма ГОСТ 21474-75;
- для виконання свердлильних операцій застосовуємо: свердло спіральне ГОСТ 10903-77 марка стали Р6М5К5;
- для виконання шліфувальні операції як ріжучий інструмент застосовуємо шліфувальні кола за ДСТУ 2424-75, розміри яких вибираються залежно від діаметра оброблюваної поверхні.

Прийняті ріжучі й допоміжні інструменти для кожної операції зазначені в прикладеному технологічному процесі.

2.1.9 Вибір засобів технічного контролю

При проектуванні даного технологічного процесу по відношенні до засобів технологічного контролю враховуються наступні правила. Оскільки основна частина операцій виконується на верстатах із програмним керуванням, то точність розмірів забезпечується технологічно, без засобів контролю, особливо це стосується розмірів, які не можуть бути поміряні. Якщо без засобів технологічного контролю обійтися неможливо, застосовуються засоби активного контролю для того, щоб виключити або скоротити до мінімуму час на технічні виміри. Для виміру діаметрів валів, отворів і довжин застосовуються універсальні інструменти й прилади до яких ставляться: штанген інструменти, вимірювальні головки, мікрометричні інструменти, важільні скоби й пробки.

Прийняті засоби контролю, залежно від точності контрольованих параметрів для кожної операції, записані в технологічних із вказівкою їхнього найменування, вимірюваного розміру або нормалі на виготовлення цих інструментів.

2.1.10 Проектування технологічного процесу обробки деталі

На основі прийнятого маршруту обробки деталі розробляємо технологічний процес (маршрутний, операційний) на кожен операцію.

2.1.11 Визначення режимів різання

Виконаємо розрахунок режимів різання на обробку поверхні $\varnothing 40k6^{(+0,018)}_{(+0,002)}$ мм.

Технологічний процес обробки поверхні включає: чорнове точіння, напівчистове точіння, чистове точіння, шліфування.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосовуване встаткування, різальний інструмент: токарський верстат зі ЧПУ, різець прохідної із чотиригранною пластиною з головним кутом у плані 90° і механічним кріпленням.

При чорновому точінні глибину різання приймаємо рівної припуску на чорнову обробку, тобто $t = 1,272$ мм. Величину подачі $S = 0,3$ мм/про.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо по формулі [6]:

$$V_P = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \text{ м/мин}, \quad (2.14)$$

де $T = 60$ хв. стійкість різця;

t – глибина різання, мм;

S – подача, мм/про.

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо по довіднику [6]: $C_V = 340$, $x = 0,15$, $y = 0,35$, $m = 0,2$.

Коефіцієнт K_V є добутком коефіцієнтів, що враховують вплив матеріалу заготовки $K_{mv} = 0,83$, стан поверхні $K_{nv} = 0,8$, матеріалу інструмента $K_{iv} = 0,65$.

Таким чином, $K_V = 0,83 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,433$.

Тоді

$$V_P = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,272^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} \cdot 0,433 = 91,84 \text{ м/мин}$$

Частота обертання шпинделя верстата, мм/про [6].

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}, \quad (2.15)$$

де d – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 91,84}{\pi \cdot 40,492} = 717,86 \text{ об/мин}$$

По паспорті верстата приймаємо $n_{пр} = 800 \text{ об/мин}$

По прийнятій частоті обертання робимо корекцію швидкості обертання.

$$V_{кор} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{пр}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40,492 \cdot 800}{1000} = 102,35 \text{ м/мин} \quad (2.16)$$

Силу різання визначаємо по формулі:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P \quad (2.17)$$

де C_P ; x ; y ; n – коефіцієнт і показники ступеня, прийнятими по довіднику.

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,642^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 102,35^{-0,15} \cdot 0,85 = 1158 \text{ Н}$$

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність різання визначають по формулі:

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт} \quad (2.18)$$

де P_z – сила різання, Н.

$$N = \frac{1158 \cdot 102,35}{1020 \cdot 60} = 1,94 \text{ кВт}$$

Потужність привода верстата цілком достатня для роботи з обраними режимами різання.

При напівчистовому точінні глибину різання приймаємо рівної припуску на чистову обробку, тобто $t = 0,29$ мм. Величину подачі $S = 0,1$ мм/про.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо аналогічно по формулі 2.19, як і при чорновій обробці. Стійкість різця $T = 60$ хв, значення емпіричних коефіцієнтів наступні [6]: $C_v = 420$, $x = 0.15$, $y = 0.2$, $m = 0.2$. Коефіцієнт $K_v = 0,433$ аналогічно.

Тоді

$$V_p = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,29^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,433 = 141,97 \text{ м/мин}$$

Частота обертання шпинделя верстата по формулі 2.17 дорівнює:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 141,97}{\pi \cdot 40,202} = 1123 \text{ об/мин}$$

Згідно паспорта верстата приймаємо $n_p = 1100$ про/хв.

Значення емпіричних коефіцієнтів для розрахунку сили різання [6]:

$$C_p = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15, K_p = 1.$$

Тоді по формулі 2.20 і формулі 2.21 сила різання й потужність:

$$P = 10 \cdot 300 \cdot 0,478^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 141,97^{-0,15} \cdot 1 = 536,03 \text{ Н},$$

$$N = \frac{536,03 \cdot 141,97}{1020 \cdot 60} = 1,24 \text{ кВт}$$

Потужність привода верстата цілком достатня для роботи з обраними режимами різання.

При чистовому точінні глибину різання приймаємо рівної припуску на чистову обробку, тобто $t = 0,16$ мм. Величину подачі $S = 0,1$ мм/про.

Швидкість різання (м/хв) знаходимо аналогічно по формулі 2.17, як і при чорновій обробці. Стійкість різця $T = 60$ хв, значення емпіричних коефіцієнтів наступні [6]: $C_v = 420$, $x = 0.15$, $y = 0.2$, $m = 0.2$. Коефіцієнт $K_v = 0,433$ аналогічно.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_P = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,16^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,433 = 162,27 \text{ м/мин}$$

Частота обертання шпинделя верстата по формулі 2.18 дорівнює:

$$n_p = \frac{1000 \cdot 162,27}{\pi \cdot 40,042} = 1290 \text{ об/мин}$$

Згідно паспорта верстата приймаємо $n_p = 1200$ про/хв

Значення емпіричних коефіцієнтів для розрахунку сили різання:

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

Тоді по формулі 2.20 і формулі 2.19 сила різання й потужність:

$$P = 10 \cdot 300 \cdot 0,197^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 162,27^{-0,15} \cdot 1 = 153,4 \text{ Н},$$

$$N = \frac{153,4 \cdot 40}{1020 \cdot 60} = 0,1 \text{ кВт}$$

Дані режим різання може бути реалізований, тому що $N \leq N \cdot \eta$.

2.1.12 Технічне нормування технологічного процесу

Для дрібносерійного виробництва норма штучного часу визначається [14]:

$$T_{ш.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \text{ хв.}, \quad (2.19)$$

де $T_{ш.к.}$ – норма штучно - калькуляційного часу, хв.;

$T_{шт.}$ - норма штучного часу, хв.;

$T_{п.з.}$ - норма підготовчо-заключного часу на партію деталей, хв.;

n - розмір партії деталей, шт.

Визначаємо основний технологічний час для одного переходу [14]:

$$T_{шт.} = T_o + T_b + T_{тех.} + T_{орг.} + T_{нп.}, \quad (2.20)$$

де T_o – основний технологічний час, хв.;

T_b – допоміжний час, хв.;

$T_{тех.}$ – час технічного обслуговування робочого місця, хв.;

$T_{орг.}$ – час організаційного обслуговування робочого місця, хв.;

$T_{нп.}$ – час перерв, хв.

Основний час визначається розрахунком для кожного технологічного переходу залежно від методу обробки [14]:

$$T_o = \frac{L_p}{S_m} \cdot i, \quad (2.21)$$

де L_p – розрахункова довжина обробки (довжина робочого ходу), мм;

i - число проходів;

S_m – хвилинна подача, мм/хв.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для окремих видів обробки ця формула може мати трохи інший вид (стругання, протягання, шліфування), однак суть залишається завжди однієї й тієї ж.

Допоміжний час установлюється для кожного технологічного переходу по нормативах і розраховується по формулі [14]:

$$T_v = T_{v.в.} + T_{v.пров.} + T_{v.изм.}, \quad (2.22)$$

де $T_{v.в.}$ - час установки й зняття заготовки, хв.;

$T_{v.пров.}$ - час, пов'язане з переходом, хв.;

$T_{v.изм.}$ - час на виміри, хв.

Для операції основний технологічний час визначається підсумовуванням T_{oi} і T_{vi} по технологічних переходах.

Оперативний час операції [14]:

$$T_{оп} = T_o + T_v, \text{ хв} \quad (2.23)$$

Норми часу на виконання операцій представлені у зведеній відомості норм часу по операціях у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена відомість норм часу по операціях

Найменування операцій	T_o	T_v	$T_{оп}$	$T_{тех}$	$T_{орг}$	$T_{отд}$	$T_{шт}$
Фрезерно-центрувальна	2,18	1,45	3,64	0,11	0,15	0,11	4,00
Токарна з ЧПУ	9,00	6,00	15,00	0,45	0,60	0,45	16,50
Токарна з ЧПУ	5,45	3,64	9,09	0,27	0,36	0,27	10,00
Свердлильна	1,36	0,91	2,27	0,07	0,09	0,07	2,50
Фрезерна	2,45	1,64	4,09	0,12	0,16	0,12	4,50
Слюсарна	4,64	3,09	7,73	0,23	0,31	0,23	8,50
Шліценкатна	6,71	4,47	11,18	0,34	0,45	0,34	12,30
Промивка	0,16	0,11	0,27	0,01	0,01	0,01	0,30
Шліфувальна	5,35	3,56	8,91	0,27	0,36	0,27	9,80
Слюсарна	4,64	3,09	7,73	0,23	0,31	0,23	8,50
Промивка	0,16	0,11	0,27	0,01	0,01	0,01	0,30
Контрольна	7,36	4,91	12,27	0,37	0,49	0,37	13,50

2.1.13 Проектування наладок

При проектуванні розробляємо технологічні наладки на технологічні переходи токарної операції. Оформлення схем налагоджень на верстатах наступне. Оброблювана заготовка зображується в довільному масштабі і необхідній кількості проєкцій. На заготовці вказуються розміри отримані при обробці з граничними відхиленнями і шорсткістю. Оброблюючи поверхні прив'язуються до технологічних баз. На налагодження вказуємо напрямок робочих рухів ріжучих інструментів і заготовки, ріжучий інструмент в кінці робочого ходу і спосіб кріплення інструменту на верстаті. На вільному полі креслення вказуємо: назву операції, найменування та модель верстата, пристосування, ріжучий інструмент і режими обробки.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розрахунок верстатного пристосування

2.2.1 Аналіз вихідних даних

Оброблювана деталь, відноситься до класу «валів». Деталь виготовлена зі сталі 45 ДСТУ 1050 – 88, твердість - 241...285НВ. Габаритні розміри: Ø48×213мм.

Верстатне пристосування розробляємо для одержання наскрізного отвору. Глибина отвору 40 мм, діаметр – Ø5^{+0,58} мм, шорсткість – Ra20. Доступ інструмента до оброблюваної поверхні вільний. Є присутнім ряд поверхонь зручних для базування. Твердість заготовки - достатня. Режими різання не обмежені. Конструкція деталі і її точність дозволяє вести обробку на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135. Як інструмент застосуємо свердло Ø5 з конічним хвостовиком зі швидкорізальної сталі Р6М5 ДСТУ 10903 - 77.

2.2.2 Вибір принципової схеми пристосування

Задана виробнича програма може бути виконана із застосуванням одномісного пристосування в тому випадку, якщо витрати на даному етапі обробки не перевищують фонд часу на виготовлення однієї деталі. Т.е. штучний час повинне бути менше такту випуску деталей [14]:

$$\tau = \frac{Fd \cdot n \cdot 60}{N}, \quad (2.24)$$

де τ - такт випуску, хв.;

Fd - дійсний річний фонд часу при однозмінній роботі, година;

n - кількість робочих змін;

N - виробнича програма, шт.

Приймаємо $Fd=2040$ ч, $n=2$, $N=1500$. Підставляючи ці значення у формулу (2.24):

$$\tau = \frac{2040 \cdot 2 \cdot 60}{1500} = 163.2 \text{ хв};$$

Тому що $T_{шт} \leq \tau$, те для виконання програми, досить одномісного пристосування.

Базування деталі може бути здійснене по схемі базування циліндрових деталей типу «вал» (рис. 2.9). В цьому випадку реалізується подвійна направляюча база. Для закріплення заготовки при обробці вибираємо призми та затискні механізми.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.3 Силовий розрахунок верстатного пристосування

У процесі обробки на деталь і елементи пристосування будуть діяти: сила різання $P_z = 6783\text{Н}$ (розраховано виходячи з умов обробки), сила закріплення Q , сила ваги G і створені ними сили тертя $F_{\text{тр}}$. У процесі розрахунків силою ваги будемо зневажати, тому що маса деталі дорівнює 3,1 кг, що менше 10 кг.

Для компенсації можливих випадкових відхилень сили різання введемо коефіцієнт запасу [11]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (2.25)$$

де $K_0 = 1,5$ гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1,2$ урахує стан базових поверхонь;

$K_2 = 1,4$ урахує затуплення інструмента;

$K_3 = 1$ урахує ударне навантаження на інструмент;

$K_4 = 1$ враховуючу стабільність сил, що розвивають приводом;

$K_5 = 1$ урахує зручність керування затискними механізмами з ручним приводом;

$K_6 = 1$ урахує визначеність розташування опорних крапок при зсуві заготовки моментом сил.

У такий спосіб розрахувавши (формула 2.24) одержуємо, що коефіцієнт запасу $K = 2,52$.

Найбільш несприятливою ситуацією буде поворот деталі навколо осі. Схема дії сил показана на рисунку 2.6.

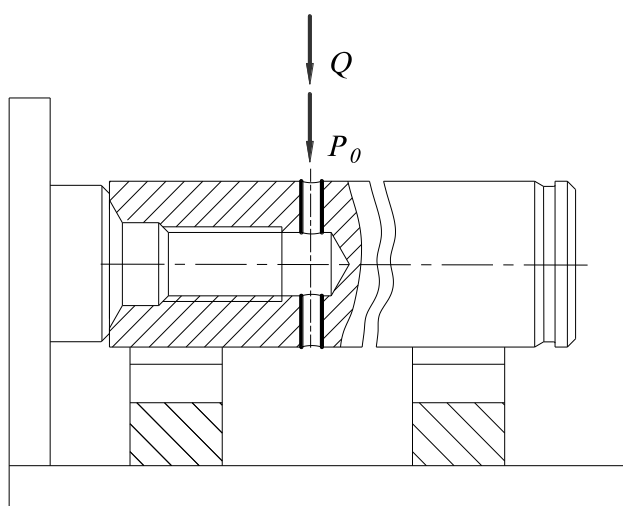


Рисунок 2. 6 – Схема дії основних навантажень

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складемо рівняння рівноваги:

$$k \cdot M_{кр} = Q \cdot f_1 \cdot r + Q \cdot f_2 \cdot r \cdot \frac{1}{\sin(\alpha/2)}; \quad (2.26)$$

З рівняння знайдемо:

$$Q = \frac{k \cdot M_{кр}}{f_1 \cdot r + \frac{f_2 \cdot r}{\sin(\alpha/2)}}; \quad (2.27)$$

де

$$P_z = \frac{2 \cdot M_{кр}}{d_{св}}; \quad (2.28)$$

$$M_{кр} = P_z \cdot \frac{d}{2}; \quad (2.29)$$

Тоді

$$M_{кр} = 6783 \cdot \frac{5}{2} = 16957,5$$

$$Q = \frac{2,52 \cdot 16957,5}{0,1 \cdot 20 + \frac{0,1 \cdot 24}{\sin(90/2)}} = 7921 \text{ Н}$$

Розрахунок затискного пристрою. Ціль розрахунку затискного пристрою у визначенні сили тяги, яку варто прикласти до затискного механізму, щоб створити відому силу закріплення. Оскільки для закріплення деталі використовується важільний затискний механізму із пневмоприводом, то сила тяги в цьому випадку визначається по наступній формулі [11]:

$$W = \frac{Q}{i} = Q \cdot \frac{\ell_1}{\ell_2}, \quad (2.30)$$

де i - передатне відношення;

Q – зусилля затискача деталі, Н;

ℓ_1 і ℓ_2 – плечі важеля, мм

Підставивши отримані значення, одержимо величину сили тяги в Н:

$$W := \frac{7921 \cdot 1}{2} = 3.961 \times 10^3 \quad \text{Н}$$

Розрахунок силового привода пристрої, що забезпечує необхідні закони зміни сили тяги й переміщення вихідної ланки привода. Розрахунок силового привода пристрої пропонує визначення структурних і конструктивних особливостей привода й розрахунок параметрів виконавчого механізму привода.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення величини переміщення притискного елемента й ходу привода виходимо з умови забезпечення вільної установки заготовки з урахуванням можливих відхилень її розмірів. При цьому варто врахувати вплив величини сили закріплення й твердості затискного механізму й передбачити необхідний запас ходу, що компенсує зношування його елементів і погрішності виготовлення.

Величина ходу притискного елемента визначається за формулою [10]:

$$S_q := \Delta_{\text{гар}} + \Delta + \frac{Q}{I} + \Delta S_q, \quad (2.31)$$

де $\Delta_{\text{гар}}$ – гарантований зазор для вільної установки заготовки;

Δ – відхилення розміру заготовки, мм;

Q – сила закріплення заготовки, Н;

I – твердість затискного механізму;

ΔS – запас ходу плунжера, що враховує зношування й похибка виготовлення механізму, мм.

$$S_{(Q)} = 1 + 1 + \frac{7921}{1000} + 0,4 = 10,4 \text{ мм}$$

Підсумкове переміщення вхідної ланки затискного механізму є переміщенням вихідної ланки виконавчого механізму силового привода. Величина ходу привода визначається величиною переміщення притискного елемента й передатного відношення переміщення механізму.

$$S_{(w)} = 11 \cdot 2 = 22 \text{ мм}$$

У цьому випадку доцільно використовувати пневматичний привод. Як виконавчий механізм у пневматичному приводі, використовується циліндр. Діаметр поршня одноштокового циліндра двосторонньої дії визначається вираженням [10]:

$$d_{\text{п}} := \sqrt{\frac{4 \cdot W}{3.14 \cdot p \cdot \eta}}, \quad (2.32)$$

де p – тиск робітничого середовища, МПа;

η – коефіцієнт корисної дії;

W – сила тяги.

Підставивши отримані значення, одержимо величину діаметра поршня:

$$d_{\text{п}} := \sqrt{\frac{4 \cdot 3960.5}{3.14 \cdot 0.4 \cdot 10^6 \cdot 0.95}} \rightarrow 0.11522 \text{ м}$$

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, сила затиску деталі в приводі створюється за допомогою одноштокового пневматичний циліндра двосторонньої дії за ДСТ 15608-81, діаметр поршня приймаємо рівним 160мм, діаметр штока 32мм, довжину робочого ходу $L = 40\text{мм}$ [12].

2.2.4 Оцінка точності пристосування

Проектоване пристосування повинне забезпечити необхідний рівень точності обробки, що відповідає виконанню наступної умови [10,11]:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon], \quad (2.33)$$

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

ε – дійсна величина похибки пристосування, мкм.

При свердлінні із застосуванням пристосування, має бути забезпечена задана точність розміру $49 \pm 0,5\text{мм}$. В цьому випадку, для оцінки точності пристосування необхідно окремо визначити: сумарні похибки виконання цього розміру; відповідні йому значення допустимих похибок; зіставити їх і зробити висновок про забезпечення необхідної точності виготовлення в пристосуванні.

Допустима величина похибки залежить від величини допуску на геометричний параметр, що отримується при обробці за допомогою даного пристосування. Допуск на виконуваний розмір відповідає квалітету.

Допустиму погрішність пристосування визначимо по формулі [10,11]:

$$[\varepsilon] = T - k \cdot \omega, \text{ мкм}, \quad (2.34)$$

де T – допуск виконуваного розміру ($T_{1055} = 1000$ мкм);

ω – економічно доцільна точність, мкм;

k – коефіцієнт посилювання, що знаходиться в межах $0,6 \dots 0,8$.

$$[\varepsilon]_{1055} = 1000 - 0,6 \cdot 350 = 790 \text{ мкм}.$$

Дійсна погрішність пристосування визначається по формулі [11]:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2} \quad (2.35)$$

де ε_0 - погрішність базування, мкм;

ε_3 - погрішність закріплення, мкм;

ε_n - погрішність положення, мкм;

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення погрішності базування. Тому що заготовка встановлюється на призми, то погрішність базування буде визначається по формулі [11]:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5TD\left(\frac{1}{\sin \alpha}\right) \quad (2.36)$$

де T - допуск на діаметр заготовки, мкм, ($T = 1000$ мкм);

α - кут призми, град

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot 1000 \left(\frac{1}{\sin 45} \right) = 714 \text{ мкм}$$

Визначення погрішності закріплення. У нашому випадку похибка закріплення дорівнює $\varepsilon_3 = 0$

Визначення погрішності положення. Погрішність положення визначається величиною складових:

$$e_n = \sqrt{e_y^2 + e_c^2 + e_u^2} \quad (2.37)$$

де e_y - погрішність виготовлення пристосування, мкм;

e_c - погрішність установки пристосування на верстаті, мкм;

e_u - погрішність зношування настановних елементів пристосування, мкм;

Тому що ми використовуємо одномісне пристосування й експлуатуємо його на одному верстаті, то погрішність установки й погрішність виготовлення можна прийняти рівну нулю.

Погрішність, обумовлена зношуванням настановних елементів пристосування, визначається по формулі [11]:

$$e_u = \beta \sqrt{N}, \quad (2.38)$$

де β - емпіричний коефіцієнт, $\beta = 0,3$

N – річна програма, шт; $N = 1500$ шт

$$e_u = 0,3 \cdot \sqrt{1500} = 11,6 \text{ мкм}$$

Загальна погрішність пристосування дорівнює:

$$\varepsilon = \sqrt{714^2 + 0^2 + 11,6^2} = 715 \text{ мкм}$$

Перевірка дотримання умови: $\varepsilon \leq [\varepsilon]$, $715 < 790$,

Отже, умова дотримується, і точність виконуваного розміру із застосуванням проектного пристосування забезпечується.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Розробка даних для проектування дільниці цеху

2.3.1 Аналіз вихідних даних для проектування дільниці цеху

Початковими даними для проектування дільниці є:

1. Виробнича програма випуску деталі $N=1500$ шт./год;
2. Тип виробництва – дрібносерійний;
3. Верстатомісткість дільниці – $T=95000$ верстатогодин/рік;
4. Режим роботи – приймаємо 2-х змінний режим роботи;
5. Фонд часу роботи устаткування, $\Phi_d = 4015$;
6. Фонд часу роботи робочих – приймаємо 1820.
7. Технологічний процес виготовлення деталі
8. Трудомісткість виготовлення деталі $T_{шт} = 90,7$ хв

На основі даних визначимо трудомісткість, що припадає для виготовлення річної програми деталі, яка розглядається в роботі [2]:

$$T_{дет} = \sum N_{дет} \cdot T_{шт}^{дет} \quad (2.39)$$

де N – виробнича програма випуску деталей на дільниці в, шт;

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

$$T_{дет} = 1500 \cdot 1,5 = 2267,5 \text{ н.ч.}$$

Верстатомісткість $T_{ст.}$ в верстато-годинах визначається по формулі [2]:

$$T_{ст.дет.} = T_{дет} \cdot K_{м.о.}, \quad (2.40)$$

де $K_{м.о.}$ – середній коефіцієнт багатоверстатного обслуговування по типу виробництва, $K_{м.о.} = 1,2$ [14].

$$T_{ст.дет.} = 2267,5 \cdot 1,2 = 2721 \text{ ст.ч.}$$

2.3.2 Розрахунок кількості виробничого устаткування дільниці

Загальна кількість верстатів дільниці розраховуємо за формулою [2]:

$$C_{р.общ.} = \frac{T}{\Phi_d \cdot K_{зсп.}} \quad (2.41)$$

де T – верстатоемність річного випуску в верстато-годинах всіх виробів, які становлять виробничу програму дільниці;

$K_{зсп.}$ – середній коефіцієнт завантаження по ділянці, для дрібносерійного виробництва приймаємо 0,85;

Φ_d – фонд часу роботи обладнання.

$$C_{р.общ.} = \frac{95000}{4015 \cdot 0,85} = 27,84 \text{ шт. Кількість прийнятого обладнання } C_{пр} = 28 \text{ шт.}$$

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна кількість верстатів, які задіяні у виробництві деталі, яка розглядається в роботі, визначимо за формулою [2]:

$$C_{np.ТП} = \frac{T_{дет}}{\Phi_{\partial} \cdot K_{зср}}, \text{ шт.} \quad (2.42)$$

де $T_{дет}$ – верстатомісткість річного випуску в верстатогодинах деталей, які розглядаються в роботі;

По розробленому технологічному процесу прийняте обладнання:

- Фрезерно-центрувальний п/а МР76АМ – 1 шт.
- Вертикально-свердлильний верстат 2Н135 – 1 шт.
- Вертикально-фрезерний консольний 6Р12 – 1 шт.
- Шліценкатний прес П-0532 – 1 шт.
- Круглошліфувальний верстат 3М153 – 1 шт.
- Токарний з ЧПУ НААС, модель ST-20 – 1 шт.

Склад і кількість верстатів дільниці приймаємо відповідно до їх розміщення за групами та в процентному відношенні, прийнятому на базовому підприємстві [14].

Для виконання виробничої програми дільниці необхідно – 34 станк. Моделі з цього числа призначимо укрупненням методом.

Коефіцієнт завантаження за типами верстатів визначається за формулою [2]:

$$K_z = \frac{C_{р.за_типом_верстата}}{C_{np.}}, \quad (2.43)$$

Прийняте основне виробниче обладнання і коефіцієнт завантаження представляємо у вигляді таблиці 2.5 і в додатку Б.

Таблиця 2. 5 – Верстати по типам обладнання

Тип обладнання	Відсоткове співвідношення, %	Ср	Спр	Кз
Універсальні токарні	25%	7	7	1
Токарні з ЧПУ	10%	2,8	3	0,93
Токарно-револьверні	17 %	4,8	5	0,95
Фрезерні універсальні	13%	3,6	4	0,91
Фрезерні з ЧПУ	2%	0,6	1	0,56
Розточувальні	5%	1,4	2	0,7
Свердлильні	13 %	3,6	4	0,91
Свердлильні з ЧПУ	2%	0,6	1	0,56
Стругальні	2%	0,3	1	0,56
Шліфувальні	10%	2,8	3	0,93
Різьбонарізні	1%	0,6	1	0,28
Всього	100%.	28	32	0,75

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.3 Розрахунок кількості робочих дільниці цеху

Всі працівники дільниці цеху поділяються на наступні категорії:

1. Виробничі робітники (верстатники, слюсарі), зайняті виготовленням виробів, які становлять виробничу програму.
2. Допоміжні робітники, які безпосередньо не беруть участь у виготовленні продукції, але які забезпечують нормальну роботу виробничих робочих (ремонтники, наладчики, транспортні робітники, комірник, контролери ВТК, наладчики нового обладнання та ін).
3. Службовці – інженерно-технічні працівники (ІТР),
4. Лічильно-конструкторський персонал (ЛКП)
5. Молодший обслуговуючий персонал (МОП)

Кількість виробничих робітників (верстатників) дільниці за професіями визначається за формулою [14]:

$$P_{cm} = \frac{\Phi_d \cdot C_{np.} \cdot K_z^{за\ типом\ верстата}}{\Phi_p \cdot K_m}, \quad (2.44)$$

де K_m – коефіцієнт багатOVERSTATного обслуговування за типом обладнання, для універсальних верстатів $K_m=1$, напівавтомати, автомати і верстати з ЧПУ $K_m=2...3$, зубообробні верстати $K_m=4...5$;

C_{np} – прийнята кількість верстатів даного типу;

$K_{зср}$ – коефіцієнт завантаження верстатів відповідного типу.

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

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи верстатів даного виду.

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

Кількість допоміжних робітників становить 20% від основної кількості виробничих робочих.

Чисельність ІТР становить 7% від кількості всіх робочих дільниці цеху.

Оскільки в технологічних процесах використовуються верстати з ЧПУ, то кількість ІТР для їх обслуговування приймається з розрахунку 25% від загального числа верстатів з ЧПУ, які входять в склад всіх ІТР.

$$P_{итр} = 0,25 \cdot C_{чпу} = 0,25 \cdot 4 = 1 \quad P_{пр итр} = 1 \text{ чол.}$$

Кількість контролерів ВТК приймаємо 10% від кількості ІТР, які входять у число додаткових робочих.

$$P_{кон} = 0,1 \cdot 6 = 0,6 \quad P_{пр} = 1 \text{ чол.}$$

Чисельність ЛКП, складає 5% від загального числа робочих дільниці.

Чисельність МОП становить 3% від загального числа робочих дільниці [14].

Всі отримані дані зводимо в таблицю 2.6.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 – Зведена відомість робочих дільниці

Вид професії	Кількість прийнятого обладнання Спр, шт.	Дійсний річний фонд часу обслуговування Фд, шт.год.	Коефіцієнт багатостатного обслуговування Км	Розрахована кількість робочих Р рас, шт.	Прийнята кількість робочих Рпр, шт.	В 1-у змін у	В 2-у змін у
Токар	7	4060	1,00	15,62	17	12	5
Наладчик токарних з ЧПУ	3	3890	3,00	1,99	2	1	1
Револьверник	5	4015	2,00	5,25	6	4	2
Фрезерувальник	4	4015	1,00	8,03	9	6	3
Наладчик фрезерних з ЧПУ	1	3890	2,00	0,60	1	1	0
Розточник	2	4015	1,00	3,09	3	2	1
Свердлувальник	4	4015	1,00	8,03	9	6	3
Наладчик свердління з ЧПУ	1	3890	2,00	0,60	1	1	0
Шліфувальник	3	4015	1,00	6,18	7	5	2
Різник різі	1	4015	1,50	0,41	1	1	0
Зубообробники	1	4015	4,00	0,31	1	1	0
Всього				50,10	57	40	17
Кількість слюсарів				2,85	3	2	1
Загальна кількість виробничників					60	42	18
Загальна кількість основних і допоміжних ІТР				5,04	5	4	2
СКП				3,6	4	3	1
МОП				2,16	2	1	1
Загальна кількість робочих дільниці					83	58	25

2.3.4 Розрахунок виробничої площі дільниці цеху

Площа дільниці цеху за своїм призначенням є виробничою площею цеху. Виробничою площею вважається площа, зайнята верстатом, верстакми, стендами між операційного складання, проходами і проїздами між рядами верстатів (не магістральних), майданчиками складування заготовок біля верстатів і транспортними системами.

При визначенні виробничої площі дільниці цеху використовуємо укрупнений метод. Виробнича площа дільниці цеху дорівнює:

$$S_{\text{пр.дільн}} = C_{\text{пр.общ}} \cdot s \quad (2.45)$$

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

Величина s складає – 20м^2 як для малих верстатів [15].

$$S_{\text{пр.мал}} = 32 \cdot 20 = 640\text{м}^2$$

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Приймаємо для компоновання цеху, сітку колон. Межа виробничого дільниці виконуємо пунктирною лінією із зазначенням площі дільниці.

Ширину проходів приймаємо рівним 3м. Крок зовнішніх рядів колон приймаємо - 6 м, крок внутрішніх колон приймаємо рівним 18 м.

Довжина дільниці шириною 18м та наявності проходу шириною 2,5 м становить 54м, що складає 9 кроків колон по стіні цеху. Площа дільниці становить 972м².

2.3.5 Розрахунок технологічної собівартості продукції

Технологічна собівартість визначається по формулі [2]:

$$C = M + Z + Z_n + Q_a + Q_p + \Pi + U_p + U_M + \Xi_{об} + A_{пл} + M_{всп}, \quad (2.46)$$

де M – вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів;

Z – заробітна плата виробничих робітників з урахуванням витрат по соціальному страхуванню і на додаткову заробітну плату;

Z_n – заробітна плата наладчика в серійному виробництві;

Q_a – витрати на амортизацію обладнання;

Q_p – витрати на ремонт устаткування;

Π – витрати на експлуатацію та амортизацію спеціальних пристосувань;

U_p – витрати на амортизацію і ремонт ріжучого інструменту;

U_M – витрати на експлуатацію та амортизацію вимірювального інструменту;

Ξ – витрати на силову електроенергію, повітря і технічну воду;

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

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

Витрати на основні матеріали розраховуються [1]:

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{отх}, \text{ грн.}, \quad (2.47)$$

де S_k – оптова ціна за 1кг заготовки по прейскуранту, грн;

K_T – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

q – маса реалізованих відходів, кг;

$S_{отх}$ – ціна за 1кг відходів, грн.

Розрахунок витрат на основні матеріали проведений у пункті 2.1.1 на основу якого обрано найбільш доцільний спосіб отримання заготівлі та її вартість розрахована.

Витрати на заробітну плату. Основна заробітна плата містить витрати на оплату праці робітників, безпосередньо зайнятих на виготовлення продукції. Вона розраховується згідно з нормами витрат часу на виконання технологічних операцій і тарифними ставками.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основна заробітна плата верстатника визначається [16]:

$$З_о = О_о \cdot Т_{шк}, \text{ грн}, \quad (2.48)$$

де $О_о$ – основна зарплата верстатника за 1 хв., грн.

$Т_{шк}$ – трудомісткість виготовлення, хв.

Розрахунок основної заробітної плати зведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок основної заробітної плати

Найменування операцій	$T_{шт.-к}, \text{ хв}$	$T_{шт.-к}, \text{ ч}$	Разряд	Тариф, грн./ч	Розцінка, грн.
Фрезерно-центрувальна	4	0,07	4,00	52,00	3,47
Токарна з ЧПУ	16,5	0,28	5,00	66,93	18,41
Токарна з ЧПУ	10	0,17	5,00	66,93	11,16
Свердлильна	2,5	0,04	4,00	52,00	2,17
Фрезерна	4,5	0,08	4,00	52,00	3,90
Слюсарна	8,5	0,14	4,00	52,00	7,37
Шліценкатна	12,3	0,21	5,00	66,93	13,72
Промивка	0,3	0,01	4,00	52,00	0,26
Шліфувальна	9,8	0,16	5,00	66,93	10,93
Слюсарна	8,5	0,14	4,00	52,00	7,37
Промивка	0,3	0,01	4,00	52,00	0,26
Контрольна	13,5	0,23	4,00	52,00	11,70
Загальна	90,7	1,51			90,70

У додаткову заробітну плату виробничих робітників ставляться виплати, передбачені договорами й контрактами, які становлять 8%-12% від основної заробітної плати.

$$З_{доп} = З_{ос} \cdot 0,1 \quad (2.49)$$

Відрахування від заробітної плати виробничих робітників визначаємо відповідно до встановленої норми 22% до витрат на заробітну плату виробничих робітників (основну й додаткову). Вони включають відрахування в пенсійний фонд, на соціальне страхування, на соціальне страхування від нещасного випадку й до фонду зайнятості.

$$Н_з = (З_{ос} + З_{доп}) \cdot 0,22 \quad (2.50)$$

Основна зарплата наладчика з розрахунку обслуговування 4-х верстатів:

$$З_н = 0,25 \cdot О_н \cdot Т_{шк}, \text{ грн}, \quad (2.51)$$

де $О_н$ – основна зарплата наладчика за 1 хв., грн. Розрахунки загальної заробітної плати зведено в таблицю 2.8.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 – Розрахунок заробітної плати

Показник	Значення, грн.
основна зарплата	90,70
додаткова зарплата	7,26
обов'язкові відрахування	21,55
зарплата (основна і додаткова)з відрахуваннями (З)	119,51
зарплата наладчика (З _н)	19,65

Витрати на амортизацію встаткування на, що виготовляється деталь визначаються по формулі [1]:

$$Q_a = \frac{Q_{ct}}{60F_{\phi}\eta_3} T_{шт-к}, \quad (2.52)$$

де Q_{ct} – щорічні амортизаційні відрахування, грн.;

$$Q_{ct} = K_{об}/n,$$

де n – норма амортизації основних засобів (для встаткування $n = 5$ років)

$K_{об}$ – вартість устаткування з обліком пусконаладжувальних робіт

$$K_{об} = 1,32 \cdot Ц_{об} \quad (Ц_{об} - \text{вартість обладнання})$$

Φ_d – річний фонд роботи обладнання;

η_3 – коефіцієнт завантаження устаткування в часі.

Витрати на ремонт і експлуатацію встаткування. Аналогічно визначаються витрати на ремонт і зміст верстата з розрахунку 10 % від вартості встаткування в рік [1].

$$Q_p = \frac{K_{об} \cdot 0.1}{60F_{\phi}\eta_3} T_{шт-к}, \quad (2.53)$$

Витрати на експлуатацію й амортизацію спеціальних пристосувань визначаються по формулі [4]:

$$П = \frac{(a_1 + a_2) \cdot S_{пр}}{100 \cdot N_{год}}, \quad (2.54)$$

де a_1 – річні відрахування на амортизацію пристосування (25% від витрат на його виготовлення[4])

a_2 – витрати на ремонт (10%)

$S_{пр}$ – вартість пристосування;

$N_{год}$ – кількість деталей, оброблюваних у рік за допомогою пристосування.

Витрати на експлуатацію й амортизацію різальних інструмент при повному використанні визначають по формулі [1]:

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$U_p = \sum_1^k \frac{S_{p.и.} + mS_{пер}}{T_{мин} (1 + m)} T_o, \quad (2.55)$$

де $S_{p.и.}$ – первісна ціна різального інструменту;

m – число переточувань до повного зношування;

$S_{пер}$ – вартість одному переточування;

$K_{мин}$ – стійкість інструмента між двома переточуваннями (хв.);

T_o – основне (машинне) час;

k – число інструментів на операції.

Витрати на електроенергію розраховуються по формулі [4]:

$$\mathcal{E} = N_{\mathcal{E}} \cdot K_n \cdot \eta_N \cdot \eta_{to} \cdot t_n (1/\eta_{\partial\partial}) \cdot C_{\mathcal{E}} \quad (2.56)$$

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

K_n – коефіцієнт втрат у мережі ($K_n \sim 1.1$);

η_N – коефіцієнт завантаження силової установки по потужності (0,5);

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

t_n – норма часу, затрачувана на виконання даної операції, година;

$\eta_{\partial\partial}$ – к. п. буд. електродвигунів ($\eta_{\partial\partial} \approx 0,88$);

$C_{\mathcal{E}} = 8,0$ – собівартість 1 кВт-ч електроенергії, грн;

На підставі розрахунків становимо таблицю 2.9 собівартості продукції, у якій представляємо розрахунки собівартості одиниці продукції.

Таблиця 2.9 – Собівартість одиниці продукції

Стаття калькуляції	Показник
Вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів	90,81
Заробітна плата виробничих робітників з урахуванням відрахувань	119,51
Заробітна плата наладчика	19,65
Витрати на амортизацію обладнання	168,87
Витрати на ремонт обладнання	91,93
Витрати на експлуатацію і амортизацію спец. пристосувань	112,09,40
Витрати на силову електроенергію	71,15
Загальна собівартість деталі	504,26

Таким чином, розраховано виробництво, яке містить 32 одиниці обладнання, 83робітників і має площу ділянки 972м². З впровадженням прогресивного обладнання та ріжучого інструменту собівартість виготовлення продукції складає 504,26грн за одиницю. Подальше розширення номенклатури виробництва дозволить в повну силу використовувати виробничі площі та потужності.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

У даній роботі розробляється технологічний процес виготовлення шліцевого валу та вихідні дані для проєктування механічної дільниці цеху. Тому питання охорони праці розглянуто безпосередньо для умов роботи механічної дільниці, на якій виконуються токарні, свердлильні, фрезерні, шліцеобробні, шліфувальні, мийні, термічні та контрольні операції. Метою розділу є визначення можливих небезпечних і шкідливих виробничих чинників, обґрунтування вибору нормативних документів та розроблення заходів, що забезпечують безпечні умови праці, пожежну профілактику і зменшення впливу виробництва на навколишнє середовище [17].

Основним нормативним документом, який визначає правові та організаційні засади охорони праці на підприємстві, обрано Закон України «Про охорону праці» [18]. Саме цей норматив використано як базовий, оскільки він установлює відповідальність роботодавця за створення безпечних і нешкідливих умов праці, проведення навчання та інструктажів, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, а також організацію контролю за станом охорони праці.

3.1 Загальна характеристика умов праці

Проектowana механічна дільниця розміщується у виробничій будівлі машинобудівного підприємства на першому поверсі. Таке розміщення є доцільним, оскільки на дільниці передбачається встановлення металорізальних верстатів, транспортування заготовок і деталей, використання вантажопідіймальних та допоміжних пристроїв. За даними пояснювальної записки, для дільниці передбачено 32 одиниці обладнання, 83 робочих місця, а розрахована площа становить 972 м², що дає можливість розмістити верстати, проходи, місця складування заготовок, інструментальні та контрольні пости без надмірного ущільнення робочих зон.

Згідно ДСП 173-96 [19] для механічної дільниці без ливарного, гальванічного та фарбувального виробництва приймається IV клас санітарної класифікації, для якого нормативний розмір санітарно-захисної зони становить 100 м. Такий норматив обрано тому, що основними джерелами впливу є шум, вібрація, аерозолі маслично-охолоджувальних рідин, металевий пил і виробничі відходи, але відсутні процеси з високими викидами токсичних речовин.

					6.131.221566.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці та захист навколишнього середовища		
Розроб.		Наїденко					
Перевір.		Бончук					
Реценз.							
Н. Контр.		Незруб					
Затверд.		Незруб			Лит.		
					Арк.		
					Акрушів		
					44		
					1		
					МОНУ, УДУНТ		
					Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т		

На дільниці використовуються токарні верстати, зокрема верстат з ЧПК НААС, фрезерні, свердлильні, шліцеобробні, шліфувальні та допоміжні установки. Під час їх експлуатації можливий вплив таких чинників: рухомі та обертові частини верстатів, стружка, гострі кромки заготовок та інструменту, шум, локальна вібрація, пил металів, аерозолі мастильно-охолоджувальної рідини, підвищена температура окремих поверхонь, небезпека ураження електричним струмом, фізичні та нервово-психічні навантаження операторів верстатів з ЧПК.

Категорію робіт за важкістю прийнято Па згідно з ДСН 3.3.6.042-99 [20]. Такий вибір пояснюється тим, що робота верстатника та наладчика пов'язана з ходінням у межах робочої зони, установленням і зніманням заготовок, використанням ручного інструменту, періодичним переміщенням деталей і контролем процесу обробки. Для цієї категорії робіт необхідно нормувати параметри мікроклімату окремо для холодного і теплого періодів року.

Таблиця 3. 1 – Показники мікроклімату в робочій зоні

Період року	Категорія роботи	Оптимальні			Припустимі			Припустима температура повітря в °С поза постійними робочими місцями
		температура повітря в °С	відносна вологість повітря в %	швидкість руху повітря в м/с	температура повітря в °С	відносна вологість повітря в %	швидкість руху повітря в м/с	
Теплий період року	Па	19-21	23	24	17	115	60-40	75
Холодний і перехідний періоди року	Па	21-23	27	29	18	17	60-40	65

Повітря робочої зони виробничих приміщень повинно відповідати санітарно-гігієнічним вимогам за параметрами мікроклімату, утриманню шкідливих речовин (газу, пари, аерозолі) і частинок пилу. При тривалому вдиханні пилу, а також при перевищенні концентрації пилу в повітрі робочої зони, у працівників можуть виникати захворювання легень (наприклад пневмокніоз, бронхіальна астма) [21].

Найбільш екологічні небезпечні забруднювачі при металообробці – індустриальні масла, металевий пил і ін. Шкідливі виробничі фактори ділянки представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3. 1 – Шкідливі виробничі фактори ділянки

№№	Речовина	Гранично-допустима концентрація, ГДК, мг/м³[21]	Фактична концентрація, мг/м³	Клас небезпеки
1	Абразивний пил	4.0	5.0-6.0	3
2	Емульсійний туман	2.0	0.5-1.0	4
3	Масляний туман	5.0	1.0-2.0	4
3	Металевий пил	10.0	2.0-3.0	4

					6.131.221566.ПЗ				Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Розташування вентиляційних систем повинно забезпечувати безпечний і зручний монтаж, експлуатацію і ремонт технологічного обладнання. Розміщення вентиляційних систем не повинно відображатися на освітленості приміщень, робочих місць і проходів. При попаданні на шкіру МОР і мінеральних мастил можуть виникати шкірні захворювання (екзема, дерматит). Захисні пристрої, що захищають зону обробки, повинні захищати працюючого від стружки і мастильно-охолоджувальної рідини (МОР). Конструкція захисних пристроїв не повинна обмежувати технологічних можливостей верстата і викликати незручності при роботі, прибиранні, налагодженні, а при відкриванні – не забруднювати підлогу мастильно-охолоджувальною рідиною. У всіх випадках кріплення захисних пристроїв повинно бути надійним і не допускати самовідкривання [22].

На ділянці також є процеси виробництва з дуже високим рівнем забруднення навколишнього середовища, до них відносяться: внутрішньозаводське енергетичне виробництво та інші процеси, фінішна обробка; гальванічна обробка і д.р. Гальванічне виробництво – одне з великих джерел утворення стічних вод в машинобудуванні. Основними забруднювачами стічних вод гальванічних виробництв є іони важких металів, неорганічних кислот і лугів, циліндри, поверхнево-активні речовини. Найбільшу екологічну небезпеку при фінішній обробці становить пил, який утворюється в ході фінішних процесів обробки.

Шум – безладне поєднання звуків різної частоти та інтенсивності (сили), що виникають при механічних коливаннях у твердих, рідких і газоподібних середовищах. Шум негативно впливає на організм людини, в першу чергу на його центральну нервову і серцево-судинну системи. Тривала дія шуму знижує гостроту слуху і зору, підвищує кров'яний тиск, стомлює центральну нервову систему, в результаті чого послаблюється увагу, збільшується кількість помилок в діях працюючого, знижується продуктивність праці. Вплив шуму призводить до появи професійних захворювань і може з'явитися також причиною нещасного випадку ДСН-3.3.6.037-99 [23]. Фактичні та допустимі рівні шуму представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3. 2 – Фактичні та допустимі рівні шуму

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, у складових полосах з середньгеометричними частотами, Гц								Рівні звука та еквівалентні рівні звука, дБ(А)		Фактичний рівень звука, дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Постійні робочі місця у виробничих приміщеннях і на території підприємств	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	До 82

Вібрація виникає під дією внутрішніх або зовнішніх динамічних сил викликаних поганим балансуванням обертових і рухомих частин машин, рухом техніки по нерівностях дороги, ударними процесами технологічного характеру. Допустимі і фактичні значення нормованих параметрів локальної вібрації представлені в таблиці 3.3 по ДСН 3.3.6.039–99 [24].

Таблиця 3.3 – Допустимі та фактичні значення локальної вібрації

Середньгеометричні частоти октавних полос, Гц		8	16	31,5	63	100	250	500	1000	Скориговані та еквівалентні значення, та їх рівні
Значення віброшвидкості (дБ) по осям Хл, Ул, Зл	Допустимі	115	109							112
	Фактичні	106	100	102	108	106	111	109	100	107

За ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом приміщення з проектованою ділянкою відноситься до 2 класу – з підвищеною небезпекою. Електробезпека здійснюється за рахунок наступних заходів: струмопровідні частини електроустановок розміщують на висоті 2,5 м від підлоги, виконують захисне заземлення – навмисне з'єднання металевих частин обладнання з землею. Опір заземлювального пристрою повинен бути не більше 4 см [25].

Виробничі ділянки забезпечуються достатньою освітленістю робочих місць. У світлий час доби забезпечується природне освітлення, при його нестачі застосовується штучне місцеве. Природне освітлення цеху здійснюється через віконні прорізи. Штучне освітлення буває двох видів: загальне, здійснюване світильниками, розташованими у верхній частині будівлі і місцеве, здійснюване за рахунок світильників, розташованих безпосередньо на робочому місці. Аварійне освітлення використовується для продовження роботи і евакуації людей при раптовому відключенні робочого освітлення ДБН В.2.5-28:2018 [26]. Освітленість при комбінованому освітленні 500 лк, при загальному освітленні 200 лк.

Таблиця 3.4 – Допустимі значення нормованих параметрів освітлення

Характеристика робочої роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення	
						Освітленість, лк	
						При комбінованому освітленні	При загальному освітленні
Середня точність	Св. 0,5 до 1,0	IV	б	Малий Середній	Середній Темний	500	200

3.2 Техніка безпеки та пожежна безпека

Основними методами запобігання травм на підприємстві є проведення інструктажів з охорони праці.

Інструктажі дозволяють ознайомити працівників з потенційними небезпеками на робочому місці, правилами безпеки та порядком дій у разі надзвичайних ситуацій. Вони поділяються на такі види:

1. Вступний інструктаж — проводиться при прийнятті на роботу;
2. Первинний інструктаж на робочому місці — перед початком самостійної роботи;
3. Повторний інструктаж — проводиться періодично для підтримання знань;
4. Позаплановий інструктаж — при змінах у технології чи умовах праці;
5. Цільовий інструктаж — перед виконанням разових або небезпечних робіт.

Крім інструктажів, до заходів профілактики травматизму належать:

- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- технічне обслуговування обладнання;
- безпечна організація робочого простору;
- медичні огляди та контроль за станом здоров'я працівників.

Вступний інструктаж — це інструктаж з охорони праці, який проводиться з усіма новоприйнятими працівниками перед початком виконання ними трудових обов'язків. Він також обов'язковий для:

- студентів та учнів, які прибули на підприємство для проходження практики;
- відряджених працівників;
- стажистів і тимчасових працівників.

Метою вступного інструктажу є ознайомлення з основними вимогами законодавства з охорони праці, внутрішніми нормативами підприємства, характером можливих небезпек і правилами поведінки у разі аварійних ситуацій.

Інструктаж проводить спеціально призначена особа — інженер з охорони праці або інший уповноважений працівник.

Первинний інструктаж на робочому місці — проводиться безпосередньо на робочому місці до початку самостійного виконання працівником трудових обов'язків. Його мета — ознайомлення з:

- специфікою конкретного виробничого процесу;
- безпечними методами праці;
- потенційними небезпеками на конкретному робочому місці;

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– правилами користування обладнанням, інструментами та засобами індивідуального захисту.

Первинний інструктаж обов'язково проходять:

- нові працівники;
- працівники, які переводяться на інше робоче місце;
- працівники після тривалої відсутності (більше 30 днів для загальнонебезпечних робіт або більше 60 днів — для інших).

Повторний інструктаж — проводиться періодично з усіма працівниками з метою поновлення знань з охорони праці та профілактики виробничого травматизму. Він забезпечує постійне нагадування про вимоги безпеки під час виконання щоденних робіт.

Частота проведення визначається характером виконуваних робіт:

- для загальнонебезпечних професій — не рідше одного разу на три місяці;
- для інших працівників — не рідше одного разу на шість місяців.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці індивідуально або з групою працівників, з обов'язковою фіксацією у журналі реєстрації інструктажів.

Позаплановий інструктаж — проводиться поза встановленим графіком у випадках, коли змінюються технологічні процеси, умови праці або законодавчі вимоги щодо охорони праці. Основна мета — забезпечити безпечне виконання робіт в умовах нових або змінених ризиків.

Позаплановий інструктаж необхідно проводити у таких випадках:

- при впровадженні нових технологій, обладнання або матеріалів;
- у разі зміни трудових функцій працівника;
- після перерви в роботі (більше 30 або 60 днів — залежно від характеру робіт);
- за результатами перевірок, якщо виявлені порушення норм безпеки;
- при введенні нових нормативних документів з охорони праці;
- після нещасного випадку чи аварійної ситуації на підприємстві.

Цільовий інструктаж — проводиться безпосередньо перед виконанням разових, тимчасових або особливо небезпечних робіт, а також у разі ліквідації аварій, стихійних лих чи виконання робіт за нарядам-допуском.

Цей вид інструктажу обов'язковий:

- при разовому виконанні робіт, які не входять до прямих обов'язків працівника;
- перед ремонтами, роботами на висоті, в замкнених просторах тощо;
- при проведенні масових заходів на території підприємства;
- для відряджених працівників, які залучаються до виконання небезпечних робіт.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пожежна безпека. Приміщення дільниці цеху по вибухонебезпечному і пожежній небезпеці, згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [27], належить до категорії "В", тому що в ході виробничого процесу використовуються горючі гази та легкозаймисті матеріали.

Цех і відповідна ділянка побудований з негорючих матеріалів і, відповідно до ДБН В.1.1.7:2016, має ступінь вогнестійкості 1 [28]. З метою запобігання пожежі передбачена система оповіщення типу 1 шляхом подачі звукового, і світлового сигналів для всіх одночасно, і передбачені евакуаційні виходи з цокольного поверху – назовні безпосередньо, через сходову клітку, яка має вихід назовні безпосередньо або ізольований від розташованих вище поверхів.

Пожежа на ділянці може виникнути в результаті: недотримання персоналом встановлених правил пожежної безпеки; несправності електроапаратури та електрокомунікацій; проведення різних технологічних процесів, що викликають іскроутворення; захаращеності робочої зони; зберігання пожежонебезпечних матеріалів і речовин в недозволеному місці; самозагоряння промасленого дрантя.

Для гасіння пожеж водою використовується пожежний водопровід, об'єднаний з виробничим. На нього мережі в приміщенні дільниці встановлені пожежні крани з брезентовими рукавами і відводами. Ззовні будівлі по її периметру в підземних колодязях розміщені пожежні гідранти. Для доступу на дах будівлі використовуються пожежні сходи, укріплення на стінах. Для гасіння можливих пожеж на ділянці, передбачені первинні засоби пожежогасіння та визначено на підставі НАПБ А.01.001-2014 та НАПБ Б.01.008-2018 [29,30]. Пожежогасіння водою здійснюється від внутрішнього пожежного водопроводу. У цеху встановлені пожежні крани з рукавами. Зовні будівлі розміщені підземні пожежні гідранти. Для доступу на дах передбачено зовнішні пожежні сходи.

Норми забезпечення порошковими вогнегасниками для виробничих приміщень наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Норми належності порошкових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств

N з/п	Гранична захищувана площа, кв. м	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість порошкових вогнегасників								
			Переносний вогнегасник (з газом-витискувачем у балоні або закачний) із зарядом вогнегасної речовини, кг					Пересувний вогнегасник (з газом-витискувачем у балоні або закачний) із зарядом вогнегасної речовини, кг			
			5	6	8	9	12	20	50	100	150
1 Приміщення категорії А, Б, а також В з наявністю горючих газів і рідин											
1.6	більше 500 до 1000 включно	А, В, С, (Е)	16	16	12	12	8	4	3	2	1
1.7	більше 1000	А, В, С, (Е)	На першу 1000 кв. м площі числові значення кількості вогнегасників згідно з пунктом 1.6 таблиці 1, на кожні наступні: 50 кв. м - згідно з пунктом 1.2 таблиці 1, 150 кв. м - згідно з пунктом 1.3 таблиці 1, 250 кв. м - згідно з пунктом 1.4 таблиці 1, 500 кв. м - згідно з пунктом 1.5 таблиці 1, 1000 кв. м - згідно з пунктом 1.6 таблиці 1								

					6.131.221566.ПЗ						Арк.
											50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

3.3 Захист навколишнього середовища

Захист навколишнього середовища на машинобудівному підприємстві є одним з ключових напрямів сталого розвитку виробництва. Через специфіку технологічних процесів машинобудування, таких як обробка металів, зварювання, фарбування та термічна обробка, підприємства цієї галузі можуть спричиняти значне екологічне навантаження.

З метою зменшення негативного впливу на довкілля впроваджуються такі заходи:

- Очищення викидів в атмосферу за допомогою фільтрів, аспіраційних і вентиляційних систем;
- Очищення стічних вод перед їх скиданням у каналізацію або водойми;
- Утилізація та переробка промислових відходів, зокрема металевої стружки, мастил, фарб;
- Застосування енергоощадного обладнання і автоматизованих систем контролю;
- Організація систем екологічного моніторингу на території підприємства;
- Навчання персоналу правилам екологічної безпеки та раціонального використання ресурсів;
- Зелені зони та озеленення території для поліпшення мікроклімату.

Крім екологічної безпеки об'єкта (охорона навколишнього середовища на підприємстві) не менш важлива і безпека життєдіяльності на підприємстві. У це поняття входить комплекс організаційних і технічних засобів для запобігання негативного впливу виробничих факторів на працівників. Крім техніки безпеки праці робітники повинні дотримуватися правил з технічних вимог і нормативів підприємства, а також підтримувати санітарно-гігієнічні норми і мікроклімат на робочому місці.

Всі норми і правила екологічної та робочої безпеки повинні бути визначені і зафіксовані в екологічному паспорті. Екологічний паспорт містить загальні відомості про підприємство, використовувану сировину, опис технологічних схем вироблення основних видів продукції, схем очищення стічних вод і викидів у повітря, їх характеристики після очищення; дані про тверді й інші відходи, а також відомості про наявність у світі технологій, що забезпечують досягнення найкращих показників з охорони природи.

Працівники служби екологічного контролю беруть участь у заповненні і оформленні всіх граф екологічного паспорта, враховуючи сумарний вплив шкідливих викидів у навколишнє середовище. При цьому враховуються допустимі концентраційні рівні шкідливих речовин на прилеглих до підприємства територіях, повітрі, поверхневих шарах ґрунту і водойм.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З великого обсягу промислових викидів, що потрапляють у навколишнє середовище, на машинобудування припадає лише незначна його частина - 1-2%. Однак на машинобудівних підприємствах є основні і забезпечують технологічні процеси і виробництва з досить високим рівнем забруднення навколишнього середовища. До них відносяться:

- внутрішньозаводське енергетичне виробництво та інші процеси, пов'язані зі спалюванням палива;
- ливарне виробництво;
- металообробка конструкцій і окремих деталей;
- зварювальне виробництво;
- гальванічне виробництво;
- лакофарбове виробництво.

Найбільш екологічно небезпечні забруднювачі при металообробці - індустриальні масла, металевий пил і ін.

Тверді відходи машинобудівного виробництва містять амортизаційний брухт (модернізація обладнання, оснащення, інструменту), стружки і тирса металів, деревини, пластмас і т. П., Шлаки, золи, шлами, опади і пил (відходи систем очищення повітря та ін.). На машинобудівних підприємствах 55% амортизаційного брухту використовується для заміни технологічної оснастки та інструменту.

Методи захисту навколишнього середовища, що застосовуються на виробництві. Найважливішими напрямками екологізації промислового виробництва слід вважати:

- вдосконалення технологічних процесів і розробку нового обладнання;
- зменшення рівня викидів домішок і відходів, що утворюються в навколишнє середовище;
- заміна неутилізованих відходів на утилізованих;
- застосування додаткових методів і засобів захисту навколишнього середовища;
- отримання вторинної сировини;
- заміна токсичних відходів на нетоксичні.

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У процесі проектування механічної дільниці цеху та розроблення технологічного процесу виготовлення шліцьового валу були внесені пропозиції щодо поліпшення базового технологічного процесу. Удосконалення технологічного процесу виготовлення шліцьового вала виконано за рахунок використання наявного на підприємстві обладнання, а також впровадження сучасного устаткування, зокрема токарного верстата з ЧПК HAAS, сучасного ріжучого інструменту та оснастки.

Під час проектування техпроцесу виготовлення шліцьового валу частину токарних операцій, які виконувалися на токарно-гвинторізному верстаті, було замінено однією операцією на токарному верстаті з ЧПК. Це дало змогу скоротити час обробки, зменшити кількість переустановлень заготовки, підвищити точність обробки та стабільність якості виготовлення деталі. З огляду на тип виробництва та умови експлуатації шліцьового профілю деталі рекомендовано для виготовлення шліців застосувати метод накатування на шліценакатному пресі із багатороликовою головкою. Такий метод дозволяє підвищити продуктивність, покращити якість поверхні, зміцнити поверхневий шар та зменшити кількість браку.

Проведено розрахунок верстатного пристосування з пневматичним приводом для свердлильної операції. Згідно з отриманими розрахунками, запропоноване пристосування забезпечує надійне закріплення заготовки, її нерухомість під час обробки та безпечне виконання технологічної операції.

Відповідно до виробничої програми було визначено вихідні дані для проектування механічної дільниці цеху. Розраховано необхідну кількість обладнання — 32 од., кількість робочих місць — 83 од., а також площу дільниці — 972 м².

У розділі з охорони праці були розглянуті основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які можуть виникати на проєктованій механічній дільниці. Також запропоновано заходи щодо їх усунення або зменшення впливу на працівників, зокрема забезпечення безпечної експлуатації обладнання, організація вентиляції, освітлення та дотримання вимог виробничої безпеки.

Оскільки на проєктованій механічній дільниці передбачено розміщення значної кількості сучасного обладнання з можливістю швидкого перепрограмування та переналагодження, можна зробити висновок про доцільність подальшого розширення номенклатури виробництва. Це дасть змогу виготовляти не лише великі партії однотипних деталей, а й невеликі партії деталей різної конструкції без значних витрат часу на підготовку виробництва.

					<i>6.131.221566.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Висновки та пропозиції</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Найденко</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Банчук</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Незруб</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Незруб</i>					
					<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрисів</i>
						<i>52</i>	<i>1</i>
					<i>МОНУ, УДУНТ</i> <i>Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т</i>		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до виконання випускних кваліфікаційних робіт бакалаврів за напрямом 6.050502 «Інженерна механіка» / Укл.: Гришин В.С., Негруб С.Л., Бончук С.В.; – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2013. – 33 с.
2. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине “Технология машиностроения” для студентов специальности 7.090202/Сост. Гришин В.С., Мололкина О.Н. – Днепропетровск: НМетАУ - ГИПОпром, 2004. – 36 с.
3. Металообробне обладнання URL: <http://met.ua/product-category/metaloobrobni-verstaty1> (дата звернення: 29.03.2025).
4. Робоча програма, методичні вказівки і індивідуальні завдання до вивчення дисципліни ”Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин” для студентів спеціальності 7.090202 / Укл.: Лапшин С.П., Ласкін В.М. – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2004. – 74 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Москва: Машиностроение, 1985. т.1. 656 с.;
6. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. /Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Москва: Машиностроение, 1985. т.2. 496 с.
7. Методические указания по размерному анализу технологических процессов обработки деталей при выполнении курсовых и дипломных проектов для студентов специальности 12.01 / Днепропетровск : ДМетИ, 1989. 49 с.
8. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов /Под общ. ред. С.Н.Коркача. Москва: Машиностроение, 1988. 352 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением. Москва: ЦБНТ, 1980. 32 с.
10. Методичні вказівки до проектування пристроїв для студентів спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування/ Укл.: О.Г. Ясєв, В.О. Маковцев, Р.В. Пась. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2005.
11. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Ленинград: Машиностроение, 1975. 656 с.
12. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: в 3 т. Москва: Машиностроение, 1978. Т.3. 253 с.

					6.131.221566.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Перелік посилань		
Розроб.		Найденко					
Перевір.		Бончук					
Реценз.							
Н. Контр.		Негруб					
Затверд.		Негруб					
					Лит.	Арк.	Акрюшів
						53	1
					МОНУ, УДУНТ Каф. ТМ, гр. ІМ01-22т		

13. Горошкин А.К. Справочник приспособлений для металлорежущих станков. Москва: Машиностроение, 1979.
14. Альбом контрольно-измерительных приспособлений: Учебное пособие для вузов / Ю.С. Степанов, Б.И. Афанасьев, А.Г. Схиртладзе и др. / Под общ. ред. Ю.С. Степанова. Москва: Машиностроение, 1998. 184 с.
15. Программа, методические указания и контрольные задания по дисциплине «Механостроительные участки и цеха в машиностроении» для студентов специальности 7.090202. Днепропетровск, НМетАУ, 2004. 68 с.
16. Цехмистро И.С. Теоретические основы технологии производства деталей и сборки машин: учебное пособие. Днепропетровск: ГИПОпром, 2005. 220 с.
17. Навчально-методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища» у випускних кваліфікаційних роботах для студентів усіх спеціальностей (бакалаврський та магістерський рівень) / Упоряд.: Єрьомін О.О., Суліменко С.Є., Сухарева М.В., Мешкова А.Г., Баранова Т.Є. ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Електрон. вид. – Дніпро: УДУНТ, 2024. – 26 с.
18. Законом України «Про охорону праці» : Документ 2694-ХІІ, чинний, поточна редакція — Редакція від 01.10.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 23.12.2023 року).
19. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів : Наказ МОЗ України № 173 від 19.06.1996 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (дата звернення: 23.12.2023 року).
20. ДСН 3.36.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : Постанова МОЗ України № 42 від 01.12.1999 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 23.12.2023 року).
21. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони. Наказ МОЗ України № 1596 від 14.07.2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 23.12.2023 року).
22. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. URL: https://dnaop.com/html/32609/doc-%D0%94%D0%91%D0%9D_%D0%92.2.5-67_2013/ (дата звернення: 23.12.2023 року).
23. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : Постанова МОЗ України № 37 від 01.12.1999 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 23.12.2023).

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

24. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : Постанова МОЗ України № 39 від 01.12.1999 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text> (дата звернення: 23.12.2023).
25. ДСанПіН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. Про затвердження Державних санітарних норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. : Наказ МОЗ України № 476 від 18.12.2002 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03#Text> (дата звернення: 23.12.2023).
26. ДБН В.2.5-28:2018. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. К.: Мінрегіон України, 2018. 133 с. URL: https://ledeffect.com.ua/images/___branding/dbn2018.pdf (дата звернення: 23.12.2023).
27. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорії приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. - К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 61 с. URL: <https://pro-op.com.ua/files/2021/03-2021/DSTU-B-V.1.1-36-2016.-Vyznachennya-kategoriyi-prymishhen-budynkiv-ta-zovnishnih-ustanovok-za-vybuhopozhezhnoyu-ta-pozhezhnoyu-bezpekoyu.-2016r.pdf> (дата звернення: 23.12.2023).
28. ДБН В.1.1.7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. К.: УкрНДІЦЗ України, 2016. 35 с. URL: <https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2022/08/dbn-v.1.1-7-2016-pozhezhna-bezpeka-obyektiv-budivnytva.pdf> (дата звернення: 23.12.2023 року)
29. НАПБ А.01.001-2014. «Правила пожежної безпеки в Україні». Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні : Наказ МВС України №1417 від 30.12.2014 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 23.12.2023).
30. НАПБ Б.01.008-2018. «Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників». Наказ МВС України від 15.01.2018 р. №25 «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18> (дата звернення: 23.12.2023).

					6.131.221566.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А – Специфікація верстатного пристрою

[illegible]

Додаток Б – Специфікація технологічного обладнання дільниці цеху

[illegible]

Дудл.														
Взам.														
Підл.														
										Зм	Лист		Підпис	Дата
													Листів	Лист
Розробив				УДЧНТ										
Перевірів														
Узгоджена.														
Т. контр.				6.131. 221566. ТП					Вал-шліцьовий					
Н. контр														

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри технології
машинобудування
/ Світлана НЕГРУБ /
_____ 2026р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

виготовлення виробу «вал-шліцьовий»

УЗГОДЖЕНО:

Керівник _____ (Світлана БОНЧУК)

Розробник _____ (Кирило Найденко)

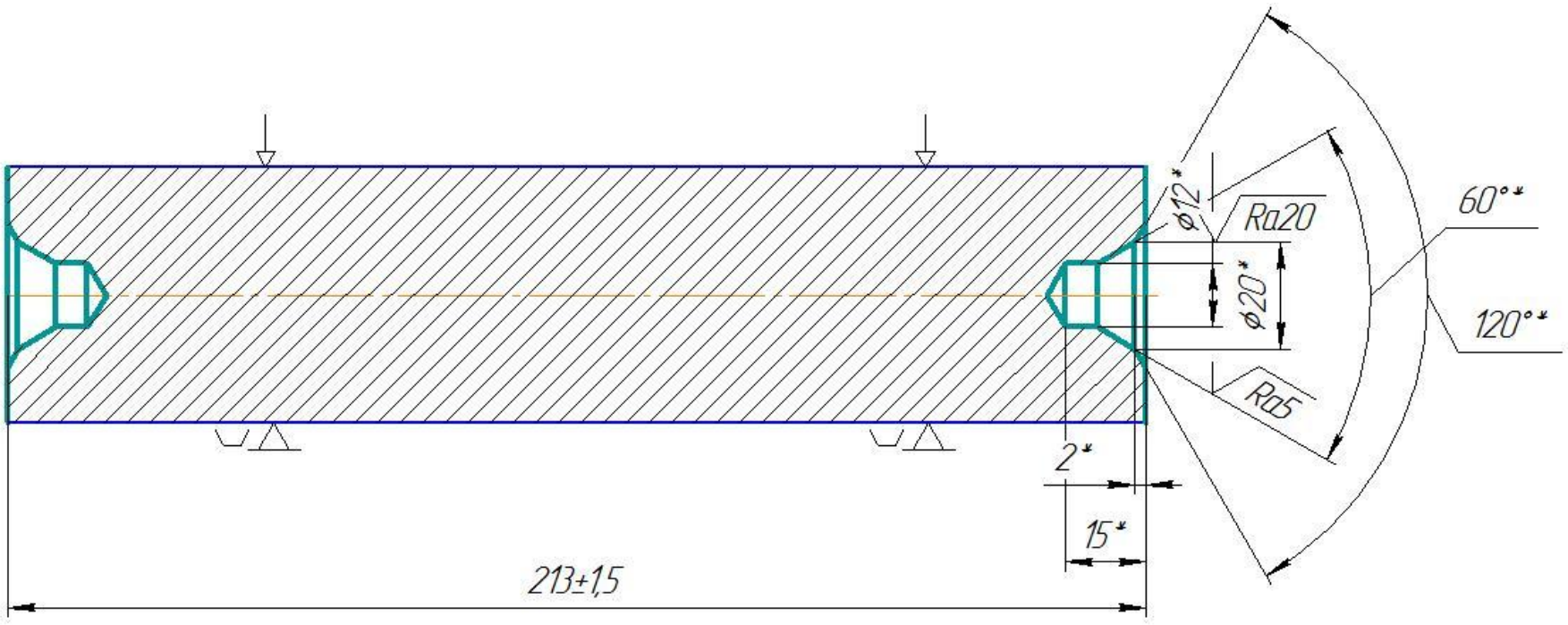
Н. контроль _____ (Світлана НЕГРУБ)

ДСТУ 3.1118-82															Форма 1		
Дубл.																	
Взам.																	
Підл.																	
										Зм	Лист	Підпис		Дата			
										Листів		Лист					
Разроб.					УДУНТ			6.131. 221566. ТП									
Перевірів																	
Узгоджено.																	
Т. контр.					Вал шліцьовий												
Н. контр																	
М01	Сталь 45 ДСТУ 1050-88																
М02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КІМ	Код загот.		Профіль і розміри		КД	МЗ				
			к2	2,1	1	3,55	0,59	прокат		Ш504216		1	3,55				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документа							
Б	Код, найменування встаткування					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт	Т п. з.	Т шт.	
01				005	Термічна												
02					Піч												
03				010	Фрезерно-центрувальна												4,0
04					Фрезерно-центрувальний п/а МР76АМ												
05				015	Токарна з ЧПУ												6,1
06					Токарний з ЧПУ НААС, ST-20												
07				020	Токарна з ЧПУ												9,95
08					Токарний з ЧПУ НААС, ST-20												
09				025	Свердильна												2,44
10					Вертикально-свердильний 2Н135												
11				030	Фрезерна												1,33
12					Вертикально-фрезерний консольний 6Р12												
13				035	Слюсарна												3,5
14					Верстат												
15				040	Шліценакатна												4,85
16					Шліценакатний прес П-0532												
МК	МАРШРУТНА КАРТА																

[illegible]

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дудл.													
Взам.													
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
												Листов 2	Лист 1
Разраб.					УДУНТ		6.131. 221566. ТП						
Проверил													
Согласов.													
Т. контр.									Вал шліцьовий				010
Н. Контр.													

Ra 12,5

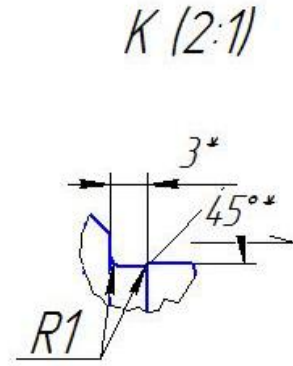
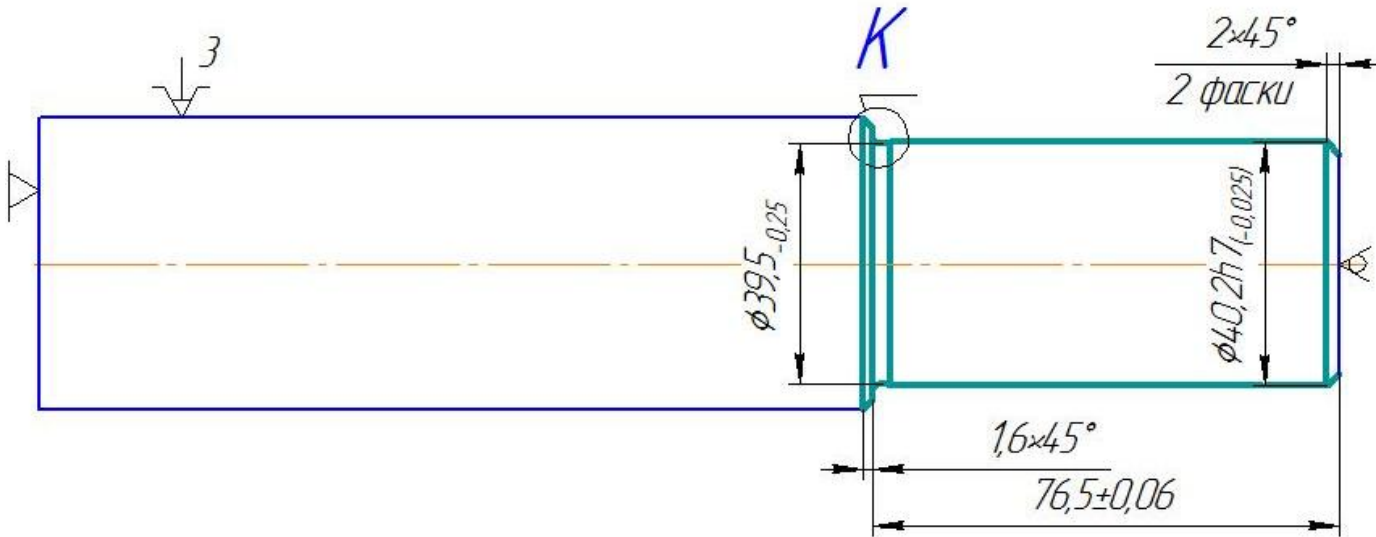


* Розмір забезпечується інструментом

[illegible]

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дцдл.													
Взам.													
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
												Листов 2	Лист 1
Разраб.				УДУНТ			6.131. 221566. ТП						
Проверил													
Согласов.													
Т. контр.										Вал шліцьовий			
Н. Контр.													015

Ra 3,2



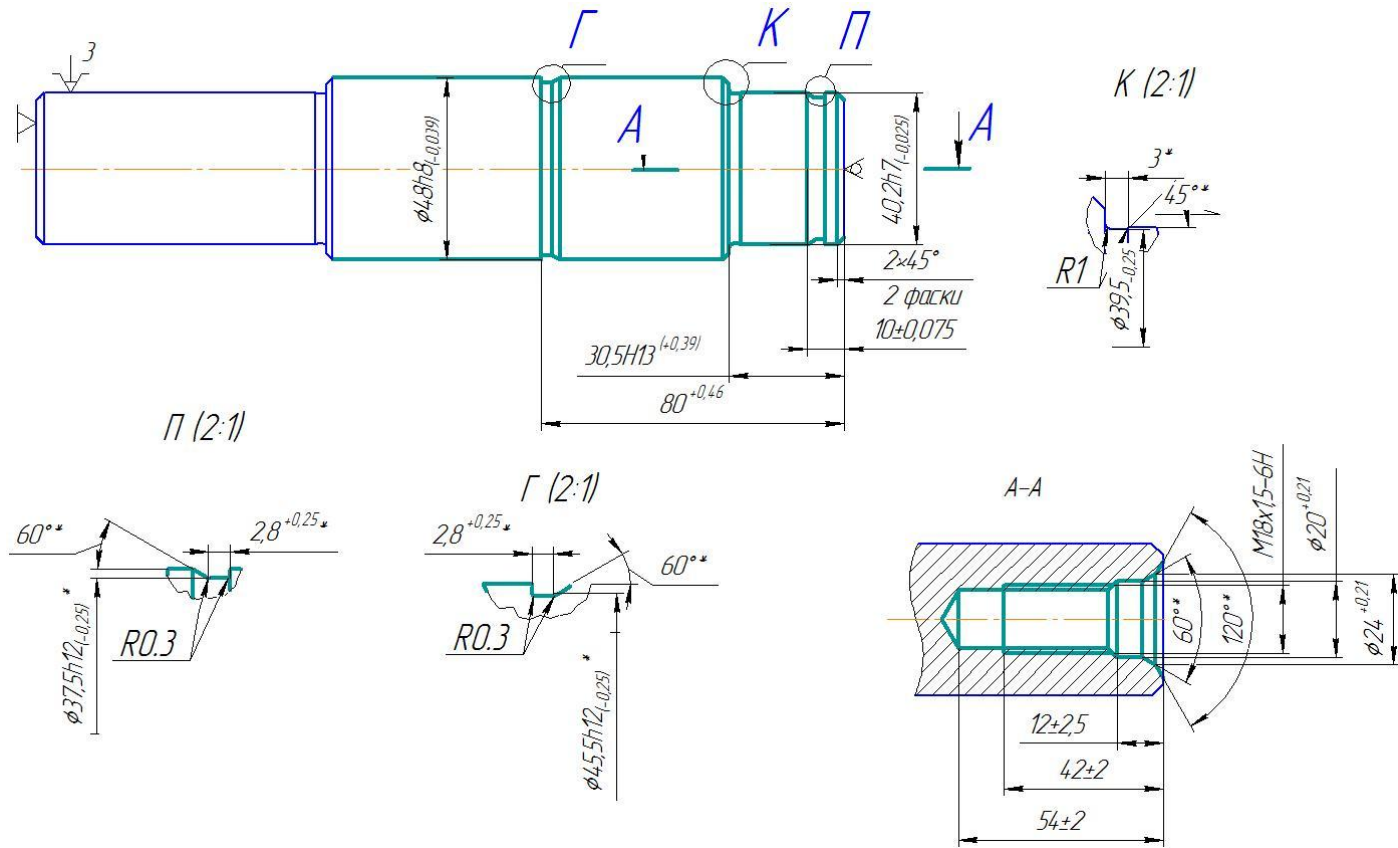
* Розмір забезпечується інструментом

										ДСТУ 3.1404-86		Форма 2	
Дубл.													
Взам.													
Підл.								Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
										Листів 2	Лист 2		
Розроб.				УДУНТ		6.131. 221566. ТП							
Перевірив													
Узгоджено													
Т. контр.				Вал шліцьовий									015
Н. контр													
Найменування операції				Матеріал		Твердість		ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОИД
Токарська зі ЧПУ				Сталь 45 ДСТУ 1050-88		25...33HRC		кз	2,1	Ш50Ч216		3,55	1
Устаткування, пристрій ЧПУ				Позначення програми		Т про		Т в		Т пз		Т шт.	
Токарний з ЧПУ HAAS, ST-20				—		2,51		1,21		-		6,1	
Р						П	Д або В	L	t	i	S	n	V
001	А. Установити й закріпити заготовку												
T02	Центр одертовий ДСТУ 8742-75; 3-хкулачковий патрон N-210												
03													
004	1. Точити поверхню Ш40h9 попередньо, витримавши розмір 76.5±0.1												
T05	Різець PCLNR1616H09 R, пластина CN-09T3; штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ДСТУ 166:2006												
P06						Ш 40,5	76,5	1,2	1	0,3	1200	102,35	
007	2. Точити поверхню Ш40,2h7 остаточно, витримавши розмір 76.5±0.06 і фаски 2x45° та 1,6x45°												
T08	Різець PCLNR1616H09 R, пластина CN-09T3; Штангенциркуль з цифровий ІР ТИП ШЦЦ-1 0,01(0-150), кутомір												
P09						Ш 40,2	76,5	0,15	1	0,1	2500	14,197	
010	3. Точити канавку Ш39.5h12, витримавши розмір 3												
T11	Різець 3G1R4H1 GYHR2525M50-M25L GYM25LC-H005 Штангенциркуль з цифровий ІР ТИП ШЦЦ-1 0,01(0-150)												
P12						Ш 40,2	76,5	0,16	1	0,1	1250	162,27	
013	4. Контроль виконавцем												
T14	Б. Відкріпити та зняти деталь												
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА												

Дубл.													
Взам.													
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

								Листов 3	Лист 1
Разраб.				УДУНТ	6.131. 221566. ТП				
Проверил									
Согласов.									
Т. контр.				Вал шлицовий					020
Н. Контр.									

Ra 3,2



* Розмір забезпечується інструментом

KЭ

КАРТА ЭСКИЗОВ

Дудл.														
Взам.														
Підл.														
						Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
										Листів 3	Лист 2			
Розроб.	Козлова					УДУНТ		6.131. 221566. ТП						
Перевірів														
Узгоджено														
Т. контр.						Вал шліцьовий								020
Н. контр.														
Найменування операції					Матеріал		Твердість		ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОИД
Токарська зі ЧПУ					Сталь 45 ДСТУ 1050-88		25...33HRC		к2	2,1	Ш50Ч216		3,55	1
Устаткування, пристрій ЧПУ					Позначення програми		Т о	Т в	Т пз		Т шт.		30Р	
Токарний з ЧПУ HAAS, ST-20							6,8	0,4	-		9,95		Укринал-1	
Р					П	Д	або В	L	t	i	S	n	V	
01	А. Установити й закріпити заготовку													
02	Центр одертовий ДСТУ 8742-75; 3-ххулачковий патрон N-210													
003	1. Точити попередньо поверхню Ш50h9 на прохід													
T04	Різець PCLNR1616H09 R, пластина CN-09T3; штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ДСТУ 166:2006													
P05						Ш 48,39	106	1,28	1	0,4	1000	95,2		
006	2. Точити напівчисто поверхню Ш40h9 витримавши розмір 30,5H13													
T07	Різець PCLNR1616H09 R, пластина CN-09T3; штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ДСТУ 166:2006													
P08						40,492	76,5	1,272	1	0,3	800	102,35		
009	3. Точити поверхні Ш40,2h7 та Ш48h8 остаточно, витримавши розмір 30,5H13 і фаски 2x45° та 1,6x45°													
T10	Різець PCLNR1616H09 R, пластина CN-09T3; Штангенциркуль з цифровий ІР ТИП ШЦЦ-1 0,01(0-150), кутомір													
P11						Ш 48,68	106	0,38	1	0,15	1200	82,3		
012	4. Точити канавку П згідно ескізу													
T13	Різець 3G1R4H1 GYHR2525M50-M25L GYM25LC-H005 Штангенциркуль з цифровий ІР ТИП ШЦЦ-1 0,01(0-150)													
P14						Ш 39,5	76,5	0,16	1	0,1	1250	162,27		
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА													

Дудл.												
Взам.												
Підл.												
					Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
								Листів 3	Лист 3			
Розроб.					УДУНТ		6.131. 221566. ТП					
Перевірів												
Узгоджено												
Т. контр.					Вал шліцьовий							
Н. контр					020							
Р					П	Д або В	L	t	i	S	n	V
001	5.Точити канавку К згідно ескізу											
T02	Різець 3G1R4H1 GYHR2525M50-M25L GYM25LC-H005 Штангенциркуль з цифровий ІР ТИП ШЦЦ-1 0,01(0-150)											
P03						Ш 37,5	30,5	0,16	1	0,1	1250	180
004	6.Точити канавку Г згідно ескізу											
T05	Різець 3G1R4H1 GYHR2525M50-M25L GYM25LC-H005 Штангенциркуль з цифровий ІР ТИП ШЦЦ-1 0,01(0-150)											
P06						Ш 45,5	30,5	0,16	1	0,1	1250	150
007	7. Свердлити отвір Ш16, витримавши розмір 54±2											
T08	Свердло комбіноване Ш16Ч20 Р6М5К5 Iskar; Штангенциркуль з цифровий ІР ТИП ШЦЦ-1 0,01(0-150)											
P09						20	54	-	1	0,15	275	17,2
010	8. Зенкувати фаски, витримавши розмір Ш24H12											
T11	Спеціальна зенківка; угломір											
P12						18	54	0,25	1	0,3	500	10,3
013	9. Нарізати різьблення М18 витримавши розмір 42±2											
T14	Мітчик машинний Р6М5К5 М18 ДСТУ 3266-81; калібр продка різьбова М18 ПР-8221.0053 HE-8221.1053 ДСТУ 17756-72											
P15						18	42	1,5	2	1,5	100	5,7
16	10. Контроль виконавцем											
17	Б. Розкрити і зняти деталь											
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

Дудл.			
Взам.			
Подл.			

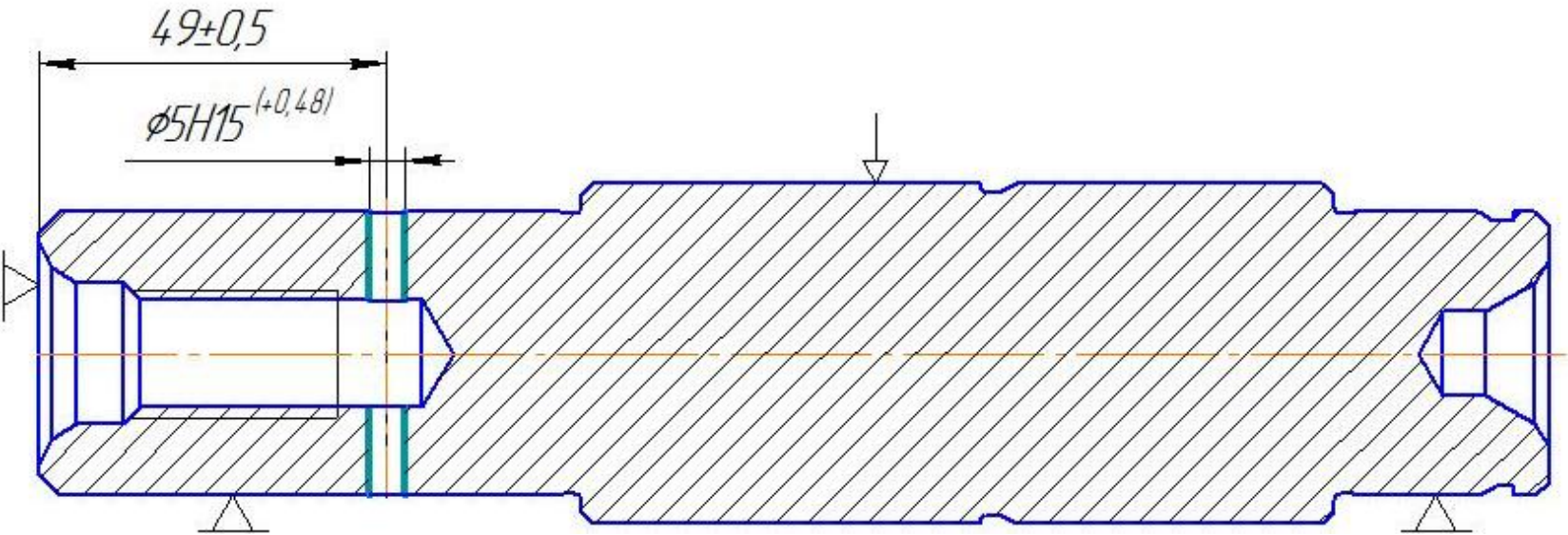
--	--	--	--	--

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
			Листов 2	Лист 1

Разраб.			
Проверил			
Согласов.			
Т. контр.			
Н. Контр.			

УДУНТ	6.131. 221566. ТП		
		Вал шліцьовий	025

Ra 12,5



Дцбл.													
Взам.													
Підл.													
						Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
								Листів	Лист				
Розроб.	Козлова			УДУНТ		6.131. 221566. ТП							
Перевірів													
Узгоджено													
Т. контр.				Вал шліцьовий									
Н. контр											025		
Найменування операції				Матеріал		Твердість		ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОИД
Свердлильна				Сталь 45 ДСТУ 1050-88		25...33HRC		к2	2,1	Ш50Ч216		3,55	1
Устаткування, пристрій ЧПУ				Позначення програми		То		Т в		Т пз		Т шт.	
Вертикально-свердильний 2Н135						1,26		0,46		-		2,44	
						Пл		Д адо В		L		t	
						i		S		n		V	
Р													
001	А. Установити заготовлю і закріпити												
Т02	Пристрій пневматичний												
03													
004	1. Свердлити отвір 1, витримавши розмір 1,2												
Т05	Свердло спіральне Ш5 Р6М5К5 ДСТУ 10903-77; штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ 166-89												
Р06													
007	2. Контроль виконавцем												
Т08													
Р09	Б. Розкріпити і зняти деталь												
010													
Т11													
Р12													
013													
Т14													
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА												

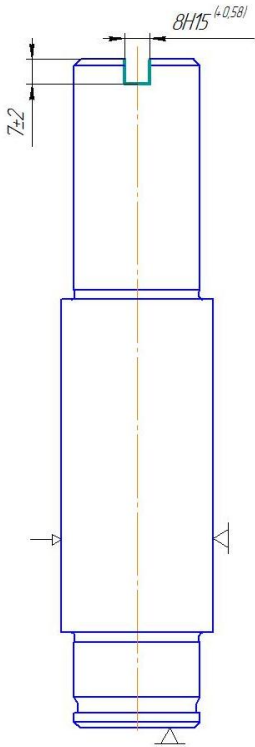
Дудл.			
Взам.			
Подл.			

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
			Листов 2	Лист 1

Разраб.			
Проверил			
Согласов.			
Т. контр.			
Н. Контр.			

УДУНТ	6.131. 221566. ТП		
		Вал шліцьовий	030

Ra 6,3



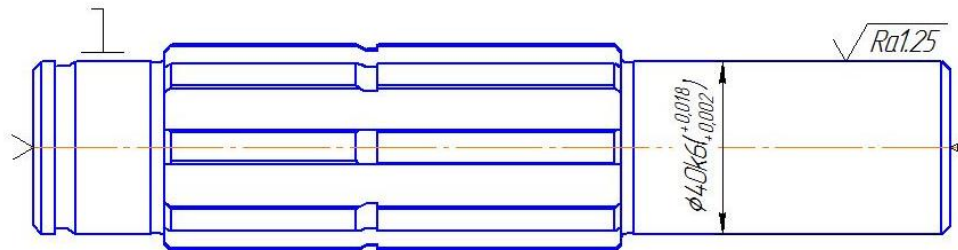
[illegible]

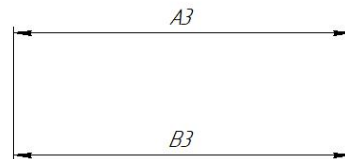
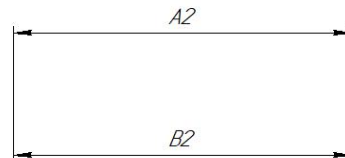
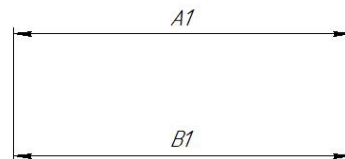
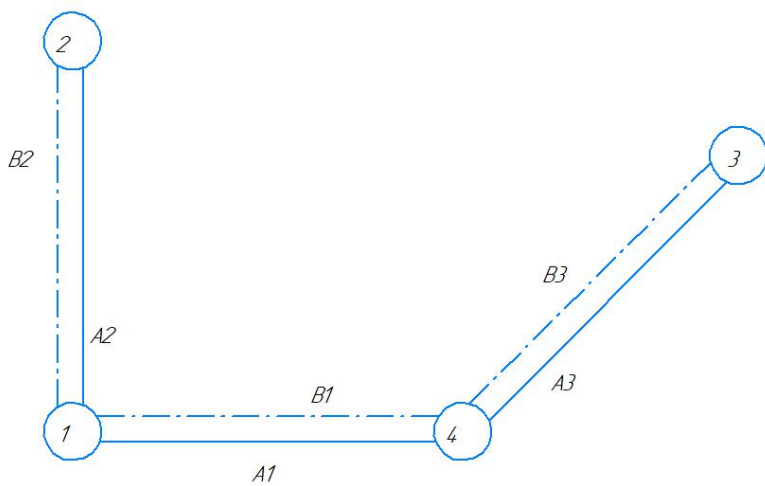
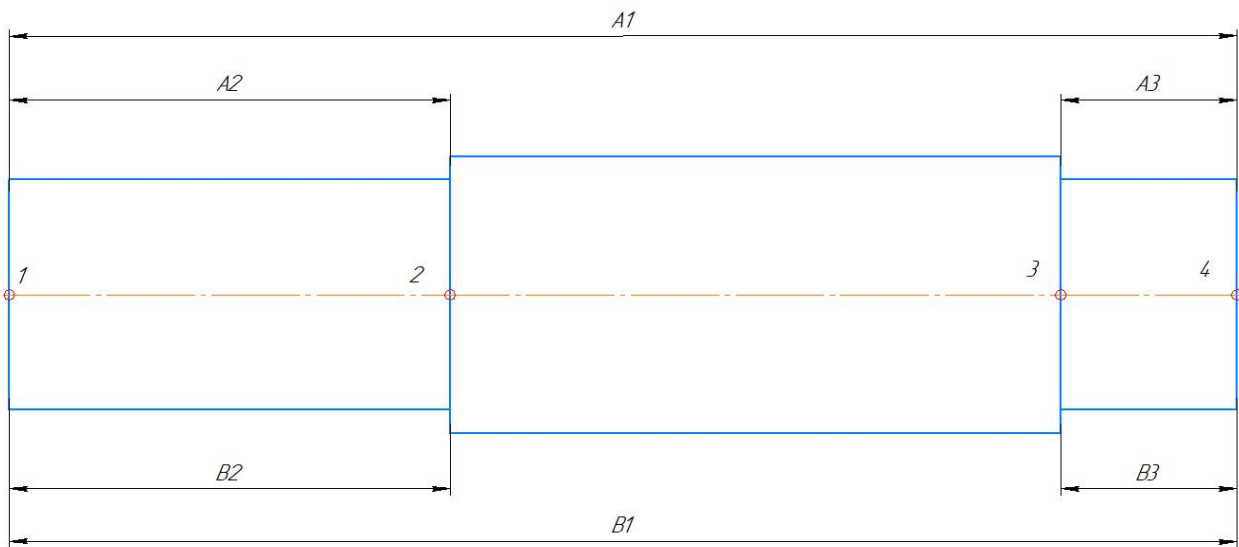
Ra 1,25

Перевстанов А



Перевстанов Б





Перв. примеч.

Стор. №

Лист №

Лист №

Лист №

Лист №

Лист №

Лист №

Лист №

Лист №

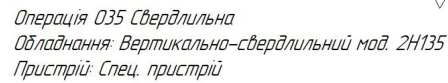
Лист №

Лист №

Лист №

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Николенко			
Проб.	Бончук			
Т.контр.				
Н.контр.	Незруб			
Утв.	Незруб			

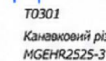
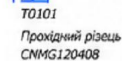
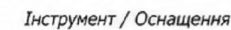
6.131.22/1566. 02			Лист	Масса	Масштаб
Размерный анализ			11		
			Лист	Листов	1
			МОНУ, УДЦНТ каф. ТМ гр. ИЮ1-22т		



Операція 040 Фрезерувальна
Обладнання: Вертикально-фрезерувальний консольний мод. 6Р12
Пристрій: Лещата на верстаті.

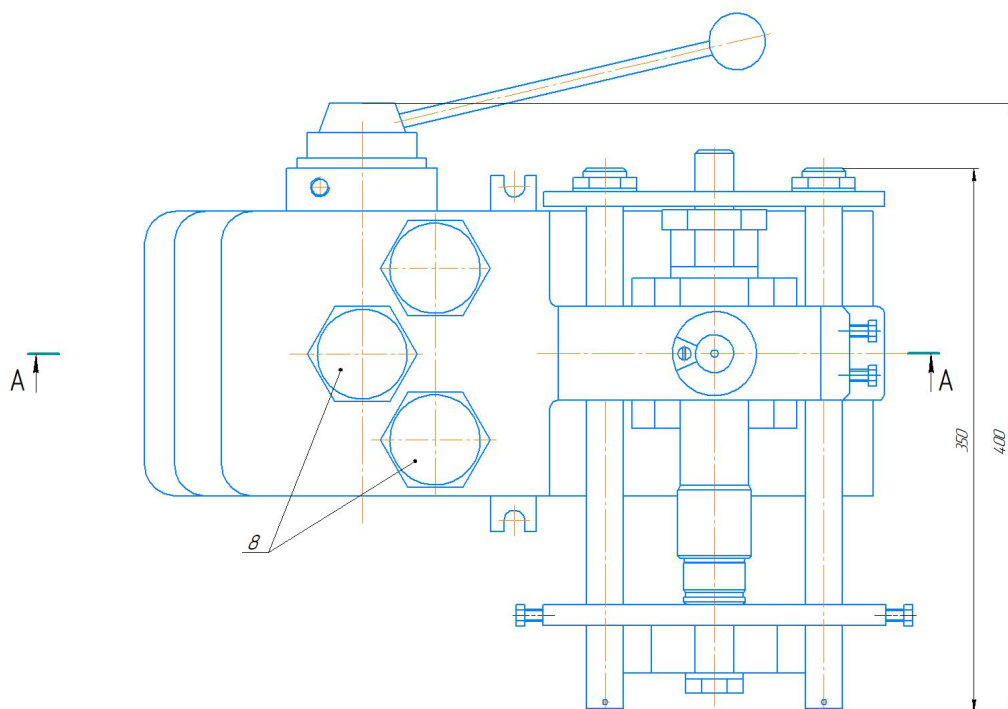


Операція: 020 Токарна з ЧПУ
Обладнання: Токарний HAAS ST-20
Пристрій: 3-х кулачковий патрон



CAM / CAD – 3D модель (стан після операції)

[illegible]



- [illegible]

