

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет дизайну машин та захисту довкілля

(назва факультету)

Кафедра технології машинобудування

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

6.131.221654.ПЗ

на тему: Розробка технологічного процесу виготовлення щита
електродвигуна в дрібносерійному виробництві

за освітньою програмою: Технологія машинобудування

зі спеціальності: 131 – прикладна механіка

Виконав: студент групи: ІМ01-22-Т

/ Євген БРИСТОН /
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник:

/ доц. Сергій БОНДАРЕНКО /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

/ ст. викл. Владлен КАРАБУТ /
(посада, Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Консультанти:

Аналітична частина

/доц. Сергій БОНДАРЕНКО /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Основна частина

/доц. Сергій БОНДАРЕНКО /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Охорона праці та захист

навколишнього середовища

/ доц. Ярослав РОМАНЬКО /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(посада, Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

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

Студент

(підпис)

Дніпро – 2026 рік

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

Faculty of Machines Design and Environmental Protection

(faculty)

Department of Mechanical Engineering Technology

(department)

Explanatory Note
to Bachelor's qualification work
(higher education degree)

on the topic: Development of the technological process for manufacturing an electric motor end shield in small-batch production

according to educational curriculum Mechanical Engineering Technology

in the Speciality: 131- applied mechanics

(speciality and its code)

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

/ Yevhen BRYSTON /
(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ doc. Serhii BONDARENKO /
(position, name, surname)

/ senior teacher

Normative controller :

Vladlen KARABUT/
(position, name, surname)

Supervisors

Analytic chapter

(Chapter title heading)

/ doc. Serhii BONDARENKO /
(position, name, surname)

Main chapter

(Chapter title heading)

/ doc. Serhii BONDARENKO /
(position, name, surname)

Occupational safety and
environmental protection

(Chapter title heading)

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

(Chapter title heading)

(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувачка кафедри технології
машинобудування
Світлана НЕГРУБ
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Дата « » 2026

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу бакалавра
(ступінь вищої освіти)
студенту Бристону Євгену Вячеславовичу
(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Розробка технологічного процесу виготовлення щита електродвигуна в дрібносерійному виробництві

Керівник роботи: к.т.н. Бондаренко Сергій Валерійович
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від " " . 2026р. №

2. Строк подання студентом роботи: 20.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Креслення деталі, 2. Базовий технологічний процес, 3. Річна програма випуску – 1500 шт
4. Відомість обладнання механічної ділянки

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

1 Аналітична частина

2 Основна частина

3 Охорона праці та захист навколишнього середовища

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

1. Деталь та 3D модель – 1 лист; 2. Заготовка та 3D модель – 1 лист А2; А1; 3. Технологічні наладки – 1 лист А1; 4. Пристосування верстатне -- 1 А1; 5. План ділянки – 1 лист А1.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)
Аналітична частина	Бондаренко С.В., доц	06.04.26	06.04.26
Основна частина	Бондаренко С.В., доц	06.04.26	06.04.26
Охорона праці та захист навколишнього середовища	Романько Я.В., доц.	06.04.26	06.04.26

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	до 29.04.2026	
2	Основна частина	до 25.05.2026	
3	Охорона праці та захист навколишнього середовища	до 05.06.2026	
4	Оформлення пояснювальної записки	до 10.06.2026	
5	Виконання презентаційної частини роботи	до 13.06.2026	
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	до 15.06.2026	
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	19.06.2026	

Студент

_____ (підпис)

Євген БРИСТОН

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Сергій БОНДАРЕНКО

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

№ рядк а	Фор мат	Позначення			Назва	Кіл. листів	№ екз.	Пр им.
1					<u>Документація загальна</u>			
2								
3					Заново розроблена			
4	A4	6.131.221654.ПЗ			Пояснювальна записка		1	
5	A4	6.131.221654.ТП			Технологічний процес		1	
6								
7					<u>Графічна частина</u>			
8					Заново розроблено			
9								
10	A1	6.131.221654.01			Деталь та 3D модель	1	1	
11	A2	6.131.221654.02			Заготовка та 3D модель	1	1	
12	A1	6.131.221654.03			Технологічні наладки	1	1	
13	A1	6.131.221654.04СК			Пристосування	1	1	
14					верстатне			
15	A1	6.131.221654.05			План ділянки	1	1	
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
					6.131.221654.ВР			
Зм.	Лис	№ докум.	Підп	Дата	ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	Літера	Лист	Листів
Розроб.		Бристон Є.В.				Б	Т	І
Керівник		Бондаренко С.В.				МОНУ УДУНТ Каф. ТМ гр. ІМ01-22-Т		
Консульт								
Н.контр.		Карабут В.М.						
Затв.		Негруб С.Л..						

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра містить: 98 с., 9 рис., 21 табл., 4 додатки, 31 джерело.

Об'єкт розробки - технологічний процес виготовлення щиту електродвигуна в дрібносерійному виробництві.

Мета розробки - комплексна розробка технологічного процесу виготовлення деталі «щит електродвигуна»

Розроблено раціональний технологічний процес виготовлення деталі, який містять вибір оптимального варіанту отримання заготовки, розрахунок і визначення припусків на обробку. Призначено оптимальний маршрут обробки, обрано нове обладнання, ріжучий та вимірювальний інструмент. Розроблено комплект технологічної документації, технологічні наладки, верстатний пристрій. Розроблені вихідні дані для проектування механічної дільниці для виготовлення деталей, передбачених завданням.

В розділі охорони праці та захисту навколишнього середовища наведена загальна характеристика умов праці на дільниці, а також розглянуто: питання техніки безпеки, пожежної профілактики та захисту навколишнього середовища.

Ключові слова: ЩИТ, ЗАГОТОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПРИПУСК, РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, ПРИСТОСУВАННЯ

					6.131.221654.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ		
Розроб.		Бристон Є.В.					
Перев.		Бондаренко С.В.					
Реценз.							
Н. контр.		Карабут В.М.					
Затв.		Неглуб С.Л.			МОНУ УДУНТ кафедра ТМ гр. ІМ 01-22-Т		
					Літ.	Арк.	Архув
					Б	Т	1 1

ВСТУП.....	9
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи.....	10
1.1.1 Службове призначення виробу і деталі	10
1.1.2 Аналіз технологічності деталі	12
1.1.3 Визначення програми випуску продукції та типу виробництва	14
1.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі...	16
2. ОСНОВНА ЧАСТИНА	20
2.1 Розробка технологічного процесу	20
2.1.1 Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки	20
2.1.2 Вибір методів обробки	24
2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз.....	26
2.1.4 Формування маршруту обробки деталі.....	26
2.1.5 Вибір технологічного обладнання	26
2.1.6 Визначення припуску на обробку та розмірів заготовки	28
2.1.6.1 Розрахунково-аналітичний метод визначення припуску.....	28
2.1.6.2 Розмірний аналіз технологічного процесу.....	33
2.1.7 Вибір пристосувань	36
2.1.8 Вибір різального та допоміжного інструменту	37
2.1.9 Вибір засобів технічного контролю	38
2.1.10 Проектування технологічного процесу обробки деталі	38
2.1.11 Визначення режимів різання	39
2.1.12 Технічне нормування технологічного процесу	43

					6.131.221654.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Бристон Є.В.			ЗМІСТ				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перев.		Бондаренко С.В.							Б	Т	1	2	
Реценз.									МОНУ УДУНТ кафедра ТМ гр. ІМ01-22-Т				
Н. контр.		Карабуг В.М.											
Затв.		Негруб С.Л.											

	8
2.1.13 Проектування технологічних наладок	45
2.2 Розрахунок і проектування верстатного пристосування	46
2.2.1 Аналіз вихідних даних.....	46
2.2.2 Вибір принципової схеми	47
2.2.3 Силовий розрахунок верстатного пристосування	47
2.2.4 Оцінка точності пристосування	52
2.3 Розробка даних для проектування ділянки цеху.....	54
2.3.1 Аналіз вихідних даних для проектування ділянки цеху	54
2.3.2 Розрахунок кількості виробничого обладнання ділянки	55
2.3.3 Розрахунок кількості робочих ділянки цеху	57
2.3.4 Розрахунок виробничої площі ділянки цеху.....	58
2.3.5 Розрахунок технологічної собівартості продукції	59
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	65
3.1 Загальна характеристика умов праці	65
3.2 Техніка безпеки та пожежна профілактика.....	68
3.3 Захист навколишнього середовища.....	73
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	76
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	77
ДОДАТКИ	81

ВСТУП

Впровадження нової технології - це надзвичайно складний і суперечливий процес. Прийнято вважати, що вдосконалення технічних засобів знижує трудовитрати, частку праці у вартості одиниці продукції. Однак на сьогодні технічний прогрес «дорожчає», оскільки потребує створення та застосування дедалі дорожчих верстатів, ліній, роботів, засобів комп'ютерного управління, а також підвищених витрат на екологічний захист. Усе це позначається на збільшенні частки витрат на амортизацію та обслуговування основних фондів у собівартості продукції. Тим не менш, конкурентоспроможність підприємств, їхня здатність утриматися на ринку товарів і послуг залежить передусім від сприйнятливості виробників товарів до новинок техніки і технології, що дозволяють забезпечити випуск та реалізацію високоякісних товарів за найефективнішого використання матеріальних ресурсів. Тому при виборі варіантів техніки і технології необхідно чітко розуміти, для вирішення яких завдань - стратегічних чи тактичних - призначається техніка, що купується та впроваджується.

У даній роботі викладено основні етапи розробки прогресивного технологічного процесу механічної обробки деталі типу «щит». У технологічному процесі застосовується високопродуктивне обладнання з ЧПК. При проектуванні цього технологічного процесу широко використано рекомендації літературних джерел.

					6.131.221654.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Бристон Є.В.			ВСТУП				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перев.		Бондаренко С.В.							Б	Т		1	1
Реценз.									МОНУ УДУНТ Кафедра ТМ гр.ІМ01-22-Т				
Н. контр.		Карабут В.М.											
Затв.		Негруб С.Л.											

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних роботи

1.1.1 Службове призначення виробу і деталі

Виріб МГТ-750К2 (рисунок 1.1) - це 3-фазний електродвигун змінного струму, призначений для приводу паливних насосів відцентрового типу, насосних станцій, гідравлічних насосів та інших агрегатів.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд електродвигуна МГТ-750К2

Основні технічні параметри електродвигуна наведено в таблиці 1.1.

Деталь «щит», що розглядається в даній роботі, є основною складовою електродвигуна та належить до класу корпусних деталей.

Службове призначення щита полягає у механічному з'єднанні підшипників зі станиною електродвигуна, що забезпечує точне центрування ротора відносно статора. Від точності виготовлення щита безпосередньо залежить надійність роботи підшипникового вузла та довговічність електродвигуна в цілому. Ескіз щита електродвигуна наведено на рисунку 1.2 [1]

					6.131.221654.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА					
Розроб.		Бристон Є.В.								
Перев.		Бондаренко С.В.								
Реценз.										
Н. контр.		Карабут В.М.								
Затв.		Негруб С.Л.								
					Лит.			Арк.		Архив
					Б	Т		1		10
					МОНУ УДУНТ Кафедра ТМ гр.ІМ01-22-Т					

Таблиця 1.1 -Технічні параметри електродвигуна МГТ-750К2

Параметр	Значення
Споживаний струм, А, не більше	4,5
Частота обертання, об/хв, не менше	5600
Номінальна напруга, В	200
Габаритні розміри, довжина × діаметр, мм	271 x 115
Маса, кг, не більше	5

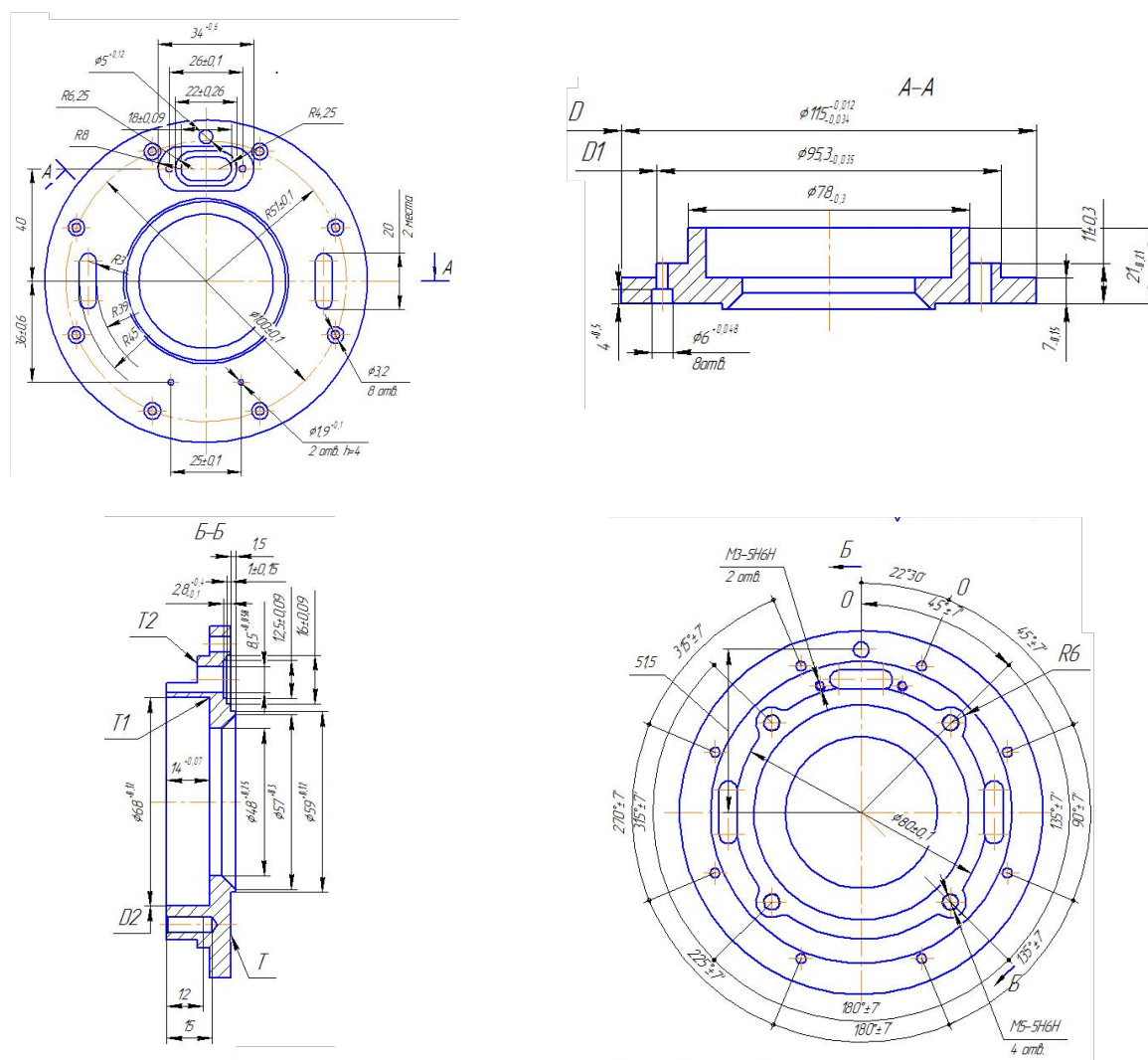


Рисунок 1.2 – Ескіз деталі «щит електродвигуна»

Для виконання свого службового призначення щит має отвори для встановлення шпильок, що забезпечують стягування елементів конструкції

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

електродвигуна, а також посадкові поверхні під підшипники, які виконуються з підвищеною точністю - від їх якості залежить рівень вібрації та шуму під час роботи машини.

З огляду на умови експлуатації деталі -знакозмінні навантаження, вібрація та підвищена температура -до матеріалу щита висуваються вимоги достатньої міцності, жорсткості та розмірної стабільності протягом усього терміну служби виробу.

В рамках виконання роботи було побудовано тривимірну модель розглядаємої деталі, яка наведена на рисунку 1.3

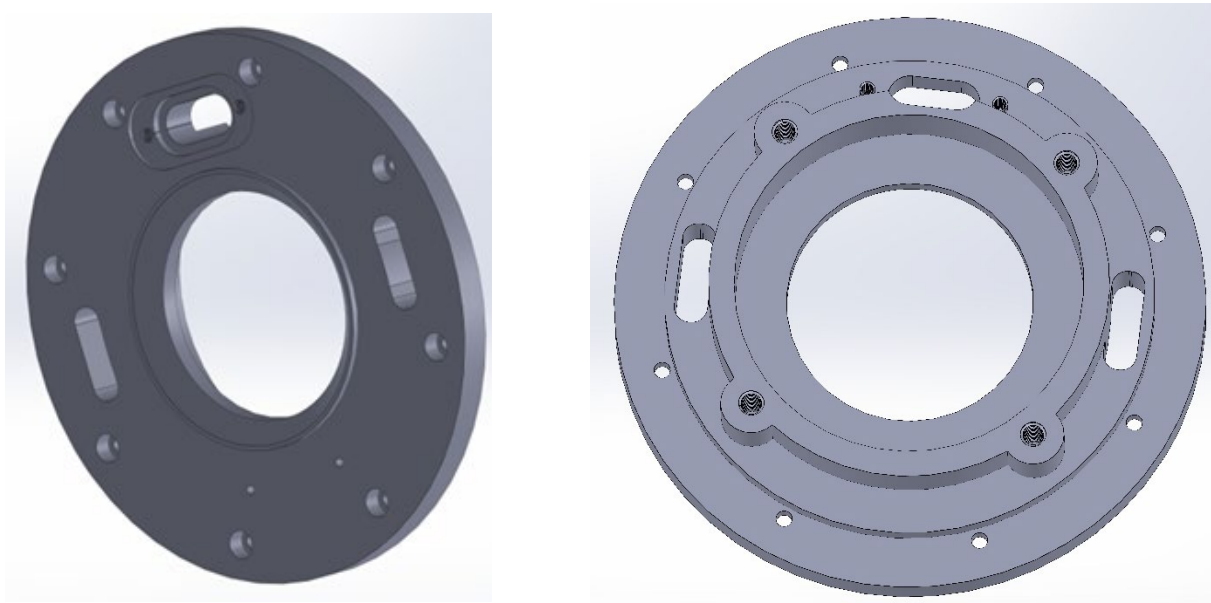


Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд деталі «щит електродвигуна»

1.1.2 Аналіз технологічності деталі

Щит відноситься до деталей класу «корпус» і є однією з основних деталей агрегату, тому від якості її виготовлення багато в чому залежить довговічність роботи виробу. У зв'язку з цим до геометрії деталі висуваються жорсткі вимоги при її виготовленні.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструктивно щит агрегату являє собою склянку зі ступінчастими отворами та пазами, рівномірно розташованими по колу, які є найменш технологічними елементами даної деталі, ускладнюючи її обробку при виготовленні.

У цілому деталь є технологічною - конфігурація щита сприяє можливості швидкого і точного базування на верстатах при обробці, а наявні технологічні складнощі обумовлені жорсткими вимогами до точності розмірів, шорсткості та точності взаємного розташування поверхонь.

Щит виготовляється з алюмінієвого сплаву АЛ9 ГОСТ 2685-75 [2], який володіє гарною оброблюваністю. АЛ9 є ливарним алюмінієвим сплавом, що належить до системи Al-Si-Mg і відноситься до групи силумінів. Матеріал відзначається високою рідкоплинністю у розплавленому стані, що забезпечує якісне заповнення ливарних форм складної конфігурації. Поряд з цим сплав має задовільні показники міцності та забезпечує герметичність готових відливок. АЛ9 широко застосовується в машинобудуванні для виготовлення корпусних деталей та інших відповідальних елементів конструкцій.

Хімічний склад та механічні властивості даного сплаву наведені в таблиці 1.2 та таблиці 1.3 [2]

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сплаву АЛ9

Хімічний елемент	Al	Si	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Be	Sn	Pb
Кількісний вміст	Основа	6,0–8,0	0,20–0,40	≤1,5	≤0,5	≤0,2	≤0,3	≤0,1	≤0,01	≤0,05

Конструкція деталі має достатню жорсткість ($l/d < 12$), що допускає застосування швидкодіючих верстатних пристосувань і високопродуктивних методів обробки. Конфігурація деталі забезпечує вільний доступ різального та вимірювального інструменту.

У цілому деталь є технологічною.

					6.131.221654.ПЗ					Арк.
										4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сплаву АЛ9 при температурі 20°C

Показник	Значення
Межа міцності при розтягуванні σ_B , МПа	147 – 235
Відносне подовження δ , %	1,5 – 3,5
Твердість НВ	50 – 70
Щільність, кг/м ³	≈ 2660

1.1.3 Визначення програми випуску продукції та типу виробництва

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

Для визначення типу виробництва необхідно визначити такт випуску за формулою [3]:

$$\tau_B = \frac{60 \times F_d}{N} \quad (1.1)$$

де F_d – дійсний річний фонд роботи обладнання

N – річна програма випуску деталей згідно завдання

Підставимо наші значення. Тоді такт випуску:

$$\tau_B = \frac{60 \times 4015}{1500} = 160,6 \text{ хв/шт}$$

Коефіцієнт серійності визначається за формулою [3]:

$$K_C = \frac{\tau_B}{T_{\text{шт.ср.}}}, \quad (1.1)$$

де $T_{\text{шт.ср.}}$ – середній штучний час операції, який визначається за формулою

За відомостями базового технологічного процесу $T_{\text{шт.ср}}$ становить 7,23 хв.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, коефіцієнт серійності становить:

$$K_c = \frac{160,6}{7,23} = 22,21$$

Відповідно до отриманого значення коефіцієнта серійності $K_c = 22,21$, що знаходиться в діапазоні $20 \leq K_c < 40$, тип виробництва визначається як дрібносерійний.

Дрібносерійний тип виробництва передбачає застосування як універсального, так і спеціального обладнання та технологічного оснащення.

За організаційною формою ділянка з виготовлення даних деталей є непотоковою, що означає обробку деталей окремими партіями. Розрахунок оптимальної кількості заготовок у партії для одноразового запуску у виробництво виконується за формулою [4]:

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

де N - річна програма випуску виробів ;

f - число днів, на яке необхідно мати запас деталей на складі ($f = 10$ днів);

Φ – фонд робочого часу обладнання.

Число робочих днів для умов України приймаємо рівним 261 день, що відповідає вимогам сучасного законодавства.

Підставивши всі значення, отримуємо кількість деталей у партії рівну:

$$n = \frac{1500 \times 10}{261} = 57,47$$

Таким чином, величина партії деталей одночасно запущених у виробництво має становити 58 шт.

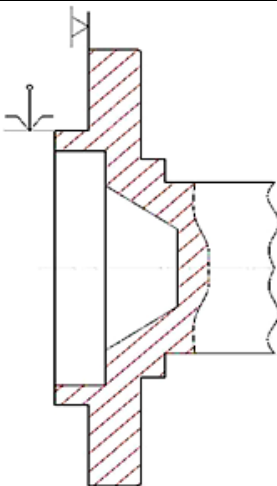
					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

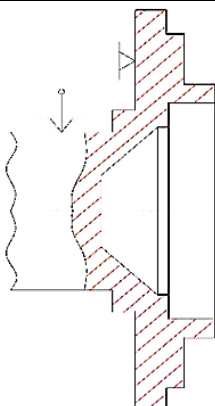
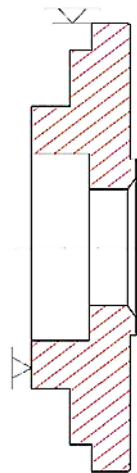
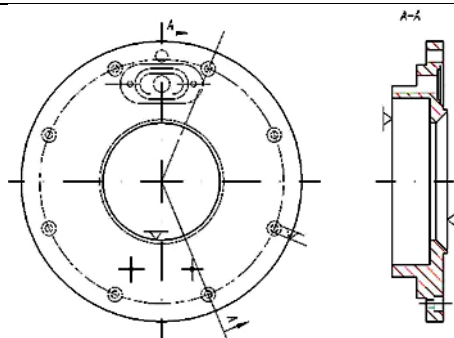
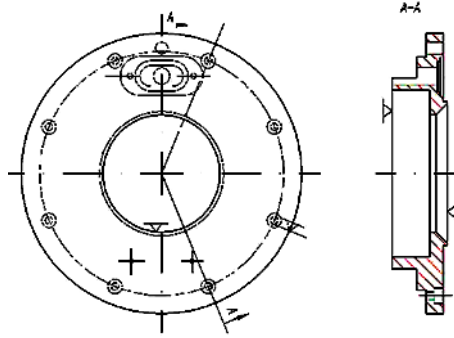
Базовий технологічний процес виготовлення деталі «щит», встановлено, що вона виготовляється з алюмінієвого сплаву АЛ9 ГОСТ 2685-75. Заготовка отримується методом лиття в кокіль, при цьому коефіцієнт використання матеріалу є достатньо високим і становить 0,6. Послідовність обробки відповідає серійному типу виробництва - токарна чорнова та чистова обробка, після чого фрезерування та свердління. На більшості операцій обробки базуючим елементом є внутрішній отвір та торці. Технологія обробки та вибір обладнання підібрані на основі конфігурації розмірів і жорсткості деталі.

Поопераційний маршрут обробки основних формуютьуючих поверхонь заданої деталі представлено у вигляді таблиці в таблиці 1.4.

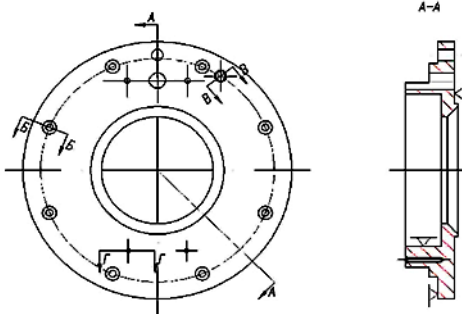
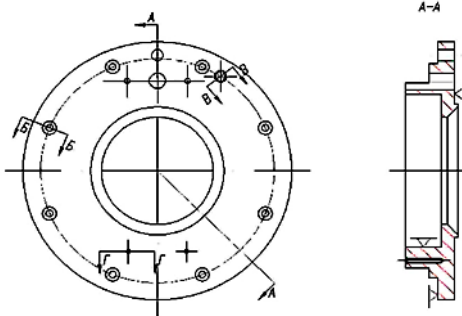
Таблиця 1.4 – Базовий технологічний процес виготовлення щита електродвигуна

№ опр.	Назва операції	Схема встановлення заготовки на верстаті	Найменування й модель обладнання
1	2	3	4
005	Заготівельна	лиття в кокіль	
010	Токарна		Токарний 16Б6Т1

Продовження таблиці 1.4

№ опр.	Назва операції	Схема встановлення заготовки на верстаті	Найменування й модель обладнання
1	2	3	4
015	Токарна		Токарний 16Б6Т1
020	Токарна		Токарно- револьверний 1341
025	Фрезерна		Фрезерний 676П
030	Фрезерна		Фрезерний 676П

Продовження таблиці 1.4

№ опр.	Назва операції	Схема встановлення заготовки на верстаті	Найменування й модель обладнання
1	2	3	4
035	Свердлильна		Вертикально-свердлильний «ДАЗ»
040	Свердлильна		Вертикально-свердлильний «ДАЗ»
045	Слюсарна		Верстак
050	Миєчна		Ванна
055	Контроль		Контрольний стіл

До недоліків базового технологічного процесу можна віднести наступне:

Обробка здійснюється переважно на універсальному обладнанні, що зумовлює збільшення кількості переходів, установів і, як наслідок, операцій, що своєю чергою підвищує трудомісткість виготовлення деталі.

В якості оснащення та інструменту підібрані стандартні пристосування, різальний і вимірювальний інструмент відповідно до точності та шорсткості оброблюваних поверхонь; переважно використовується універсальний вимірювальний інструмент, що також збільшує допоміжний час.

Пропозиції щодо вдосконалення базового технологічного процесу можуть бути наступними:

- 1) концентрація операцій і переходів на одному верстаті, тобто перехід до малостадійного технологічного процесу шляхом об'єднання в одному технологічному агрегаті кількох операцій, які раніше виконувались окремо;
- 2) підвищення рівня комплексної механізації процесів за рахунок застосування сучасних верстатів з ЧПК з метою зниження трудомісткості виготовлення деталей і виробу в цілому;
- 3) застосування швидкодіючих пристосувань з пневмо- та гідروприводом, сучасного різального та вимірювального інструменту;

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка технологічного процесу

2.1.1 Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки

Відповідно до вимог креслення та в результаті аналізу конструкції деталі доходимо висновку, що заготовка може бути отримана литтям. Відливка є найпоширенішим видом заготовок для деталей складної форми. Заготовку можна виготовити двома способами: литтям під тиском, литтям в кокіль.

Техніко-економічне визначення технологічної собівартості деталі та зростання економії матеріалів представляємо у вигляді порівняльного розрахунку двох можливих варіантів отримання заготовки [3].

Маса заготовки з урахуванням припусків на механічну обробку (рисунок 2.1):

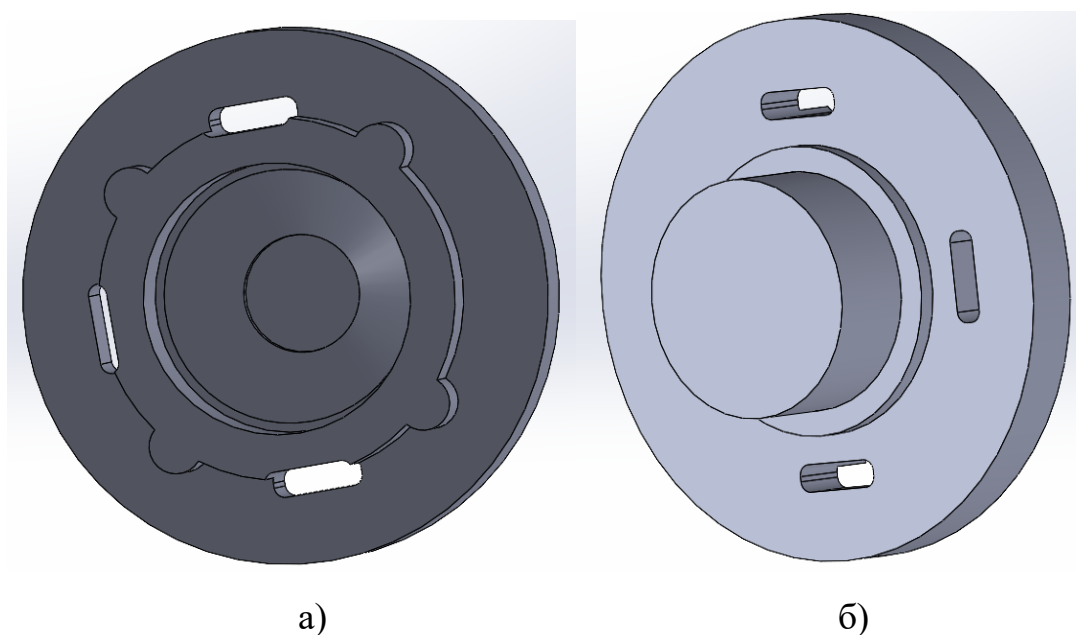


Рисунок 2.1 - Зовнішній вигляд тривимірної моделі заготовки під лиття: вид спереду (а), вид с заду (б)

					6.131.221654.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бристон Є.В.			ОСНОВНА ЧАСТИНА		
Перев.		Бондаренко С.В.					
Реценз.							
Н. контр.		Карабут В.М.					
Затв.		Негроб С.Л.					
					/Лт.	Арк.	Аркуші
					Б	Т	1 45
					МОНУ УДУНТ Кафедра ТМ гр.ІМ01-22-Т		

- для лиття під тиском $Q_1 = 0,31$ кг;
- для лиття в кокіль $Q_2 = 0,42$ кг.

Вибір найбільш раціонального способу отримання заготовки визначаємо з урахуванням ефективності використання матеріалу та скорочення трудомісткості механічної обробки.

Проведемо порівняння коефіцієнтів використання матеріалу для обох методів [3]:

- для відливки під тиском: $KBM_1 = 0,25/0,31 = 0,8$;
- для відливки в кокіль: $KBM_2 = 0,25/0,42 = 0,6$.

З порівняння величин KBM_1 та KBM_2 випливає, що доцільно використовувати метод лиття під тиском та як коефіцієнт використання матеріалу дещо вищий.

Проведемо економічний розрахунок доцільності вибору двох методів отримання заготовок.

Вартість заготовки за кожним варіантом [4]:

$$M = Q_3 * S_k * K_T - q * S_{\text{відх}}, \text{ грн.}, \quad (2.1)$$

де S_k - оптова ціна за 1 кг матеріалу за прейскурантом, грн.;

K_T - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

q - маса реалізованих відходів, кг;

$S_{\text{відх}}$ - ціна за 1 кг відходів, грн.

Враховуючи аналіз ринку за даними з мережі інтернет розрахуємо вартість заготовки:

для лиття під тиском: $M_1 = 0,31 * 135 * 1,05 - 0,06 * 65 = 40,04$ грн.;

для лиття в кокіль: $M_2 = 0,42 * 135 * 1,05 - 0,17 * 65 = 48,49$ грн.

Різниця між вартістю обраних заготовок [4]:

$$A = M_1 - M_2, \text{ грн.}, \quad (2.2)$$

де M_1, M_2 - вартість заготовок за порівнюваними варіантами, грн.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A = 48,49 - 40,04 = 8,45 \text{ грн.}$$

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

Річна економія матеріалу за порівнюваними варіантами визначається за формулою [4]:

$$\mathcal{E}_M = \frac{G_d(K_1 - K_2)}{K_1 K_2} N \quad (2.3)$$

де G_d - маса деталі, кг;

K_1 и K_2 - коефіцієнти використання матеріалу за двома методами;

N - річна програма випуску деталей, шт.

$$\mathcal{E}_M = \frac{0,25 \cdot (0,8 - 0,6)}{0,8 \cdot 0,6} \cdot 1500 = 156,25 \text{ кг}$$

Річна економія визначається за формулою:

$$\mathcal{E}_{с.з.} = A \cdot N, \text{ грн.}, \quad (2.4)$$

де A - різниця між вартістю обраних заготовок, грн

$$\mathcal{E}_{с.з.} = 3,6 \cdot 1500 = 5400 \text{ грн.},$$

Повна річна економія визначається за формулою:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{с.з.} + (Z_1 - Z_2) \left(1 + \frac{H}{100}\right) N, \text{ грн.}, \quad (2.5)$$

де Z_1 і Z_2 - основна заробітна плата виробничих робітників за двома варіантами на тих операціях механічної обробки, де враховується величина припуску на обробку, грн.;

H - цехові накладні витрати.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$Z_{оп} = S_M \cdot T_{шт.}, \text{ грн.}, \quad (2.6)$$

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

$T_{шт.}$ - штучний час, хв.

Хвилинна заробітна плата визначається за формулою:

$$S_M = S \cdot k, \text{ грн.}, \quad (2.7)$$

де S - погодинна ставка, що залежить від розряду роботи, грн.;

k - тарифний коефіцієнт відповідного розряду роботи.

$$S_M = 0,709 \cdot 1,48 = 1,05 \text{ грн.}$$

Сумарна заробітна плата за всі операції визначається як:

$$Z = \sum_{i=1}^n S_M T_{шт.}, \text{ грн.}, \quad (2.8)$$

де n - кількість операцій технологічного процесу.

Розрахунок для деталі:

$$Z_{оп1} = 1,05 \cdot 57,6 = 60,48 \text{ грн.},$$

$$Z_{оп2} = 1,05 \cdot 94,8 = 99,5 \text{ грн.},$$

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

$$\Xi = 9000 + (99,5 - 60,48) \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) \cdot 1500 = 184590 \text{ грн.}$$

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, відповідно до вимог креслення та за результатами аналізу конструкції деталі «щит», встановлено, що оптимальним методом отримання заготовки є лиття під тиском. Застосування даного методу забезпечує зменшення припусків на механічну обробку, що, у свою чергу, сприяє скороченню часу виготовлення деталі та зниженню її собівартості.

2.1.2 Вибір методів обробки

Методи обробки підбираємо для всіх поверхонь щита відповідно до вимог точності та шорсткості, зазначених на робочому кресленні деталі. При виборі способів механічної обробки враховуються конструктивні особливості деталі, технологічні можливості обладнання, а також економічна доцільність застосування того чи іншого методу. Результати вибору методів обробки для окремих поверхонь деталі оформлюємо у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Маршрут обробки деталі

Поверхня деталі	Вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	точність	шорсткість	Технологічні переходи	точність	шорстк.
1	2	3	4	5	6
Ø115g6	Ø 115 ^{-0,015} _{-0,038}	R _a 2,5	Заготовка	h14	R _a 40
			Точіння чорнове	h12	R _a 12,5
			Точіння	h8	R _a 6,3
			напівчистове	g6	R _a 2,5
			Точіння чистове		
Ø95,3h7	Ø 95,3 _{-0.035}	R _a 2,5	Заготовка	h14	R _a 40
			Точіння чорнове	h12	R _a 12,5
			Точіння	h8	R _a 6,3
			напівчистове	h7	R _a 2,5
			Точіння чистове		

Продовження таблиці 2.1

Поверхня деталі	Вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	точність	шорсткість	Технологічні переходи	точність	шорстк.
1	2	3	4	5	6
Ø59h10	Ø59 _{-0.12}	R _a 6,3	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове	h14 h12 h10	R _a 40 R _a 12,5 R _a 6,3
Ø68H8	Ø68 _{-0.046}	R _a 3,2	Свердління Розточування чорнове Розточування чистове	H14 H10 H8	R _a 12,5 R _a 6,3 R _a 3,2
Ø48H11	Ø48 ^{+0,62}	R _a 6,3	Розточування чорнове	H11	R _a 6,3
Ø57H14	Ø57 ^{+0,74}	R _a 6,3	Розточування чорнове	H14	R _a 6,3
Ø1,9H11	Ø1,9 ^{+0,06}	R _a 6,3	Свердління	H11	R _a 6,3
Ø3,2H12	Ø3,2 ^{+0,16}	R _a 6,3	Свердління	H12	R _a 6,3
Ø8,5H12	Ø8,5 ^{+0,2}	R _a 6,3	Свердління	H12	R _a 6,3
Ø5H12	Ø5 ^{+0,3}	R _a 6,3	Свердління	H12	R _a 6,3
Ø6H12	Ø6 ^{+0,6}	R _a 6,3	Свердління	H12	R _a 6,3
M5	M5 5H6H	R _a 3,2	Свердління Зенкерування Нарізання різьби	H12 H9 6H	R _a 12,5 R _a 6,3 R _a 3,2
M3	M3 5H6H	R _a 3,2	Свердління Зенкерування Нарізання різьби	H12 H9 6H	R _a 12,5 R _a 6,3 R _a 3,2
Площадка		R _a 6,3	Фрезерування	h10	R _a 6,3

2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз

Як технологічні бази для щита на першій токарній операції використовується необроблювана поверхня Ø78 та торець, отримані литтям, що забезпечує достатню точність базування та закріплення заготовки в пристосуванні.

Вибір баз для подальшої обробки ґрунтується на тому, що найбільша точність обробки досягається при використанні на всіх операціях механічної обробки одних і тих самих базових поверхонь, тобто дотриманні принципу єдності баз. Тому на подальших токарних операціях як технологічні бази використовуються отримані на першій операції поверхня Ø115 та торець. Як бази на подальших програмно-комбінованій різьбонарізній та фрезерній операціях використовуються також оброблені поверхні отворів Ø68, Ø62 та відповідні торці. В усіх випадках реалізується подвійна напрямна база, що слугує для накладання на заготовку зв'язків, які позбавляють її чотирьох ступенів свободи, та опорна база, що позбавляє деталь одного ступеня свободи.

2.1.4 Формування маршруту обробки деталі

Відповідно до розробленого плану обробки сформовано маршрутний технологічний процес та оформлено маршрутну карту, яка наведена в додатках до роботи. Відомості про обране обладнання внесено у відповідні розділи маршрутної карти.

2.1.5 Вибір технологічного обладнання

Для дрібносерійного виробництва характерне застосування верстатів широкого та загального призначення, а також верстатів з програмним керуванням. При підборі обладнання орієнтуємось на відповідність основних

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розмірів робочих органів верстата габаритам оброблюваної заготовки та досягнення необхідної точності, а також на застосування мінімальної кількості різних верстатів.

Токарна обробка здійснюється на наступних верстатах:

1) Токарно-гвинторізний верстат 16Д20, призначений для виконання різноманітних токарних робіт з обточування, точіння конічних поверхонь та гвинторізних робіт в умовах дрібносерійного виробництва [5].

Даний агрегат має наступні характеристики:

- Діаметр оброблюваної деталі над станиною - 400 мм
- Частота обертання шпинделя min/max - 8,5/2000 об/хв
- Довжина оброблюваної деталі, - 1500 мм
- Потужність двигуна головного руху - 11 кВт
- Маса верстата - 3100 кг
- Габаритні розміри верстата - 3880×1270×1605 мм

2) Токарний обробний центр HYUNDAI SKT-100 [6], призначений для виконання різноманітних токарних робіт в один або кілька проходів в автоматичному режимі. На верстаті можна виконувати зовнішнє обточування, свердління, розточування та точіння конічних поверхонь.

Даний агрегат має наступні характеристики:

- Максимальний діаметр обробки - 230 мм
- Максимальний довжина обробки - 255 мм
- Частота обертання шпинделя - 6000 об/хв
- Потужність шпинделя - 7,5 кВт
- Кількість інструментів - 12 од.
- Габаритні розміри верстата - 2020×1650×1820 мм
- Маса верстата - 3800 кг

3) Координатно-розточний верстат з ЧПК 2E450AФ30 призначений для обробки за програмою отворів з точним розташуванням осей, розміри між якими задані як у прямокутній, так і в полярній системах координат, а також

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для напівчистового та чистового фрезерування по осях X, Y, Z у режимі контурної обробки [7].

Даний агрегат має наступні характеристики:

- Відстань від осі шпинделя до стійки - 710 мм
- Найбільший діаметр свердління - 30 мм
- Найбільший діаметр розточування - 250 мм
- Тип пристрою ЧПК - NC-210
- Межі робочих подач шпинделя - 1,25...1000 мм/хв
- Швидкість робочого переміщення стола та санчат - 2,5...10000 мм/хв
- Габаритні розміри верстата - 2800×3000×3000 мм
- Маса верстата - 8000 кг

2.1.6 Визначення припуску на обробку

2.1.6.1 Розрахунково-аналітичний метод визначення припуску

Розрахунково-аналітичним методом визначаємо припуски для найбільш точної поверхні щита - $\varnothing 115 \begin{smallmatrix} +0.015 \\ -0.038 \end{smallmatrix}$ з шорсткістю $Ra = 2,5$, яка буде оброблятися на токарному верстаті з ЧПК HUNDAY SKT - 100.

Для отримання поверхні із зазначеним допуском $T = 0,023$ мм та шорсткістю $Ra = 2,5$ мкм приймаємо наступний план обробки заданої поверхні [4]: токарна операція включає чорнове, напівчистове та чистове точіння.

1-й перехід — чорнове точіння $T_1 = 0,14$ мм і $Ra = 12,5$;

2-й перехід — напівчистове точіння $T_2 = 0,054$ мм і $Ra = 6,3$;

3-й перехід — чистове точіння $T_3 = 0,023$ мм, $Ra = 2,5$.

Граничні відхилення заготовки: $ES_{заг} = 0$ мм, $EI_{заг} = -0,87$ мм.

Граничні відхилення проміжних розмірів за переходами приймаємо як для вала, тобто $ES_1 = ES_2 = 0$; $EI_1 = -0,14$, $EI_2 = -0,054$.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Розрахунок мінімальних припусків визначаємо за формулою [4]:

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

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

$h_{(i-1)}$ - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

$\Delta \Sigma_{(i-1)}$ - сумарне відхилення розташування та форми поверхні на попередньому переході;

ε_i - похибка встановлення заготовки на виконуваному переході.

Прийнятий метод отримання заготовки — лиття під тиском.

1. Для першого переходу першої токарної операції. Якість поверхні відливки, отриманої литтям під тиском: $R_{z \text{ заг.}} = 200$ мкм, $h_{\text{заг.}} = 100$ мкм [7].

Сумарні відхилення розташування та форми поверхні визначаємо за формулою [8, 9]:

$$\Delta \Sigma_{\text{заг.}} = \sqrt{\Delta k_{\text{вв}}^2 + \Delta c_{\text{зв}}^2} \quad (2.10)$$

де $\Delta k_{\text{вв}}$ - відхилення вигнутості вісі;

$\Delta c_{\text{зв}}$ - відхилення зміщення вісі.

Для $\Delta k_{\text{вв}}$ визначаємо дані згідно з довідником [7] і приймаємо $\Delta k_{\text{вв}} = 2$ мкм на 1 мм довжини заготовка. При довжині поковки $L = 21$ мм: $\Delta k_{\text{вв}} = 1,5 * 21 = 31,5$ мкм.

Відхилення зміщення вісі (Δc) деталей нормальної точності приймаємо: $\Delta c = 0,15$ мм = 150 мкм.

Таким чином сумарні відхилення розташування та форми поверхні:

$$\Delta \Sigma_{\text{заг.}} = \sqrt{31,5^2 + 150^2} = 153 \text{ мкм.}$$

Закріплення заготовки передбачається у трьохкулачковому самоцентрувальному патроні, з похибкою базування $\varepsilon_1 = 100 * 0,7 = 70$ мкм.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Мінімальний припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{\min} = 2[(200 + 100) + \sqrt{153^2 + 70^2}] = 2 * 468 = 936 \text{ мкм.}$$

Приймаємо мінімальний припуск на чорнове точіння: $2Z_{\min} = 1000 \text{ мкм.}$

б) Для другого переходу першої токарної операції приймаємо шорсткість $R_{z1} = 50 \text{ мкм}$ і глибину дефектного шару після першого переходу $h_1 = 50 \text{ мкм.}$

Похибку розташування та форми поверхні після першого переходу розраховуємо за формулою:

$$\Delta\Sigma_1 = \Delta\Sigma_{\text{заг}} * K_y \quad (2.11)$$

де K_y - коефіцієнт приймаємо рівним 0,06 [8, 9].

$$\Delta\Sigma_1 = 153 * 0,06 = 9 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення на цьому переході:

$$\varepsilon_2 = 70 * 0,06 + 50 = 54,2 \text{ мкм.}$$

Приймаємо похибку встановлення 54 мкм.

Мінімальний припуск на напівчистове точіння:

$$2Z_{2\min} = 2[(50 + 50) + \sqrt{9^2 + 54^2}] = 2 * 155 = 310 \text{ мкм.}$$

Приймаємо мінімальний припуск на напівчистове точіння: $2Z_{2\min} = 310 \text{ мкм.}$

в) Для третього токарного переходу приймаємо шорсткість $R_{z2} = 20 \text{ мкм}$ і глибину дефектного шару $h_2 = 20 \text{ мкм.}$

Похибка розташування та форми поверхні $\Delta\Sigma_2 = 153 * 0,05 = 7,6 \text{ мкм.}$

Похибка встановлення заготовки: $\varepsilon_{B2} = 50 \text{ мкм.}$

Мінімальний припуск на чистове точіння:

$$2Z_{3\min} = 2[(20 + 20) + \sqrt{8^2 + 50^2}] = 2 * 91 = 182 \text{ мкм.}$$

Приймаємо мінімальний припуск на чистове точіння: $2Z_{3\min} = 182 \text{ мкм.}$

Розрахунок номінальних припусків ведеться за формулою: [8, 9]:

$$2Z_{i\text{ном.}} = 2Z_{i\min} + |e_{i(i-1)}| - |e_{di}|, \quad (2.12)$$

Розрахунок максимальних припусків ведеться за формулою::

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

$$2Z_{i \max} = 2Z_{i \min} + T_{d(i-1)} - T_{di}, \quad (2.13)$$

$$2Z_{1\text{ном}} = 1000 + 870 - 140 = 1730 \text{ мкм},$$

$$2Z_{1\max} = 1000 + 870 - 140 = 1730 \text{ мкм},$$

$$2Z_{2\text{ном}} = 310 + 140 - 54 = 396 \text{ мкм},$$

$$2Z_{2\max} = 310 + 140 - 54 = 396 \text{ мкм},$$

$$2Z_{3\text{ном}} = 182 + 54 - 38 = 198 \text{ мкм},$$

$$2Z_{3\max} = 182 + 54 - 23 = 213 \text{ мкм},$$

Припуски та граничні розміри за операціями на підставі проведених розрахунків зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Припуски та граничні розміри по операціях

Операції /переходи	Допуск к Т, мкм	Елементи припуску, мкм				Значення припусків, мкм			Розрахунок розмір, мм	Граничні розміри, мм	
		Rz	h	$\Delta\Sigma$	Ey	$2Z_{i \min}$	$2Z_{i \text{ном}}$	$2Z_{i \max}$		max	min
Заготовка	870	200	100	153	-	-	-	-	117,324	117,324	116,454
Точіння чорнове	140	50	50	9	70	1000	1730	1730	115,594	115,594	115,454
Точіння напівчистове	54	20	20	8	54	310	396	396	115,198	115,198	115,144
Точіння чистове	23	-	-	-	50	182	198	213	115	114,985	114,962
Загальні припуски						1492	2324	2339	-	-	-

Загальний номінальний припуск, становить 2,324 мм. Табличний припуск для заготовок: $2Z_{\text{ном}} = 4$ мм, тобто на 1,676 мм більше за розрахований.

					6.131.221654.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						12

Схема розташування припусків і допусків при обробці заданої поверхні наведена на рисунку 2.2.

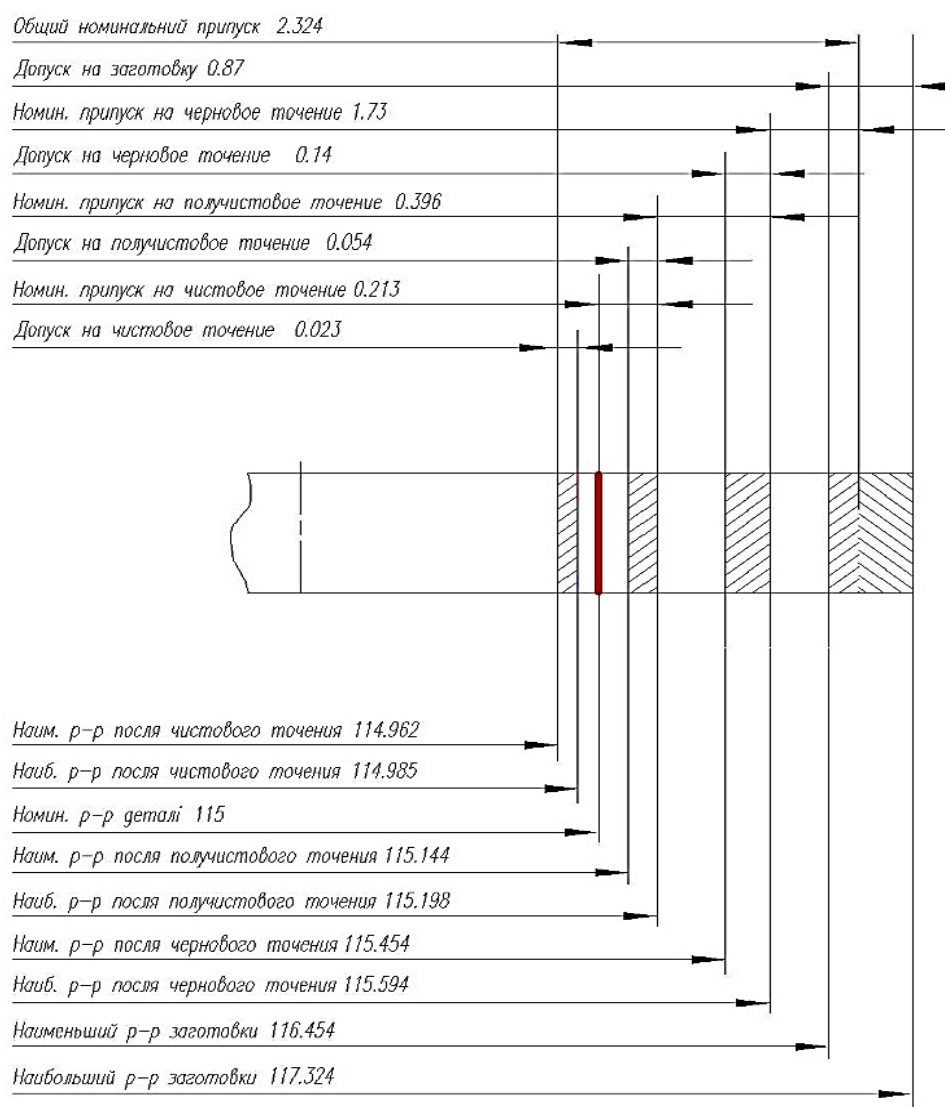


Рисунок 2.2 - Схема розташування припусків і допусків

Для зручності користування при виготовленні деталі приймаємо наступні значення номінальних розмірів:

для заготовки - $\varnothing 118_{-0,87}$

- після чорнового точіння - $\varnothing 116_{-0,14}$

- після напівчистового точіння - $\varnothing 115,2_{-0,054}$

- після чистового точіння - $\varnothing 115_{-0,038}^{-0,015}$

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

6.131.221654.ПЗ

2.1.6.2 Розмірний аналіз технологічного процесу

У дипломному проекті розмірний аналіз є важливим етапом проектування технологічного процесу обробки деталі, оскільки він забезпечує досягнення необхідної точності виготовлення та взаємного розташування поверхонь. Його виконання дає можливість обґрунтовано визначити технологічні розміри, припуски на обробку, а також граничні відхилення, які забезпечують відповідність виготовленої деталі вимогам конструкторської документації.

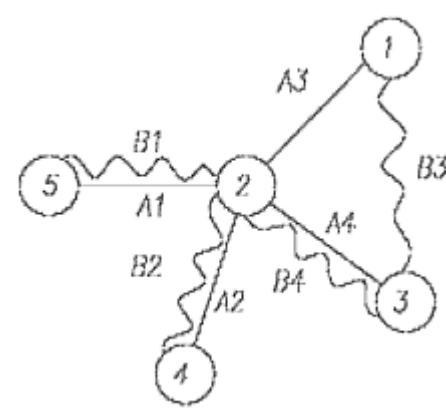
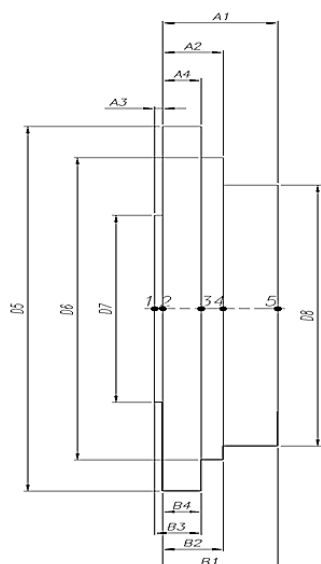
Основною метою розмірного аналізу є встановлення взаємозв'язку між конструкторськими та технологічними розмірами, а також визначення розмірних ланцюгів, що виникають у процесі виготовлення деталі. Проведення такого аналізу дозволяє виявити замикальні ланки розмірних ланцюгів, правильно розподілити допуски між їх складовими та забезпечити необхідну точність кінцевих розмірів деталі.

Розмірний аналіз технологічного процесу виконується у певній послідовності, що включає побудову схеми деталі, індексацію поверхонь, визначення конструкторських і технологічних розмірів, побудову графа розмірних зв'язків, виявлення та розрахунків розмірних ланцюгів, а також визначення технологічних розмірів і їх граничних відхилень. Такий підхід дозволяє системно проаналізувати точність технологічного процесу та забезпечити виготовлення деталі з необхідними параметрами.

Ескіз деталі щит з проставленими конструкторськими та технологічними розмірами наведено на рисунку 2.3а. Після побудови ескізу деталі з розмірами будується граф комплексів розмірів щита. Побудований граф наведено на рисунку 2.3б. Після побудови графа виконується його аналіз з метою виявлення усіх розмірних ланцюгів. Виявлені розмірні ланцюги деталі щит наведено у таблиці 2.3.

Найпростішим варіантом є розмірні ланцюги із двох складових, в якому ребро вихідного дерева є замикальною ланкою, а ребро похідного дерева - складовою ланкою.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а)

б)

Рисунок 2.3 - Ескіз деталі з проставленими конструкторськими та технологічними розмірами (а) і граф комплексів розмірів (б) деталі щит

Таблиця 2.3 - Розмірні ланцюги деталі щит

№	Розмірний ланцюг
1	
2	
3	
4	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6.131.221654.ПЗ

Арк.

15

До найпростіших ланцюгів відносяться ланцюги 1,2 та 3 (див. табл.2.6). В цих розмірних ланцюгах конструкторські та технологічні розміри співпадають, що означає рівність відповідних розмірів між собою, а також рівність допусків й граничних відхилень.

У 4-му розмірному ланцюзі деталі щит визначенню підлягає допуск і граничні відхилення технологічного розміру В3.

У даному розмірному ланцюзі замикальна ланка - $A_3 = 1,5 \pm 0,2$, збільшувальна - В3, зменшувальна - В4. Оскільки $T_{cp} = 0,2$ мкм, а розмір В4 за всіма параметрами ідентичний розміру А4, тобто $B_4 = 7_{-0,15}$.

Невідомим залишається допуск розміру В3 та його граничні відхилення. Граничні відхилення визначаємо за формулами [8, 9]:

$$ESA\Delta = \sum ES^{зб} - \sum EI^{зм} \quad (2.14)$$

$$EIA\Delta = \sum EI^{зм} - \sum ES^{зб}; \quad (2.15)$$

Знаходимо граничні відхилення розміру В3:

$$0,2 = ES^{зб} - (-0,15),$$

$$-0,2 = EI^{зм} - 0$$

$$ESB_3 = +0,05 \text{ мм};$$

$$EIB_3 = -0,2 \text{ мм};$$

Тобто розмір В3 становить $8,5 \begin{smallmatrix} +0,05 \\ +0,2 \end{smallmatrix}$

Результати розмірного аналізу технологічного процесу виготовлення щиту наведені в таблиці 2.4.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Таблиця 2.4 - Розрахунок міжопераційних припусків та допусків

Поверхня деталі	Переход	Допуск	Мінімальний припуск	Операційний розмір
$\varnothing 115_{-0,038}^{-0,015}$	Заготовка	0,87	-	$\varnothing 118_{-0,87}$
	Точіння чорнове	0,14	2x1	$\varnothing 116_{-0,14}$
	Точіння напівчистове	0,054	2x0,4	$\varnothing 115,2_{-0,054}$
	Точіння чистове	0,023	2x0,1	$\varnothing 115_{-0,038}^{-0,015}$
$\varnothing 95,3_{-0,035}$	Заготовка	0,87	-	$\varnothing 102_{-0,87}$
	Точіння чорнове	0,35	2x2	$\varnothing 98_{-0,35}$
	Точіння напівчистове	0,054	2x1	$\varnothing 96_{-0,054}$
	Точіння чистове	0,035	2x0,35	$\varnothing 95,3_{-0,035}$
$\varnothing 59_{-0,12}$	Заготовка	0,74	-	$\varnothing 63_{-0,74}$
	Точіння чорнове	0,3	2x1,5	$\varnothing 60_{-0,3}$
	Точіння чистове	0,12	2x0,5	$\varnothing 59_{-0,12}$
$\varnothing 68^{+0,046}$	Свердління	0,74	-	$\varnothing 60^{+0,74}$
	Розточування чорнове	0,3	2x2,5	$\varnothing 65^{+0,3}$
	Розточування чистове	0,046	2x1,5	$\varnothing 68^{+0,046}$

2.1.7 Вибір пристосувань

В умовах дрібносерійного виробництва доцільним є застосування переважно універсальних та універсально-налагоджувальних пристосувань, що забезпечують достатню гнучкість технологічного процесу та можливість швидкого переналагодження обладнання при зміні номенклатури деталей. Такі пристосування дозволяють забезпечити необхідну точність базування і закріплення заготовок, водночас зменшуючи витрати на виготовлення

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціального оснащення, що є економічно доцільним для даного типу виробництва.

Для встановлення і закріплення заготовок на токарних операціях застосовується універсальний трикулачковий самоцентрувальний патрон за ГОСТ 2675-80, який забезпечує надійне закріплення деталі та необхідну точність її встановлення відносно осі обертання. Використання такого патрона є доцільним завдяки простоті конструкції, універсальності та можливості швидкої зміни заготовок.

На фрезерних та свердлильних операціях застосовуються універсальні машинні лещата та стандартні пристосування для закріплення заготовок, що забезпечують достатню жорсткість системи «верстат-пристрої-інструмент-заготовка» та необхідну точність обробки. Використання універсального оснащення дозволяє скоротити підготовчо-заклучний час та підвищити економічність виробництва.

2.1.8 Вибір різального та допоміжного інструменту

Підбір ріжучого та допоміжного інструменту виконувався з урахуванням умов виробництва, прийнятого способу механічної обробки та типу використовуваного верстатного обладнання. При цьому також бралися до уваги геометричні параметри, форма і матеріал заготовки, а також вимоги до точності обробки та якості поверхонь деталі. Обраний інструмент забезпечує ефективне виконання операцій, необхідну продуктивність процесу та досягнення заданих показників точності й шорсткості поверхні.

Технологічним процесом передбачено:

- для чорнової та чистової обробки циліндричних поверхонь - токарні прохідні різці з пластинками з твердого сплаву. Конструкція і розміри за ГОСТ 18877-73 [10]; різці токарні прохідні упорні з пластинами з твердого сплаву. Конструкція і розміри за ГОСТ 18879-73 [11]. Матеріал різальної частини для чорнової обробки Т5К10, для чистової - Т15К6;

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для розточування - розточувальні різці за ГОСТ 18882-73 [12] з матеріалом різальної частини Т5К6;
- для виконання свердлильної операції застосовуємо свердла за ГОСТ 4010-77 [13]. Для різального інструменту обираємо марку сталі Р18, оскільки він призначений для обробки легованих матеріалів в умовах динамічних навантажень;
- для виконання фрезерних операцій як різальний інструмент застосовуємо кінцеві фрези за ГОСТ 18372-73 [14], з матеріалом різальної частини ВК8, яка має підвищену міцність і призначена для обробки конструкційних матеріалів в умовах динамічних навантажень.

2.1.9 Вибір засобів технічного контролю

Під час проектування даного технологічного процесу при виборі засобів технологічного контролю враховуються вимоги до точності вимірювань та можливість їх ефективного застосування у виробничих умовах.

Для контролю діаметрів деталей, отворів і лінійних розмірів використовуються універсальні вимірювальні інструменти та прилади. До них належать штангенінструменти (штангенциркуль ШЦ-160-II-0,05 за ДСТУ EN ISO 13385-1:2018, штангенглибиномір за ГОСТ 162-90), вимірювальні головки, мікрометричні інструменти за ГОСТ 6507-90, важільні скоби за ГОСТ 18365-73, гладкі калібри-пробки за ГОСТ 14810-69, а також різьбові калібри-кільця за ГОСТ 17764-72.

Застосування зазначених засобів контролю забезпечує перевірку відповідності розмірів оброблених поверхонь установленим вимогам точності та якості.

2.1.10 Проектування технологічного процесу обробки деталі

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Розробка технологічного процесу передбачає послідовний вибір методів обробки, визначення базування, підбір ріжучого та допоміжного інструменту, а також засобів контролю, що забезпечує виробництво деталей високої якості з мінімальними витратами часу та матеріалу.

Відповідно до обраного маршруту обробки деталі складено технологічний процес на її виготовлення, та наведено додатках роботи.

2.1.11 Визначення режимів різання

Виконаємо розрахунок режимів різання на обробку поверхні $\varnothing 115_{-0,038}^{-0,015}$. Технологічний процес обробки поверхні включає: чорнове, напівчистове та чистове точіння. Застосовуване обладнання, різальний інструмент: токарний верстат з ЧПК, різець прохідний чотиригранний з головним кутом у плані 45° та механічним кріпленням.

При чорновому точінні глибину різання приймаємо рівною припуску на чорнову обробку, тобто $t = 1$ мм. Величину подачі $S = 0,4$ мм/об.

При точінні швидкість різання визначається за формулою:

$$v_p = \frac{C_v}{T_{msy}^{t^x}} K_v, \quad (2.16)$$

де T - зносостійкість різця;

t - глибина різання, мм;

S - подача, мм/об.

Частота обертання шпинделя верстата, об/хв:

$$n = \frac{1000v}{3.14d} \quad (2.17)$$

де d - діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Потужність різання, кВт [8, 9]:

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (2.18)$$

де P_z - тангенціальна складова сили різання, Н [8, 9].

Тангенціальна складова сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p \quad (2.19)$$

Значення емпіричних коефіцієнтів становить [8, 9]: $C_v = 328$, $x = 0,12$, $y = 0,5$, $m = 0,28$.

Коефіцієнт K_v є добутком коефіцієнтів: $K_{mv} = 0,83$, $K_{nv} = 0,8$ та $K_{uv} = 0,65$.

$$K_v = 0,83 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,433.$$

$$v = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 1^{0,12} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,433 = 71,36$$

Частота обертання шпинделя верстата, об/хв,:

$$n = \frac{1000 \cdot 71,3}{3,14 \cdot 116,5} = 194,91$$

Поправочний коефіцієнт:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp},$$

де за довідником [8, 9]: $K_{mp} = 1$, $K_{fp} = 1$, $K_{yp} = 1$, $K_{lp} = 1$, $K_{rp} = 1$. Таким чином $K_p = 1$.

Тангенціальна складова сили різання ($C_p = 40$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = 0$):

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 71,3^0 \cdot 1 = 201,2$$

Потужність різання:

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{71,3 * 201,2}{1020 * 60} = 0,23$$

Тобто потужності приводу верстата достатньо для роботи з обраними режимами різання.

При напівчистовому точінні глибину різання приймаємо рівною припуску на напівчистову обробку, тобто: $t = 0,4$ мм, величину подачі $S = 0,2$ мм/об.

Тоді швидкість різання:

$$v = \frac{485}{60^{0.28} * 0.4^{0.12} * 0.2^{0.25}} * 0.433 = 111,3$$

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 * 111.3}{3.14 * 116} = 304,74$$

Тоді

$$P_z = 10 * 40 * 0,4^1 * 0,2^{0,75} * 111^0 * 1 = 47,85$$

$$N = \frac{111,3 * 47,85}{1020 * 60} = 8,68$$

Потужності верстату вистачає.

При чистовому точінні глибину різання приймаємо рівною припуску на чистову обробку, тобто: $t = 0,1$ мм, величина подачі $S = 0,1$ мм/об.

Швидкість різання (м/хв) визначаємо, виходячи зі значення емпіричних коефіцієнтів : $C_v = 485$, $x = 0,12$, $y = 0,25$, $m = 0,28$.

Коефіцієнт $K_v = 0,433$ аналогічно попередньому розрахунку.

$$v = \frac{485}{60^{0.28} * 0.1^{0.12} * 0.1^{0.25}} * 0.433 = 156,43$$

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Частота обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 * 156,4}{3.14 * 115,2} = 432,37$$

Значення емпіричних коефіцієнтів для розрахунку сили різання [8, 9]:
 $C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$, $K_p = 1$.

Сила різання і потужність:

$$P_z = 10 * 40 * 0,1^1 * 0,1^{0,75} * 156,4^{-0,15} * 1 = 7,11$$

$$N = \frac{156,4 * 7}{1020 * 60} = 1,79$$

Потужності приводу верстата достатньо для роботи за обраними режимами різання.

Повний перелік режимів різання представлений у вигляді таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Зведена відомість режимів обробки щита

№ Оп.	Пер.	Операція	Режими обробки						
			D, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	V, об/хв	n, м/хв
015	Токарна								
	1	Точить поверхнюØ45	45	25	1,5	1	0,32	76,33	790
	2	Точить поверхнюØ60	60	1,5	2,5	1	0,30	71,56	740
	3	Підрізати торець 11,7		11,7	0,8	1	0,32	76,33	790
020	Токарна з ЧПК								
	1	Підрізати торець 21,8		21,8	0,7	1	0,2	110	300
	2	Точить поверхню Ø 96	96	13,6	2,5	5	0,2	110	300
	3	Точить поверхню Ø 115,2	115,2	8,2	1,4	1	0,2	110	300
	4	Розточити поверхню Ø 68	68	14	1,75	1	0,2	110	300
		Переустанов							
	5	Відрізати хвостовик	60	25	25	1	0,36	85,87	860
	6	Розточити отвір Ø 48	48	7,8	2	1	0,24	57,25	600

					6.131.221654.ПЗ				Арк.
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

	7	Снять фаску Ø 58	58	5	5	1	0,33	78,71	815
025	Програмно-комбінована								
	1	Свердлити отвір Ø2,47	2,47	21	1,235	1	0,4	3,38	800
	2	Свердлити отвір Ø5	5	7	2,5	1	0,8	6,83	800
	3	Свердлити отвір Ø7	7	21	3,5	1	1,2	9,57	800
	4	Свердлити отвір Ø3,2	3,2	7	1,6	1	0,5	4,37	800
	5	Зенкувати отвір Ø3,2	6	4,6	3	1	1,0	8,20	800
	6	Свердлити отвір Ø4,16	4,16	15	2,08	1	0,7	5,69	800
	7	Зенкувати отвір Ø4,16	0,9	0,9	0,9	1	0,3	2,46	800
	8	Свердлити отвір Ø1,9	1,9	4,6	0,95	1	0,3	2,60	800
	9	Фрезерувати виємку	34x16	1	3,2	1	0,8	6,56	
	10	Фрезерувати виємку й паз	8,5	21	0,75	1	0,5	4,10	710
030	Програмно-комбінована								
	1	Нарізати різь М3	3	21	1,5	2	1,5	20	250
	2	Нарізати різь М5	5	12,7	1,5	4	1,5	20	250

2.1.12 Технічне нормування технологічного процесу

Технічна норма часу, незалежно від типу верстата і методу обробки [15], визначається за формулою:

$$T_{ш.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}, \text{ м хв} \quad (2.20)$$

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

$T_{шт}$ - норма штучного часу, хв;

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

n - розмір партії деталей, шт.

Норма штучного часу [15]:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{мп} \quad (2.21)$$

де T_o - основний технологічний час, хв;

T_v - допоміжний час, хв;

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

					6.131.221654.ПЗ				Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Торг - час організаційного обслуговування робочого місця, хв;

Тпп - час перерв, хв.

Основний час визначається залежно від режимів різання:

$$T_o = \frac{L_p}{S_m} \cdot i \quad (2.22)$$

де $L_p = l + l_{вр} + l_{пер}$ - розрахункова довжина обробки, мм;

i - число проходів;

S_m - хвилинна подача, мм/хв.

$$T_o = \frac{10}{7,4} \cdot 1 = 1,34 \text{ хв}$$

Допоміжний час встановлюється для кожного технологічного переходу за нормативами. Для даної операції $T_d=0,85$ хв.

Для операції основний технологічний час визначається сумуванням T_o і T_v по технологічних переходах:

$$T_{оп}=1,34+0,85=2,19 \text{ хв} \quad (2.23)$$

До складу оперативного часу входить основний час та неперекривана частина допоміжного часу. Час на технічне та організаційне обслуговування робочого місця, а також перерви на відпочинок і особисті потреби визначаються у відсотках від оперативного часу за нормативами. Для умов дрібносерійного виробництва орієнтовно приймають: на технічне обслуговування - 3-5 %, на організаційне обслуговування - 4-7 %, на відпочинок і особисті потреби - 2-4 % від оперативного часу.

Час технічного обслуговування: $T_{тех}=0,03*2,19=0,065$ хв.

Час на обслуговування робочого місця: $T_{орг}=0,04*2,19=0,087$ хв.

Час перерв на відпочинок: $T_{отд}=0,03*2,19=0,065$ хв

Штучний час: $T_{шт}=2,19+0,065+0,087+0,065=2,4$ хв

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, технічна норма часу становить:

$$T_{\text{техн}} = 2,4 + 13,8/15 = 3,32 \text{ хв}$$

Результати цих та інших розрахунків наведені у таблиці 2.6

Таблиця 2.6 - Відомість норм часу

№	Операція	T _о	T _в	T _{оп}	T _{тех}	T _{орг}	T _{отд}	T _{шт}	T _{пз}	T _{штк}
005	Заготівельна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
010	Термообробка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
015	Токарна	2,09	0,73	2,82	0,08	0,11	0,08	3,10	0,31	3,41
020	Токарна з ЧПК	5,25	3,50	8,75	0,26	0,35	0,26	9,63	0,96	10,59
025	Програмно-комбінована	7,65	5,10	12,75	0,38	0,51	0,38	14,03	1,40	15,43
030	Програмно-комбінована	4,81	3,21	8,02	0,24	0,32	0,24	8,82	0,88	9,70
035	Слюсарна	-	-	-	-	-	-	-	-	5,95
040	Промивка	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35
045	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40
050	Анодування	-	-	-	-	-	-	-	-	-
055	Контроль поверх.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
060	Слюсарна	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40
065	Промивка	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35
070	Контроль	-	-	-	-	-	-	-	-	1,42

2.1.13 Проектування технологічних наладок

При проектуванні технологічного процесу розробляємо технологічні налагодження деталі «щит» для операцій:

- токарна з ЧПК;
- програмно-комбінована.

Розроблені технологічні наладки наведені в графічній частині роботи.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2.2 Розрахунок і проектування верстатного пристосування

2.2.1 Аналіз вихідних даних

Чорнове точіння заданої поверхні виконується на токарному верстаті з ЧПК нормальної точності.

В якості різального інструменту застосовано токарний прохідний різець, розмір державки 12x20, L = 60 мм, з кутом у плані $\phi = 90^\circ$, матеріал різальної частини - твердий сплав Т15К6 (ГОСТ 18869-73).

Схема базування - подвійна напрямна та опорна, бази оброблені.

Режими різання: $t = 2$ мм, $S = 0,5$ мм/об, $n = 1450$ об/хв, $T_{шт} = 1,57$ хв.

Розмір, який необхідно отримати - поверхня $\phi 98_{(-0,35)}$, матеріал оброблюваної деталі - сплав алюмінієвий АЛ9-Т5 ГОСТ 2685-75. Маса деталі 0,25 кг, річна програма 1500 шт. (рисунок 2.4).

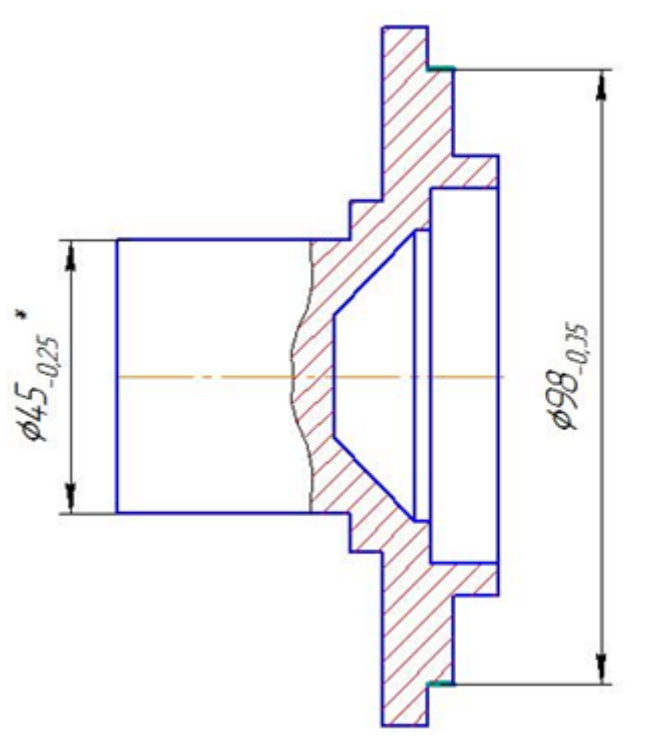


Рисунок 2.4 - Ескіз деталі для проектування пристосування

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.2.2 Вибір принципової схеми

Виконання заданої виробничої програми можливе із застосуванням одномісного пристосування за умови, що витрати часу на даній операції не перевищують фонду часу, відведеного на виготовлення однієї деталі. Тобто штучний час повинен бути меншим або дорівнювати такту випуску продукції [9].

$$T_{шт} \leq \frac{F_d \cdot n \cdot 60}{N}, \quad (2.24)$$

Де $T_{шт}$ - штучний час, хв;

F_d - фактичний річний фонд часу при однозмінній роботі, год;

n - кількість робочих змін;

N - виробнича програма, шт.

$$1,57 \leq \frac{2020 \cdot 2 \cdot 60}{1500}$$

Таким чином, програма буде виконана з використанням одномісного пристосування.

Базування деталі може бути здійснено за схемою базування циліндричних деталей класу «вал» (рисунк 2.5). В цьому випадку реалізується подвійна напрямна база, що позбавляє заготовку чотирьох ступенів свободи (R_z , R_y , S_y , S_z), та опорна, що позбавляє одного ступеня свободи (S_x). В якості пристосування для закріплення заготовки при обробці приймаємо 3-кулачковий важільний патрон з гідроприводом.

2.2.3 Силовий розрахунок верстатного пристосування

До технологічних навантажень відносяться сила різання та вага тіла. В даному випадку вага тіла не враховується, оскільки вона складає менше 100 Н.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

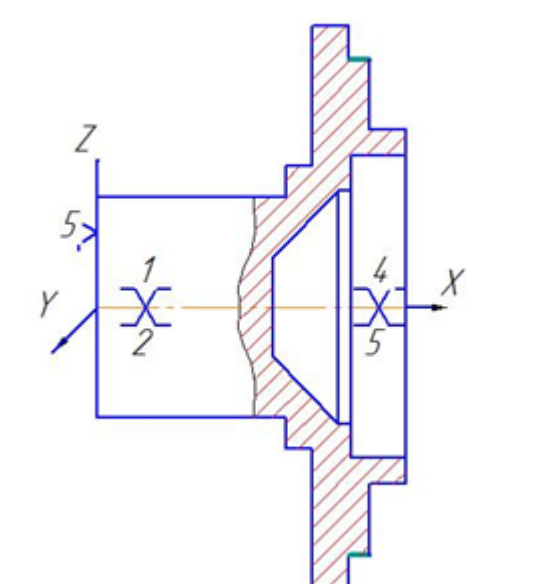


Рисунок 2.5 - Схема базування заготовки

Сила різання при точінні складається з трьох складових: тангенціальної, радіальної та осьової сили, які розраховуються за формулою:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * v^n * K_p \quad (2.25)$$

Максимальне значення сили різання в тангенціальному напрямку й дорівнює:

$$P_z = 10 * 300 * 1^1 * 0.4^{0.75} * 89.4^{-0.15} * 1 = 769.07 \text{ Н}$$

Для компенсації можливих випадкових відхилень силових факторів від розрахункових значень у силовий розрахунок вводиться коефіцієнт запасу

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6, \quad (2.26)$$

де $K_0 = 1.5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1.3$ - враховує стан базових поверхонь;

$K_2 = 1.3$ - враховує затуплення інструмента;

$K_3 = 1$ - враховує ударне навантаження на інструмент;

$K_4 = 1$ - враховує стабільність сил, що розвиваються приводом;

								Арк.
								29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.131.221654.ПЗ			

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

$K_6 = 1$ - враховує визначеність розташування опорних точок при зміщенні заготовки моментом сил.

$$K = 1,5 * 1,3 * 1,3 * 1 * 1 * 1 * 1 = 2,5$$

Для аналізу та вибору найгіршої ситуації необхідно вказати силові фактори та визначити, в якому випадку деталь втратить свою нерухомість. Схема закріплення та дія сил наведені на рисунку 2.6.

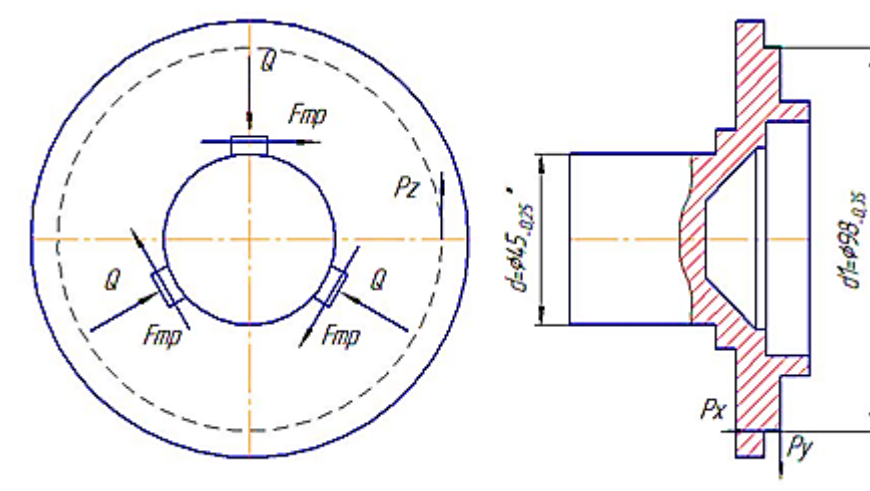


Рисунок 2.6 - Схема закріплення

В процесі обробки заданої поверхні з боку різального інструменту на деталь діятиме сила різання (окружна сила $P_z = 1818$ Н) і, відповідно, момент різання, що прагне повернути деталь навколо її осі. З метою забезпечення нерухомості деталі відносно патрона в процесі обробки необхідно визначити силу закріплення Q , яка розраховується за наступною формулою:

$$Q = \frac{K * P_z * D_1}{n * f * D} \quad (2.27)$$

де K - коефіцієнт запасу;

P_z - сила різання;

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

D - діаметр базової поверхні;

D_1 - діаметр оброблюваної поверхні;

n - кількість кулачків;

f - коефіцієнт тертя.

$$Q = \frac{2,5 \cdot 1818 \cdot 98}{3 \cdot 0,1 \cdot 45} = 32990 \text{ Н} = 33 \text{ кН}$$

Мета розрахунку затискного пристрою полягає у визначенні сили тяги, яку слід прикласти до затискного механізму, щоб створити необхідну силу закріплення.

Оскільки для закріплення деталі використовується 3-кулачковий важільний патрон, то сила тяги в цьому випадку визначається за наступною формулою :

$$W := k_1 \cdot n \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot l_3}{l_4} \cdot f_1 \right) \cdot Q \cdot \tan(\beta + \phi)$$

Іє $k_1 = 1,05$ - коефіцієнт запасу патрона;

n - кількість кулачків;

Q - сила закріплення;

f_1 - коефіцієнт тертя;

β - кут клина;

ϕ - кут тертя на похилій поверхні клина;

l_3 - вильот кулачка, мм;

l_4 - довжина напрямних кулачка, мм.

$$W = 1.2 \cdot 3 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 65}{100} \cdot 0.1 \right) \cdot \frac{32993 \cdot 30}{60} = 70970 \text{ Н} = 70 \text{ кН}$$

Для визначення величини переміщення притискного елемента та ходу приводу виходимо з умови забезпечення вільного встановлення заготовки з

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

урахуванням можливих відхилень її розмірів. Величина ходу притискного елемента визначається за формулою:

$$S_q = \Delta_{\text{гар}} + \Delta + \frac{Q}{I} + \Delta S_q \quad (2.29)$$

де $\Delta_{\text{гар}}$ - гарантований зазор для вільного встановлення заготовки;

Δ - відхилення розміру заготовки, мм;

Q - сила закріплення заготовки, Н;

I - жорсткість зажимного механізму;

ΔS - запас ходу плунжера, що враховує знос та похибку виготовлення механізму, мм.

$$S_q = 1 + 0.74 + \frac{32993}{1500} + 0.2 = 23.9$$

Величина ходу приводу:

$$S = 23.9 * 0.5 = 11.95 \text{ мм}$$

Доцільним є використання гідроприводу. В якості виконавчого механізму в гідравлічному приводі використовується циліндр. Діаметр поршня одноштокового циліндра двосторонньої дії визначається виразом:

$$d_{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 * W}{3.14 * p * \eta}} \quad (2.30)$$

де p - тиск робочого середовища, Н/см²;

η - коефіцієнт корисної дії;

W - сила тяги.

$$d_{\text{п}} = \sqrt{\frac{4 * 70968}{3.14 * 10^6 * 10 * 0.93}} = 0.099, \text{ мм}$$

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Таким чином, сила затиску деталі в приводі верстата, створювана за допомогою одноштокового гідроциліндра двосторонньої дії з діаметром поршня 100 мм (H8/e9), діаметром штока 50 мм (H8/f7) та довжиною робочого ходу $L = 12$ мм, є достатньою для забезпечення нерухомості деталі під час обробки.

Технічні вимоги: у робочій порожнині циліндра допускаються перевантаження протягом 10% часу; механічний ККД циліндрів має бути не менше 0,93; циліндр повинен бути герметичним при тиску робочого середовища 15,0 МПа; невказані граничні відхилення розмірів деталей: отворів - за H14, валів - за h14; інших - за js14; максимальна розрахункова сила на штоку на виштовхування 78,5 кН та на втягування 58,9 кН.

2.2.4 Оцінка точності пристосування

Під час точіння поверхні з використанням пристосування для закріплення деталі повинна забезпечуватися задана точність розміру $\varnothing 98_{(-0,14)}$. Проектоване пристосування має забезпечувати вимірюваний рівень точності обробки, що відповідає виконанню наступної умови:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon] \quad (2.31)$$

де ε - дійсна похибка пристосування,

$[\varepsilon]$ - допустима похибка пристосування.

$$[\varepsilon] = T - k_u \cdot \omega = 350 - 0,6 \cdot 350 = 140 \text{ мкм}$$

Дійсна похибка пристосування включає три складові:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\Pi}^2} \quad (2.32)$$

де ε_6 - похибка базування (мкм);

ε_3 - похибка закріплення (мкм);

ε_{Π} - похибка положення (мкм).

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка базування $\varepsilon_b = 0$, оскільки установочні та вимірювальні бази збігаються.

Похибка закріплення $\varepsilon_z \neq 0$, оскільки кут між лінією дії сили закріплення і напрямком оброблюваного розміру не дорівнює 90° і розраховується за наступною формулою:

$$\varepsilon_z = y_{\max} - y_{\min} \quad (2.33)$$

де $y_{\max} = f(Rz_{\max}, HB_{\min}, Q_{\max})$;

$y_{\min} = f(Rz_{\min}, HB_{\max}, Q_{\min})$.

Визначивши складові $y_{\max}$ та $y_{\min}$ за емпіричними формулами, наведеними у довідниках, розраховуємо похибку закріплення: $\varepsilon_z = 120$ мкм

Похибка положення розраховується за наступною формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2} \quad (2.34)$$

де ε_y - похибка, обумовлена неточністю виготовлення деталей пристосування;

ε_c - похибка, обумовлена неточністю встановлення пристосування на столі верстата;

$\varepsilon_{\text{и}}$ - похибка, обумовлена лінійним зносом робочих поверхонь установочних елементів.

Оскільки при закріпленні деталі використовується одномісне пристосування, можна вважати, що $\varepsilon_y = \varepsilon_c = 0$.

Похибка, обумовлена лінійним зносом робочих поверхонь установочних елементів, визначається за наступною формулою:

$$\varepsilon_{\text{и}} = \beta \sqrt{N} \quad (2.35)$$

де $\beta = 0,4$ - емпіричний коефіцієнт, що визначає вплив умов обробки на величину зносу;

N - річна програма.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначивши похибку обумовлену лінійним зносом робочих поверхонь установочних елементів, похибка положення буде рівна: $\varepsilon_{\pi}=20$ мкм

Тоді:

$$\varepsilon = \sqrt{0^2 + 120^2 + 20^2} = 121,655 \text{ мкм} \quad (2.34)$$

$$121,7 \text{ мкм} < 140 \text{ мкм}$$

Отримана дійсна похибка менша за допустиму тобто проектоване пристосування забезпечуватиме вимірювану точність.

2.3 Розробка даних для проектування ділянки цеху

2.3.1 Аналіз вихідних даних для проектування ділянки цеху

Початковими даними для проектування ділянки є:

1. Виробнича програма випуску деталі на ділянці: $N = 1500$ шт.;
2. Тип виробництва: дрібносерійний;
3. Верстатоемність ділянки: 170000 верстато-годин на рік;
4. Режим роботи: 2-змінний;
5. Фонд часу роботи обладнання: $F_d = 4015$ верстато годин;
6. Фонд часу роботи робітників: 1820 год;
7. Трудомісткість виготовлення деталі: $T_{шт} = 50$ хв.

На основі цих даних визначаємо трудомісткість, що припадає на виготовлення річної програми деталей [4]:

$$T_{дет} = \sum N_{дет} \cdot T_{шт}^{дет} \quad (2.35)$$

де N - виробнича програма, шт

$T_{шт}$ - штучно-калькуляційний час

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$T_{\text{дет}} = 1500 \cdot 0,83 = 1245$$

Верстатоемність $T_{\text{ст}}$ в верстато-годинах визначається за формулою:

$$T_{\text{ст дет.}} = T_{\text{дет}} \cdot K_{\text{м.о.}}, \quad (2.36)$$

де $K_{\text{м.о.}}$ - середній коефіцієнт багатоверстатного обслуговування за типом виробництва.

$$T_{\text{ст дет.}} = 1245 \cdot 1,6 = 1992 \text{ ст.г.}$$

2.3.2 Розрахунок кількості виробничого обладнання ділянки

Загальна кількість верстатів ділянки розраховується за формулою [4]:

$$C_{\text{р.общ.}} = \frac{T}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{зср.}}} \quad (2.37)$$

де T - станкоемність річного випуску у станко-годинах всіх виробів, що складають виробничу програму ділянки;

$K_{\text{зср}}$ - середній коефіцієнт завантаження по ділянці; для дрібносерійного виробництва приймаємо 0,85;

$\Phi_{\text{д}}$ - фонд часу роботи обладнання.

$$C_{\text{р.общ.}} = \frac{17000}{4015 \cdot 0,8} = 52,93 = 53 \text{ шт}$$

Загальна кількість верстатів, що задіяні у виробництві деталі визначаємо за формулою [4]:

$$C_{\text{пр.ПП}} = \frac{T_{\text{дет}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot K_{\text{зср}}}, \text{ шт.} \quad (2.38)$$

де $T_{\text{дет}}$ - верстатоемність річного випуску у верстато-годинах деталей по кожному типорозміру, що розглядаються в роботі;

$$C_{\text{токарь}} = \frac{227,3}{4015 \cdot 0,8} = 0,07 \text{ шт.}$$

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{токарПУ}} = \frac{706,0}{3890 \cdot 0,8} = 0,23 \text{ шт.}$$

$$C_{\text{токарПУ}} = \frac{1675,3}{3890 \cdot 0,8} = 0,54 \text{ шт.}$$

Таким чином, по розробленому технологічному процесу прийняте обладнання:

- токарно-гвинторізний 16Д20 - 1 шт.;
- токарний обробний центр HUNDAY SKT-100 - 1 шт.
- Координатно-розточний верстат з ЧПК 2Е450АФ30 – 1 шт.

Склад і кількість верстатів дільниці приймаємо згідно з їх розстановкою за групами та у відсотковому співвідношенні, прийнятому на базовому підприємстві.

Для виконання виробничої програми дільниці необхідно - 53 верстати. Моделі з цього числа призначимо укрупненим методом.

Коефіцієнт завантаження за типами верстатів визначається за формулою:

$$K_z = \frac{C_{\text{р.за}_\text{типом}_\text{верстата}}}{C_{\text{пр.}}} \quad (2..39)$$

Прийняте основне виробниче обладнання та коефіцієнт завантаження представлено у вигляді таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Верстати по типам обладнання

Тип обладнання	Відсоткове співвідношення, %	Ср	Спр	Кз
Універсальні токарні	25%	13,3	13	1,02
Токарні з ЧПК	10%	5,3	5	1,06
Токарно - револьверні	17 %	9,0	9	1,00
Фрезерні	13%	6,9	7	0,98
Фрезерні з ЧПК	2%	1,1	1	1,06
Розточні	5%	2,7	3	0,88
Свердлильні	13 %	6,9	7	0,98
Свердлильні з ЧПК	2%	1,1	1	1,06
Шліфувальні	10%	5,3	5	1,06
Різьбонарізні	1 %	0,5	1	0,53
Зубообробні	2%	1,1	1	1,06
Всього	100%.	53	53	0,97

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.3 Розрахунок кількості робочих ділянки цеху

Розраховуємо кількість виробничих працівників ділянки цеху за професіями на підставі підрахованої кількості відповідних верстатів за формулою:

$$P_{ст} = \frac{\Phi_d \cdot C_{пр} \cdot K_{з.ср}}{\Phi_p \cdot K_m}, \quad (2.35)$$

де ; $K_{з.ср}$ - середній коефіцієнт завантаження верстатів даного типу

Φ_d - дійсний річний фонд часу роботи верстатів даного виду;

$C_{пр}$ - прийняте кількість верстатів даного виду;

Φ_p - фонд часу роботи робітників приймаємо годин;

K_m - коефіцієнт багатостанкового обслуговування по виду обладнання.

Оскільки в технологічних процесах використовуються верстати з ЧПУ, кількість інженерно-технічних працівників (ІТР) для їх обслуговування приймається з розрахунку 25 % від загальної кількості верстатів з ЧПУ, які входять до складу всіх ІТР:

$$P_{итр} = 0,25 * C_{чпу} = 0,25 * 7 = 1,75$$

$$P_{пр итр} = 2 \text{ л.}$$

Кількість контролерів БТК приймаємо 10 % від кількості ІТР, які входять до числа додаткових робітників:

$$P_{кон}=0,1*9=0,9$$

$$P_{пр}=1 \text{ л.}$$

Чисельність слюсарів контрольно-вимірювальної групи (СКП) складає 5 % від загальної кількості робітників ділянки, а чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) - 3 % від загальної кількості робітників ділянки. Всі отримані дані зведено в таблиці 2.8

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 - Зведена відомість робочих ділянки

Вид професії	Кількість прийнятого обладнання Спр, шт.	Дійсний річний фонд часу обладнання Фд, ст.ч	Коефіцієнт багатостаночного обслуговування, Км	Розрахункове число робітників, Р рас, шт.	Прийнята кількість робітників, Рпр, шт.	В 1-у зміну	В 2-у зміну
Токар універсал	13	4060	1	29,56	30	21	9
Наладчик токарних з ЧПК	5	3890	3	3,78	4	3	1
Револьверщик	9	4015	2	9,94	10	7	3
Фрезерувальник	7	4015	1	15,20	15	11	5
Наладчик фрезерних з ЧПК	1	3890	2	1,13	1	1	0
Розточник	3	4015	1	5,85	6	4	2
Свердловщик	7	4015	1	15,20	15	11	5
Наладчик свердлильних з ЧПК	1	3890	2	1,13	1	1	0
Шліфувальщик	5	4015	1	11,69	12	8	4
Нарізувач різьби	1	4015	2	0,78	1	1	0
Зубофрезерувальщик	1	4015	4	0,58	1	1	0
Всього				94,84	96	67	29
Слюсарі				4,8	5	4	2
Загальна кількість верстатників					101	71	30
Кількість допоміжного персоналу				20,2	20	14	6
Загальна кількість робітників					121	85	36
ІТР				8,47	9	6	3
СКП				6,05	6	4	2
МОП				3,63	4	3	1
					140	98	42

2.3.4 Розрахунок виробничої площі ділянки цеху

При визначенні виробничої площі ділянки цеху використовується укрупнений метод. Виробнича площа ділянки цеху розраховується за формулою:

$$S_{\text{пр.дільн}} = C_{\text{пр.общ}} \cdot s \quad (2.34)$$

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

Для розглядаємих верстатів питома виробнича площа становить 35 м^2 .

$$S_{\text{пр.мал1}} = 39 \cdot 35 = 1356 \text{ м}^2$$

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Загальна площа ділянки з урахуванням прольотів становить 1512 м². Приймаємо для компоновання цеху сітку колон. Межу виробничої ділянки виконуємо пунктирною лінією із зазначенням площі ділянки.

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

2.3.5 Розрахунок технологічної собівартості продукції

Технологічна собівартість визначається за формулою:

$$C = M + Z + Z_n + Q_a + Q_p + П + U_p + U_m + Э_{об.} + A_{пд} + M_{всп.} \quad (2.38)$$

де М - вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів;

З - заробітна плата виробничих робітників з урахуванням витрат на соц. страхування і на додаткову плату;

З_н - заробітна плата наладчика в серійному виробництві;

Q_p - витрати на ремонт обладнання;

П - витрати на експлуатацію та амортизацію спец. пристосування;

U_p - витрати на амортизацію і ремонт ріжучого інструменту;

U_м - витрати на експлуатацію та амортизацію вимірювального інструмента;

Э - витрати на силову енергію, повітря, і технічну воду;

A_{пд} - витрати на утримання виробничих приміщень;

M_{всп} - витрати на додаткові матеріали.

Витрати на основні матеріали:

$$M = Q_z \cdot S_k \cdot K_T - q \cdot S_{отд.}, \text{ грн} \quad (2.39)$$

де S_k - оптова ціна за 1 кг заготовки за прейскурантом, грн;

K_T - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

q - маса реалізованих відходів, кг;

S_{отх} - ціна за 1 кг відходів, грн.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат на основні матеріали проведено в рамках обрання доцільного способу отримання заготовки.

Основна заробітна плата включає витрати на оплату праці робітників, безпосередньо зайнятих виготовленням продукції. Вона розраховується відповідно до норм часу на виконання технологічних операцій та тарифних ставок.

Основна заробітна плата верстатника визначається за формулою:

$$Z_{oc} = O_c \cdot T_{шт.к}, \text{ грн} \quad (2.40)$$

де O_c - основна заробітна плата верстатника за 1 годину, грн;

$T_{шт}$ - трудомісткість виготовлення, годину.

Розрахунок заробітної плати для двох варіантів наведено у таблиці 2.9 та таблиці 2.10.

Таблиця 2.9 Розрахунок основної зарплатні для 1-го варіанту

№ оп.	Найменування операції	$T_{шт.-к}, \text{ хв}$	$T_{шт.-к}, \text{ ч}$	Розряд	Тариф, грн./год.	Розцінки, грн.
5	Заготівельна	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Термобробка	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Токарна	3,2	0,05	4,00	15,00	0,80
20	Токарна	9,1	0,15	4,00	15,00	2,28
25	Токарна	4,6	0,08	4,00	15,00	1,14
30	Фрезерна	18,7	0,31	4,00	15,00	4,69
35	Фрезерна	7,7	0,13	4,00	15,00	1,93
40	Свердлильна	12,0	0,20	4,00	15,00	3,00
45	Свердлильна	4,5	0,07	4,00	15,00	1,11
50	Слюсарна	1,8	0,03	3,00	13,80	0,42
55	Промивка	0,4	0,01	3,00	13,80	0,08
60	Контроль	2,5	0,04	3,00	13,80	0,58
65	Анодування	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
70	Різьбонарізна	5,0	0,08	0,00	0,00	0,00
75	Токарна	4,1	0,07	4,00	15,00	1,01
80	Токарна	5,5	0,09	4,00	15,00	1,37
85	Слюсарна	2,5	0,04	3,00	13,80	0,58
90	Промивка	0,4	0,01	3,00	13,80	0,08
95	Контроль	2,5	0,04	3,00	13,80	0,58
	ВСЬОГО	84,37	1,41	2,84	11,46	19,63

Таблиця 2.10 Розрахунок основної зарплатні для 2-го варіанту

№	Наименование операций	Тшт.-к, мин	Тшт.-к., ч	Разряд	Тариф, грн./ч	Расценка, грн.
5	Заготівельна	-	-	-	-	-
10	Термообробка	-	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Токарна	3,41	0,06	4,00	15,00	0,85
20	Токарна з ЧПК	10,59	0,18	4,00	15,00	2,65
25	Програмно-комбінована	15,43	0,26	5,00	16,50	4,24
30	Програмно-комбінована	9,7	0,16	5,00	16,50	2,67
35	Слюсарна	5,95	0,10	3,00	13,80	1,37
40	Промивка	0,35	0,01	3,00	13,80	0,08
45	Контроль	1,4	0,02	4,00	15,00	0,35
50	Анодування	-	0,00	0,00	0,00	0,00
55	Контроль поверх.	-	0,00	0,00	0,00	0,00
60	Слюсарна	1,4	0,02	3,00	13,80	0,32
65	Промивка	0,35	0,01	3,00	13,80	0,08
70	Контроль	1,42	0,02	3,00	13,80	0,33
	ВСЬОГО	50,00	0,83	2,85	11,31	12,94

До додаткової заробітної плати виробничих робітників відносяться виплати, передбачені договорами та контрактами, які становлять 8-12 % від основної заробітної плати.

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{ос}} * 0,08 \quad (2.41)$$

$$З_{\text{доп1}} = 19,63 * 0,08 = 1,57$$

$$З_{\text{доп2}} = 12,94 * 0,08 = 1,04$$

Відрахування від заробітної плати виробничих робітників визначаються відповідно до встановленої норми 38,75 % до витрат на заробітну плату виробничих робітників (основну та додаткову). Вони включають відрахування до пенсійного фонду, на соціальне страхування, на страхування від нещасного випадку та до фонду зайнятості.

$$Н_3 = (З_{\text{ос}} + З_{\text{доп}}) * 0,3875 \quad (2.42)$$

$$Н_{31} = (19,63 + 1,57) * 0,3875 = 8,22$$

$$Н_{32} = (12,94 + 1,04) * 0,3875 = 5,41$$

Основна зарплата наладжувальника з розрахунку на обслуговування 4 станків:

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_н = 0,25 \cdot O_н \cdot T_{шк}, \text{ грн}, \quad (2.43)$$

де $O_н$ - основна зарплата наладжувальника за 1 хвилину, грн.

Розрахунок загальної заробітної плати наведено в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 - Загальна заробітна плата

Показник	I-ий, грн.	II-ий, грн.
основна зарплатня	19,63	12,94
додаткова зарплатня	1,57	1,04
Обов'язкові відрахування	8,22	5,41
зарплата (основна й додаткова) з відрахуваннями	29,42	19,39
зарплата наладчика ($З_н$)	4,85	2,88

Витрати на амортизацію обладнання на виготовлювану деталь визначаються за формулою:

$$Q_a = \frac{Q_{ст.} \cdot 0,1 \cdot T_{шт.к}}{60 \cdot \Phi_d \cdot \eta_z} \quad (2.44)$$

де $Q_{ст.}$ - щорічні амортизаційні відрахування, грн .;

Φ_d - дійсний річний фонд роботи обладнання;

η_z - коефіцієнт завантаженості устаткування за часом
($\eta_z = 0,86$).

$$Q_{ст} = K_{об}/n, \quad (2.45)$$

де n - норма амортизації основних засобів (5 років)

$K_{об}$ - вартість обладнання з врахуванням пуско-наладочник робіт

$$K_{об} = 1,32 \cdot Ц_{об}$$

де $Ц_{об}$ – вартість обладнання

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на ремонт і експлуатацію обладнання визначаються аналогічно витратам на ремонт і утримання верстата з розрахунку 10 % від вартості обладнання за рік.

$$Q_p = \frac{K_{об} \cdot 0.1}{60 F_{\theta} \eta_3} T_{шт-к}, \quad (2.46)$$

Витрати на експлуатацію та амортизацію спеціальних пристосувань визначаються за формулою:

$$\Pi = \frac{(a_1 + a_2) \cdot S_{пр}}{100 \cdot N_{год}}, \quad (2.47)$$

де a_1 - річні відрахування на амортизацію пристосувань (25% від витрат на його виготовлення);

a_2 - витрати на ремонт (10%);

$S_{пр}$ - вартість пристосування.

$N_{час}$ - кількість деталей, які обробляються на протязі року за допомогою цього пристосування.

$$\Pi_1 = \frac{(25+10) \cdot 8000}{100 \cdot 2500} = 0,42 \text{ грн}$$

$$\Pi_2 = \frac{(25+10) \cdot 10000}{100 \cdot 2500} = 0,7 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію, стиснене повітря і технічну воду.

$$\mathcal{E} = N_{\mathcal{E}} \cdot K_n \cdot \eta_N \cdot \eta_{to} \cdot t_n \cdot \left(\frac{1}{\eta_{дв}} \right) \cdot C_{\mathcal{E}}, \quad (2.50)$$

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

t_n - норма часу, який використовується на виконання даної операції, час;

K_n - коефіцієнт втрат у мережі;

K_3 - коефіцієнт завантаження силової установки за потужністю;

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_B - коефіцієнт використання силової установки за часом;

t_n - норма часу, витрачена на виконання даної операції, год;

$\eta_{дв}$ - ККД електродвигунів;

C_3 - собівартість 1 кВт·год електроенергії, грн.

У цій роботі при розрахунках собівартості варіантів технологічних процесів витрати на амортизацію та ремонт ріжучого інструменту, на утримання виробничих приміщень, на допоміжні матеріали змінюються незначно, тому при розрахунках ці показники можна не враховувати.

На основі розрахунків складено таблицю 2.12, у якій представлено розрахунок собівартості одиниці продукції.

Таблиця 2.12 - Порівняння собівартості продукції за двома варіантами

№ п/п	Стаття калькуляції	I-ий варіант	II-ий варіант
1	Вартість заготовки з врахуванням реалізованих відходів	17,40	13,80
2	Заробітна плата виробничих працівників	29,42	19,39
3	Заробітна плата наладчика	4,85	2,88
4	Витрати на амортизацію обладнання	57,15	68,49
5	Витрати на ремонт обладнання	28,57	34,25
6	Витрати на експлуатацію і амортизацію спец. Пристосувань	0,70	0,42
7	Витрати на амортизацію й ремонт ріжучого інструменту	0,00	0,00
8	Витрати на експлуатацію і амортизацію вимірювального інструменту	0,00	0,00
9	Витрати на силову електроенергію	15,44	9,49
10	Витрати на допоміжні матеріали	0,00	0,00
11	Загальна собівартість деталі	153,53	148,71

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Тема роботи передбачає розробку технологічного процесу виготовлення щита електродвигуна в умовах механообробного цеху. Тому у розділі «Охорона праці та захист навколишнього середовища» описано умови праці на механообробній ділянці підприємства, розглянуто заходи з техніки безпеки та протипожежної профілактики, а також проаналізовано вплив виробництва на навколишнє середовище.

3.1 Загальна характеристика умов праці

Промислове виробництво пов'язане з впливом на людину тих чи інших шкідливих і небезпечних факторів [18]. У технологічному процесі виготовлення деталей існують наступні шкідливі та небезпечні фактори:

- 1) механічні, що характеризуються кінетичною та потенціальною енергією і механічним впливом на людину;
- 2) електричні - електричний струм;
- 3) хімічні - наявність шкідливих домішок у повітрі;
- 4) психофізіологічні - втома, стрес.

Найбільш суттєвий вплив на організм людини справляють наступні шкідливі фактори: шум, вібрація, мікроклімат та електричний струм. Опис ділянки цеху представлено у вигляді таблиці 3.1.

У виробничому приміщенні передбачається використання системи водяного опалення, підключеної до централізованої теплової мережі. Така система забезпечує підтримання необхідних санітарно-гігієнічних умов праці в холодний період року.

					6.131.221654.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Бристон С.В.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА		Лит.	Арк.	Аркушів
Перев.		Романько Я.В.					Б	Т	1
Реценз.									11
Н. контр.		Карабут В.М.					МОНУ УДУНТ Кафедра ТМ гр.ІМ01-22-Т		
Затв.		Негруб С.Л.							

Таблиця 3.1 - Опис виробничої ділянки цеху

№	Показник	Значення/відомості
1	Клас підприємства (ДСН 173-96) [19]	IV - виробництво машин і приладів машинобудівної промисловості за наявності невеликих ливарних та інших гарячих цехів.
2	Розмір санітарної зони	100 м
3	Категорія важкості робіт у приміщенні дільниці за енерговитратами (ДСН 3.3.6.042-99) [20]	Фізична робота середньої важкості, категорія Па. Витрати енергії дорівнюють 176-232 Вт (151-200 ккал/год.).
4	Категорія приміщення цеху відповідно до Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) [21]	Зони класу П-Па - зони, розташовані у приміщеннях, в яких застосовуються тверді горючі речовини.

Повітрообмін у цеху здійснюється за допомогою загальнообмінної механічної припливно-витяжної вентиляції. У місцях інтенсивного утворення стружки, пилу та аерозолів мастильно-охолоджувальних рідин додатково передбачено встановлення місцевих відсмоктувачів та аспіраційних пристроїв для їх ефективного видалення безпосередньо із зони обробки.

Встановлення окремих систем кондиціонування повітря у виробничому приміщенні не передбачається. Така система опалення та вентиляції відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [22]. Таке рішення також дозволяє підтримувати оптимальні параметри мікроклімату, які регламентуються діючими стандартами. Регламентовані оптимальні параметри мікроклімату наведені у таблиці 3.2. [20]. Вентиляція досягається видаленням нагрітого та забрудненого повітря з приміщення і подачею до нього свіжого повітря.

Система повітряного опалення та система опалення з нагрівальними приладами реалізується з використанням батарей. Повітряне опалення здійснюється шляхом нагріву припливного повітря та його подальшого перемішування. На виробничій ділянці також існують такі шкідливі фактори: запиленість, шум, вібрація.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Таблиця 3.2 - Оптимальні параметри мікроклімату в цеху

Період року	Категорія роботи	Оптимальні значення			Допустимі значення			
		температура повітря, °C	відносна вологість повітря, %	швидкість руху повітря, м/с	верхня межа на постійних робочих місцях	нижня межа на постійних робочих місцях	відносна вологість повітря, %	швидкість руху повітря, м/с
Холодний період року	Середньої важк. Па	21-23	60-40	0.2	23	17	75	не більше 0,3
Теплий період року	Середньої важк. Па	19-21	60-40	0,3	27	18	65	0,4-0,2

Шум - це будь-який небажаний, неприємний для сприйняття людиною звук. Він викликає психічні та фізіологічні порушення, посилює втомлюваність, знижує працездатність і створює передумови для загальних професійних захворювань та виробничого травматизму. Допустимий та фактичний рівень шуму ділянки представлено у вигляді таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Нормативні рівні шуму на робочих місцях

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звука й еквівалентні рівні звука, дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях і на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

На механічній ділянці експлуатується обладнання та верстати, які під час роботи створюють вібраційні впливи, що негативно впливають на людину. Підвищення продуктивності, зростання швидкохідності та потужностей технологічного обладнання, одночасно з оптимізацією його матеріаломісткості та зменшенням статичних навантажень на працівника, супроводжується небажаним побічним ефектом - посиленням рівня вібрацій. Відповідно до гігієнічних нормативів, максимально допустимі рівні вібрації, що впливають на людину у виробничих умовах, визначаються при частотному аналізі [23] і

					6.131.221654.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						3

наведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Допустимі та фактичні рівні локальної вібрації

Средньгеометричні частоти октавних смуг, Гц		8	16	31,5	61	100	250	500	1000	Кореговані й еквівалентні кореговані значення та їх рівні
Значення віброшвидкості (дБ) по осям X_L , Y_L , Z_L	Допустимі	115	109							112
	Фактичні	106	100	102	108	106	111	109	100	110

Заходи щодо захисту від вібрації поділяють на технічні, організаційні та лікувально-профілактичні: до технічних заходів відносять усунення вібрацій у джерелі та на шляху їх поширення; до організаційних заходів боротьби з вібрацією відносять раціональне чергування режимів праці та відпочинку; до лікувально-профілактичних заходів відносять виробничу гімнастику, ультрафіолетове опромінення, повітряний обігрів, масаж, теплі ванночки для рук і ніг, приймання вітамінних препаратів для рук і ніг.

Робота, що виконується на ділянці за критеріями зорової роботи можна віднести до III групи - приміщення, в яких здійснюється розрізнення об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючих на робочу поверхню. Розряд зорової роботи - IV. Нормований рівень освітлення 300 лк. [24].

В цеху реалізується змішана система освітлення у світлу частину доби, та штучна - в темну частину доби. Змішане освітлення реалізовано за рахунок штучного та бокового природнього освітлення. Ділянка також має аварійне та евакуаційне освітлення.

3.2 Техніка безпеки та пожежна профілактика

У відповідності до НПАОП 0.00-4.12-05 [25], у навчальному та виробничому процесі проводяться різні види інструктажів з техніки безпеки та охорони праці, метою яких є попередження нещасних випадків та забезпечення

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпечних умов роботи. Інструктажі класифікуються за такими видами: вступний інструктаж, первинний інструктаж на робочому місці, повторний інструктаж, позаплановий інструктаж, цільовий інструктаж.

Проведення інструктажів здійснюється відповідальними особами:

1) Вступний інструктаж - спеціалістом з охорони праці або викладачем/керівником лабораторії перед початком роботи.

2) Первинний інструктаж на робочому місці - безпосереднім керівником робіт або майстром перед початком виконання завдань.

3) Повторний та позаплановий інструктаж - спеціалістом з охорони праці або керівником у визначені строки або при необхідності.

4) Цільовий інструктаж - керівником робіт або спеціалістом з охорони праці перед виконанням специфічних робіт.

Фіксація фактів проведення інструктажу здійснюється у спеціальних журналах інструктажів, де зазначаються: прізвище та підпис особи, яка проходила інструктаж; прізвище та підпис особи, яка його проводила; дата та короткий зміст інструктажу.

Мета цільового інструктажу полягає в ознайомленні працівників або студентів із специфічними вимогами безпеки перед виконанням робіт, що характеризуються підвищеним рівнем ризику або нестандартними умовами виконання. Цільовий інструктаж спрямований на попередження травматизму та аварійних ситуацій, а також на забезпечення дотримання правил охорони праці під час виконання конкретних робіт.

Особи, які проходять цільовий інструктаж:

1) працівники, що виконують нестандартні або разові роботи;

2) студенти чи стажери, які виконують роботи, що відрізняються від звичайних навчальних завдань;

3) особи, залучені до робіт з підвищеним ризиком, наприклад: ремонт обладнання, роботи на висоті, робота з небезпечними хімічними речовинами.

Проведення цільового інструктажу:

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Цільовий інструктаж проводиться безпосередньо перед виконанням конкретної роботи.

2) Інструктаж проводить керівник робіт або спеціаліст з охорони праці, який детально пояснює специфіку робіт, демонструє необхідні засоби індивідуального захисту та відповідає на запитання.

1) Зміст цільового інструктажу:

2) Ознайомлення з характером виконуваної роботи та специфічними небезпеками.

3) Визначення та демонстрація засобів індивідуального захисту і правил їх використання.

4) Пояснення правил роботи з обладнанням, інструментами або речовинами, що застосовуються під час роботи.

5) Порядок дій у разі аварійної ситуації або нещасного випадку.

6) Контроль за дотриманням вимог охорони праці під час виконання робіт.

Згідно з «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) [21], на розглядаємій ділянці застосовуються електроустановки різного призначення, що потребують дотримання вимог електробезпеки для запобігання травматизму та аварійним ситуаціям.

У механообробному цеху використовується обладнання, що працює на:

- Змінному струмі частотою 50 Гц, що застосовується для більшості верстатів та електродвигунів;
- Постійному струмі, що використовується переважно у малопотужних пристроях, системах керування або електроприводах верстатів.

Напруга мережі для основних електроспоживачів цеху:

- 380 В змінного трифазного струму для електродвигунів верстатів, насосів та підйомного обладнання;
- 220 В змінного струму для освітлення, малопотужних електроінструментів та допоміжного обладнання;
- 24-48 В постійного струму для пультів керування та низьковольтних пристроїв, місцевого освітлення.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з главою 1 ПУЕ, механообробний цех відноситься до приміщень категорії II-III, оскільки під час роботи верстатів можливе підвищення вологості, наявність металевих стружок, пилу та контакт з металевими частинами обладнання.

Для таких приміщень умовно безпечна напруга складає:

- до 42 В змінного струму;
- до 110 В постійного струму, що забезпечує захист персоналу від небезпечного ураження.

Основними причинами електротравм у механообробному цеху є:

- пошкоджена або зношена ізоляція проводів;
- контакт з оголеними струмоведучими частинами верстатів або електроприладів;
- відсутність або несправність заземлення обладнання;
- потрапляння вологи, стружки або металевих предметів на електричні частини.

Відповідно до цього є ряд видів електротравм, що можуть отримати працівники: електричний удар (струм проходить через тіло), опіки від електричної дуги або контакту з струмоведучими частинами, травми при падінні або неконтрольованій реакції на удар струму (особливо під час роботи з токарними або фрезерними верстатами).

Діючим ПУЕ регламентовані гранично-допустимі значення певних показників струму, а саме:

1) Струм дотику (ГДР):

- змінний струм 50 Гц - до 30 мА тривалого контакту, до 100 мА короткочасного;
- постійний струм - до 120 мА короткочасно.

2) Гранично-допустима напруга дотику (ГДР):

- змінний струм: 42 В;
- постійний струм: 110 В.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі електроустановки цеху обладнані заземлюючими та занулюючими пристроями, а їх опір має перевірятись щорічно або при капітальному ремонті.

Під час експлуатації обладнання та виконання технологічних операцій на механообробній ділянці особлива увага приділяється техніці безпеки, оскільки верстати та інструменти створюють потенційно небезпечні умови для персоналу. Для зниження ризику травмування працівників необхідно виконання ряду настанов. Деякі з цих настанов це:

- Перед початком роботи кожний працівник повинен пройти вступний та первинний інструктаж з охорони праці, а також бути ознайомленим із місцевими правилами безпеки на робочому місці.

- На робочому місці повинні бути дотримані санітарно-технічні вимоги, чистота та порядок: відсутність металевої стружки та сторонніх предметів на підлозі, в робочій зоні та біля верстатів.

- Забороняється працювати з несправним або пошкодженим обладнанням, проводити експерименти.

- Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту.

- Всі верстати повинні мати захисні кожухи та огороження, що запобігають контакту з рухомими деталями.

- Електрообладнання повинно бути заземленим та мати справні пристрої аварійного вимкнення.

- Забороняється використання верстатів для обробки деталей, що перевищують їх технічні характеристики.

- Під час токарних, фрезерних та свердлильних операцій необхідно дотримуватись встановлених швидкостей різання та подач, щоб уникнути аварійних ситуацій.

- При обробці металевих деталей слід забезпечити надійне закріплення заготовки, використовуючи патрони, тиски або спеціальні пристосування.

- Працівники повинні дотримуватись регламентів перерв та робочих змін, щоб уникнути перевтоми та зниження концентрації уваги.

Виробничий процес за вибуховою, вибухопожежною та пожежною

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

небезпекою належить до категорії Д, оскільки обробці піддаються негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

Будівля цеху має 1 ступінь вогнестійкості [26], так як усі несучі та огорожувальні конструкції виконано з штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Згідно з ДСТУ EN 2:2014 [27], причини виникнення пожеж поділяються на кілька основних груп залежно від їх джерела та умов виникнення. Для механообробного цеху можливі такі причини та їх класифікація:

1. Технічні причини: несправність обладнання або електромережі, перегрів електродвигунів та верстатів, коротке замикання або пробої ізоляції електропроводки, несправність електричних щитів.

2. Технологічні причини: нагрів деталей та інструментів до високих температур, що може спричинити займання стружки або мастильних рідин; попадання іскор або розпечених частин на горючі рідини; накопичення металевої стружки, пилу та відходів обробки, які здатні самозайматись при контакті з джерелом тепла; використання горючих мастильних та охолоджувальних рідин без дотримання технологічних норм.

3. Організаційні причини: недотримання правил експлуатації та безпеки, порушення правил пожежної безпеки персоналом, відсутність регулярного контролю за чистотою робочих місць.

Для гасіння пожеж передбачені первинні засоби пожежогасіння у вигляді вогнегасників. Регламентовані згідно діючих норм [28] засоби пожежогасіння наведені у таблиці 3.5. Дана таблиця має такий вигляд. Так як площа ділянки становить більше 1000 м².

3.3 Захист навколишнього середовища

На ділянці механообробки атмосферне повітря забруднюється в основному твердими аерозолями та газоподібними речовинами, що утворюються під час технологічного процесу. Основні забруднювачі:

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 - Норми вогнегасників для цеху

Гранична площа, м ²	Клас можливої пожежі	Мінімальна кількість порошкових вогнегасників									
		Переносний вогнегасник (з газом-витискачем у балоні або закачаний) із зарядом вогнегасного речовини, кг					Переносний вогнегасник (з газом-витискачем у балоні або закачаний) із зарядом вогнегасного речовини, кг				
		5	6	8	9	12	20	50	100	150	
до 50 включно	A	4	4	2	2	-	-	-	-		
більше 50 до 1000 включно	A	16	16	12	12	8	4	3	2	1	
більше 1000	A	На кожну 1000 м ² площі числові значення кількості вогнегасників згідно кількості для площі від 500 до 1000 м ² ; на кожні наступні: 50 м ² - згідно кількості для площі до 50 включно									

1. Металевий пил та стружка - утворюються при токарних, фрезерних, свердлильних операціях; складаються з дрібнодисперсних частинок металу (сталь, чавун і т.п) [29].

2. Мастильні та охолоджувальні рідини у вигляді аерозолі - з продуктів систем зрошення верстатів, що потрапляють у повітря; містять суміші води та мінеральних масел [30].

3. Вуглеводневі та органічні пари - від мастильних матеріалів, розчинників та лакофарбових засобів, що використовуються для змащення та захисту деталей.

Головними джерелами забруднення атмосферного повітря у механообробному виробництві, на прикладі розглядаємого технологічного процесу, є :

- робочі зони верстатів, де утворюються стружка та пил;
- місця очищення деталей;
- пункти складування та транспортування відходів металу та рідких масил;
- вентиляційні системи цеху, які виводять повітря без достатнього очищення.

Основні забруднювачі мають наступні класи небезпеки за міжнародною класифікацією:

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

- пи́л металевий - III-IV клас небезпеки (помірно та малонебезпечний для людини при правильному контролі) [29];

- мастильні аерозолі та органічні пари - II-III клас небезпеки, оскільки при тривалому впливі можуть викликати подразнення дихальних шляхів та шкіри.

Обсяг викидів залежить від потужності та інтенсивності виробництва, а також від типу застосованих технологій. Для середньої механообробної дільниці обсяг пилових викидів може становити 10-15 кг/зміну, а рідких та органічних аерозолів - 5-8 л/зміну, при відсутності повноцінної системи очистки.

Для очищення повітря та захисту навколишнього середовища на підприємствах традиційно застосовуються:

- Циклони та фільтри грубого очищення - для уловлювання великих часток металевої стружки та пилу;

- Мокрі скрубери - для зменшення концентрації мастильних та водних аерозолів;

- Локальні витяжні пристрої над верстатами та робочими зонами.

Система дозволяє знизити вміст забруднюючих речовин у повітрі до 50-70 %, проте дрібнодисперсні частки та органічні пари часто залишаються в зоні дихання працівників.

Впровадження сучасних систем очищення та модернізація існуючих фільтрувальних пристроїв дозволяє значно знизити концентрацію пилу та аерозолів у атмосферному повітрі цеху, підвищити рівень безпеки праці та відповідати сучасним екологічним стандартам.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Враховуючи масу, розташування та характер оброблюваних поверхонь, для забезпечення меншої трудомісткості механічної обробки деталі «щит», запропоновано змінити метод отримання заготовки на лиття під тиском, що дає можливість економії матеріалу до 30%. Для зменшення часу обробки запропоновано більш продуктивне обладнання.

При розрахунку розмірного аналізу виявлено мінімальні припуски та максимально можливі допуски на обробку при заданому рівні якості виробу.

Для зменшення допоміжного та операційного часу, забезпечення необхідної точності обробки деталі, досягнення найбільшої продуктивності, економічності та безпеки було виконано розрахунок трьохкулачкового патрону. Розроблено вихідні дані для проектування ділянки механічного цеху з виробництва заданих деталей.

У розділі з охорони праці було проаналізовано умови роботи на механообробній ділянці та описано заходи з техніки безпеки, пожежної безпеки та захисту довкілля.

Комплексний аналіз результатів роботи дозволяє стверджувати про можливість підняття продуктивності праці та якості продукції, що випускається, на більш високий рівень, за рахунок впровадження технологічного процесу на підприємстві.

					6.131.221654.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Розроб.		Бристон Є.В.					
Перев.		Бондаренко С.В.					
Реценз.							
Н. контр.		Карабут В.М.					
Затв.		Неруб С.Л.					
					Лит.	Арк.	Аркушів
					Б	Т	1
					МОНУ УДУНТ Кафедра ТМ гр.ІМ01-22-Т		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. МГТ-750К2. СтандартПрибор URL: <https://standart-pribor.com.ua/product/elektrovdigatel-postoyannogo-toka-mgt-750k2/> (дата звернення: 20.03.2026).

2. Сплав АК7ч (АЛ9) Evek GmbH URL: <https://evek.com.ua/materials/splav-ak7ch-al9.html> (дата звернення: 20.03.2026).

3. Методичні вказівки до виконання випускних кваліфікаційних робіт освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» для студентів спеціальності 131-прикладна механіка (бакалаврський рівень)/ Гришин В.С., канд. техн. наук, доцент; Негруб С.Л., канд. техн. наук, доцент; Бондаренко С.В., старший викладач. Дніпро: НМетАУ, 2019. 50с.

4. Методичні вказівки до виконання курсового проекту по дисципліні Технологія обробки типових деталей» для студентів спеціальності 131-прикладна механіка (бакалаврський рівень)/ І Гришин В.С., канд. техн. наук, доцент; Негруб С.Л., канд. техн. наук, доцент; Ласкін В.М., старший викладач; Лапшин С.П., старший викладач; Бондаренко С.В., старший викладач. Дніпро: НМетАУ, 2019. 42с.

5. Станок токарно-винторезный 16Д20 Станочный мир URL: <https://stanok-kpo.kz/spravochnik/stanki-sovetskie-rossiyskie-importnye-spravochnaya-informatsiya/16d20.html> (дата звернення: 20.03.2026).

6. Токарний верстат з ЧПУ Hyundai SKT 100. Flagma. URL: <https://flagma.ua/uk/tokarnyi-verstat-z-chpu-hyundai-kia-skt-100-o16838557.html> (дата звернення: 20.03.2026).

7. Координатно-розточний верстат 2E450АФ30. ТОВ «СТАНКІН» URL: <https://kievstanko.com.ua/ua/p898067634-koordinatno-rastochnoj-stanok.html> (дата звернення: 20.03.2026).

					6.131.221654.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ			
Розроб.		Бристон Є.В.						
Перев.		Бондаренко С.В.						
Реценз.								
Н. контр.		Карабут В.М.						
Затв.		Негруб С.Л.			МОНУ УДУНТ Кафедра ТМ гр.ІМ01-22-Т			

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

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

10. ГОСТ 18877-73. Резцы токарные проходные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. М., 1973. 9 с.

11. ГОСТ 18879-73. Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. М., 1973. 6 с.

12. ГОСТ 18882-73. Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки сквозных отверстий. Конструкция и размеры. М., 1973. 12 с.

13. ГОСТ 4010-77. Масла индустриальные. Технические условия. М., 1977. 8 с.

14. ГОСТ 18372-73. Резцы токарные отрезные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. М., 1973. 10 с.

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

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

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

18. Запорожець О.І., Протоєрейський О.С., Франчук Г.М., Боровик І.М. Основи охорони праці : Підручник. К. : Центр учбової літ-ри, 2009. 264 с.

19. Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів ДСН 173-96: наказ від 19.06.96, №173: станом на 07.03.2019Ж URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (дата звернення: 25.05.2026).

20. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99: Постанова від 01.12.1999, №42: поточна редакція. URL:

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 15.03.2026).

21. Правила улаштування електроустановок. Київ:Міненерговугілля України, 2017. 617 с.

22. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Чинний від 01.01.2014. Київ : Мінрегіонбуд, 2013. 149 с.

23. Про затвердження списків і введення в дію гігієнічних регламентів шкідливих речовин у повітрі робочої зони і атмосферному повітрі населених місць: Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 30 від 23.02.2000. URL: <https://budinfo.org.ua/doc/1815172.jsp> (дата звернення: 21.04.2026)

24. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. К.: Мінрегіон України, 2018. 133 с.

25. Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та переліку робіт з підвищеною небезпекою НПАОП 0.00-4.12-05: Наказ від 26.01.2005, №15: редакція від 25.10.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 08.05.2026).

26. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Київ: Мінрегіон України, 2016. 34 с.

27. ДСТУ EN 2:2014 Classification of fires (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT) Затверджено наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 30.12.2014 № 1494 URL: https://dnaop.com/html/62137/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_EN_2_2014 (дата звернення: 08.05.2026 року)

28. Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників НАПБ Б.01.008-2018: наказ від 15.01.2018, №25: станом на 15.07.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення: 20.05.2026)

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

29. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2004. 352 с.
30. Гандзюк М.П. та ін. Основи охорони праці. Київ: Каравела, 2011. 384 с.
31. Навчально-методичні рекомендації до виконання розділу «Охорона праці та захист навколишнього середовища» у випускних кваліфікаційних роботах для студентів усіх спеціальностей (бакалаврський та магістерський рівень) / Упоряд.: Єрьомін О.О., Суліменко С.Є., Сухарева М.В., Мешкова А.Г., Баранова Т.Є. ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. Електрон. вид. Дніпро: УДУНТ, 2024. 26 с.

					6.131.221654.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

ДОДАТОК Б
Відомість обладнання

№	Тип та модель верстата	Габаритні розміри	Кіль- сть	Потужність		Маса обладнання, кг
				Одиниця обладнанн я	Загальна	
1	Токарно-гвинторізний 16Д20	3880х1270х1605	7	11	77	3100
2	Токарно-гвинторізний 1М63	4950х 1780х 1550	6	5,2	31,2	5600
3	Токарний верстат 1А734ФЭ с ЧПК	3270х1370х1600	3	7,5	22,5	2800
4	Токарний обробний центр HUNDAY SKT-100	2020х1650х1820	2	11	22	3800
5	Токарно-револьверний 1365	5360х1500х1530	5	13	65	4500
6	Токарно-револьверний 1Е165	2160х1200х1700	4	8,5	34	2855
7	Вертикально-фрезерний 6Г13	1050х1075х1130	4	12,8	51,2	8010
8	Горизонтально-фрезерний 6Р83Г	2560 х 2260 х 1770	3	10	30	3800
9	Фрезерний верстат с ЧПК 6ДМ83ШФ2	3500х2700х2015	1	7,5	7,5	3800
10	Вертикально-свердильний 2Н118	870×590×2080	4	1,5	6	450
11	Радіально-свердильний 2М55	2665х1020х3430	3	1,1	3,3	4700
12	Свердильний 2Р135Ф2 с ЧПУ	1950×1980×1826	1	10,5	10,5	3500
13	Розточний з ЧПК 2Е450АФ30	2800х3000х3000	3	15	45	8000
14	Круглошліфувальний 3М153	2700×2540×4000	2	3	6	4000
15	Внутрішньошліфувальний 3К225А	2225х1775х1500	1	4	4	2800
16	Плоскошліфувальний 3Д740В	2350×1970×2300	2	11	22	5800
17	Різьбонарізний 5993Г	1600х1350х1600	1	3,2	3,2	2000
18	Зубофрезерний 53А50	1600х1950х1500	1	12,5	12,5	10200
19	Верстак	1200х500х850	1			
20	Верстак	1400х600х800	1			
21	Стелаж	2000х1500х1200	1			
22	Контрольний стіл		2			2
23	Випробувальне пристосування		1			
24	Мисчна установка		1			

ДОДАТОК В

Фрагмент керуючої програми (операція 025)

%	(-----)
O0025 (ЩИТ 025 - SKT100)	(2 ОТВОРИ Ø19)
G21	(-----)
G40 G80 G99	T0303
G28 U0 W0	M133 S400
M154	G00 C0
(-----)	G00 X25 Z5
(8 ОТВОРИВ Ø3.2)	G81 Z-20 R2 F0.4
(-----)	G00 C180
T0101 (СВЕРДЛО Ø3.2)	G00 X25 Z5
M133 S750	G81 Z-20 R2 F0.4
#1=0	G80
WHILE[#1 LT 8] DO1	M135
G00 C[#1*45]	(-----)
G00 X51 Z5	(3ЕНКОВКА)
G81 Z-7 R2 F0.5	(-----)
#1=#1+1	T0404
END1	M133 S426
G80	#3=0
M135	WHILE[#3 LT 4] DO1
(-----)	G00 C[#3*90+45]
(4 ОТВОРИ Ø4.2)	G00 X37.5 Z5
(-----)	G81 Z-1 R1 F0.3
T0202	#3=#3+1
M133 S985	END1
#2=0	G80
WHILE[#2 LT 4] DO1	M135
G00 C[#2*90+45]	(-----)
G00 X37.5 Z5	(ВИМКНЕННЯ С-BICI)
G81 Z-15 R2 F0.7	(-----)
#2=#2+1	M155
END1	M05
G80	G28 U0 W0
M135	M30
	%

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
										Листов		Лист	
Разраб.				УДУНТ		6.131.221654.ТП							
Проверил													
Согласов.													
Т. контр.													
Н. Контр.													
«ЗАТВЕРДЖУЮ» Зав. каф. технології машинобудування _____(Світлана НЕГРУБ) «_____» _____ 2026 г													
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС Виготовлення деталі Щит													
ПОГОДЖЕНО:													
Керівник _____(Сергій БОНДАРЕНКО) Розробник _____(Євген БРИСТОН)													
Н.контроль _____(Владлен КАРАБУТ)													
ТП		ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС										84	

ГОСТ 3.1118-82															Форма 1						
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
										Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
										Листов 2			Лист 1								
Розроб.					УДУНТ			6.131.221654.ТП													
Перевір.																					
Узгод.																					
Т. контр.					Щит																
Н. контр																					
M01																					
M02	Код			ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профіль та розміри			КД	МЗ							
				КГ	0,25			0,8	відливка	Ø118x48				0,31							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документа											
Б						Код , найменування устаткування					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Т штк	Т п.з.	Т шт.
01				005	Заготівельан																
02																					
03				010	Термообробка																
04					Електропічь																
05																					
06				015	Токарна																
07					Токарно-гвинторізний 16Д20																
08																					
09				020	Токарна з ПК																
10					Токарний верстат з ЧПК 2Е450АФ30																
11																					
12				025	Програмно-комбінована																
13					HYUNDAY SKT-100																
14																					
15				030	Програмно-комбінована																
16					HYUNDAY SKT-100																
17																					
МК	МАРШРУТНА КАРТА																				

										ГОСТ 3.1118-82				Форма 1					
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.										Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
												Листов 2		Лист 2					
Розроб.					УДУНТ		6.131.221654.ТП												
Перевір.																			
Узгод.																			
Т. контр.					Щит														
Н. контр																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції				Позначення документа										
Б					Код , найменування устаткування				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Т штк	Т п.з.	Т шт.
01				035	Слюсарна														
02					Верстак														
03																			
04				040	Промивка														
05					Ванна														
06																			
07				045	Контроль														
08					Контрольний стіл														
09																			
10				050	Анодування														
11																			
12				055	Контроль														
13																			
14				060	Слюсарна														
15					Верстак														
16																			
17				070	Промивка														
18				075	Контроль														
МК																			

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2				
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
						Листов 2			Лист 2					
Разраб.				УДУНТ		6.131.221654.ТП								
Проверил														
Согласов.														
Т. контр.				Щит								010		
Н. контр														
Наименование операции				Материал		Твёрдость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарна				АЛ9					0,25	відливка Ø118x48		0,31		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о		Т в		Т пз		Т шт.		
Токарно-гвинторізний 16Д20												СОЖ		
Р						П И	Д или В		L	t	i	S	n	V
01	А. Встановити і закріпити деталь 3-хкулачковий патрон ГОСТ 24351 – 80													
O02	1 . Точити поверхню Ø45 _{-0,34}													
T03	Різець прохідний Т15К6 ГОСТ 18869-73,													
T04	ШЦ-I-125-0,1 штангенциркуль ГОСТ166-89													
P05	3,5 2 0,5 350 54,95													
O06	2 . Точити поверхн. Ø60 _{-0,3} витримуючи розмір 11,7 _{-0,4}													
T07	Різець прохідний Т15К6 ГОСТ 18869-73,													
T08	ШЦ-I-125-0,1 штангенциркуль ГОСТ166-89													
P09	1,5 1 0,5 450 72,06													
O10	3. Підрізати торець витримавши розмір 11,7 _{-0,4}													
T11	Різець прохідний упорний Т15К6 ГОСТ 18869-73													
T12	ШЦ-II-250-0,05 штангенциркуль ГОСТ166-89													
P13	3,5 2 0,5 350 98,91													
14														
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА													

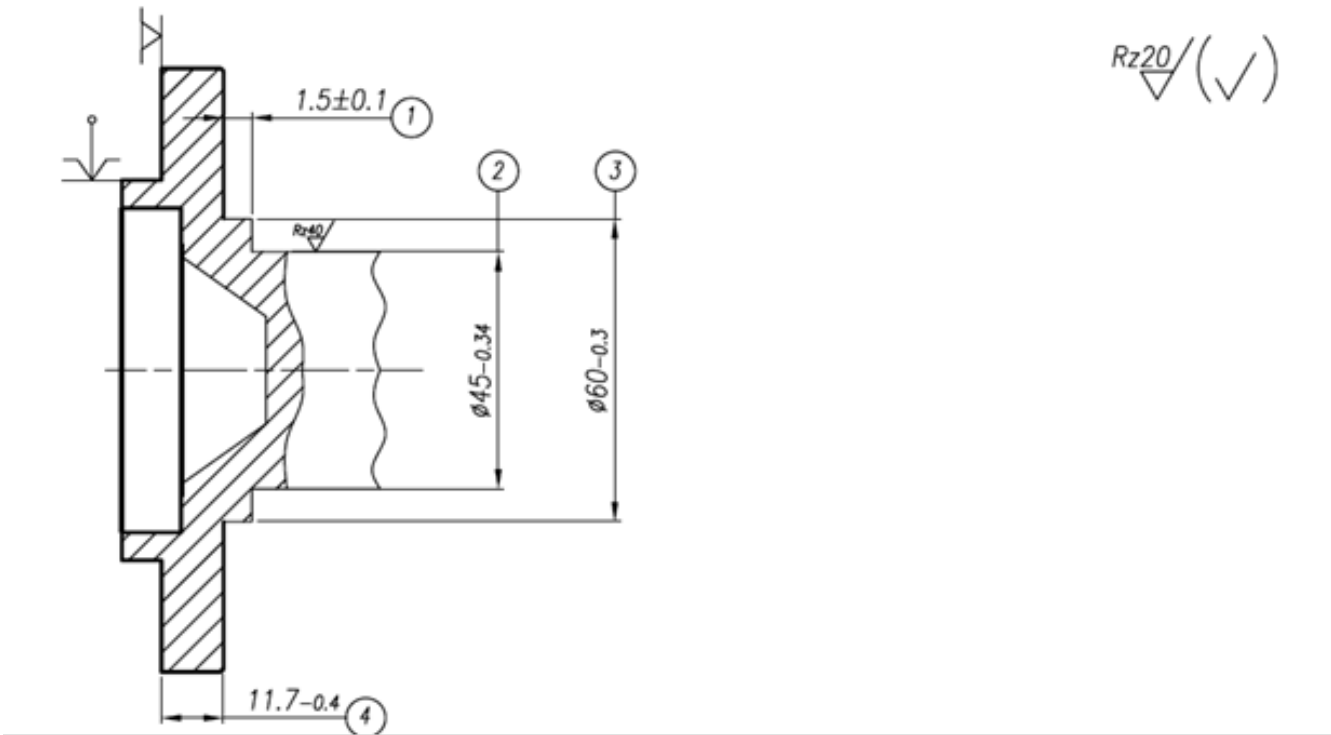
										ГОСТ 3.1404-86		Форма 2		
Дубл.														
Взам.														
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
												Листов 2	Лист 2	
Разраб.				УДУНТ		6.131.221654.ТП								
Проверил														
Согласов.														
Т. контр.				Щит									020	
Н. контр														
Наименование операции				Материал		Твёрдость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарна з ПК				АЛ9					0,25	відливка Ø118x48		0,31		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о		Т в		Т пз		Т шт.		СОЖ
Токарний верстат з ЧПК 2Е450АФ30														
Р						ПИ	Д или В		L	t	i	S	n	V
01	А. Встановити і закріпити деталь 3-хкулачковий патрон ГОСТ 24351 – 80													
O02	1 . Підрізати торець витримуючи розмір 5													
T03	Різець прохідний Т15К6 ГОСТ 18869-73,													
T04	ШЦ-I-125-0,1 штангенцикуль ГОСТ166-89													
O05	2 . Точити поверхню 3 витримуючи розмір 6													
T06	Різець прохідний упорний Т15К6 ГОСТ 18869-73,													
T07	ШЦ-I-125-0,1 штангенцикуль ГОСТ166-89													
O08	3. Точити поверхню 2, витримуючи розмір 1 и 4													
T09	Різець розточний Т15К6 ГОСТ 18869-73,													
T10	ШЦ-II-250-0,05 штангенцикуль ГОСТ166-89													
11														
12														
13														
14														
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА													

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2			
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
									Листов 2	Лист 2			
Разраб.				УДУНТ		6.131.221654.ТП							
Проверил													
Согласов.													
Т. контр.				Щит								025	
Н. контр													
Наименование операции				Материал		Твёрдость		ЕВ	МД	Профиль и розміры		МЗ	КОИД
Програмно-комбінована				АЛ9					0,25	відливка Ø118x48		0,31	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о		Т в		Т пз		Т шт.	
HYUNDAY SKT-100													
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
01	А. Встановити і закріпити деталь												
O02	1. Свердли 2 отв. 1 напрохід												
T03	Свердло Ø2,3 ГОСТ 4010-77						2,47	21	1,235	1	0,4	585	3,38
T04	Ø2,47 ^{+0,13} Пробка ГОСТ 24961-81												
O05	2. Свердли 2 отв. 2 напрохід												
T06	Свердло Ø7 ГОСТ 4010-77						7	21	3,5	1	1,2	1650	9,57
T07	Ø7 ^{+0,13} Пробка ГОСТ 24961-81												
O08	3. Свердли 2 отв. 2 напрохід												
T09	Свердло Ø5 ГОСТ 4010-77						5	7	2,5	1	0,8	1200	6,83
T10	Ø5 ^{+0,3} Пробка ГОСТ 24961-81												
O11	4. Свердли 8 отв. 4 напрохід												
T12	Свердло Ø3,1 ГОСТ 4010-77						3,2	7	1,6	1	0,5	750	4,37
T13	Пробка Ø3,2 ^{+0,13} ГОСТ 24961-81												
14	6.												
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА												

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2			
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
									Листов 3	Лист 3			
Разраб.						УДУНТ		6.131.221654.ТП					
Проверил													
Согласов.													
Т. контр.						Щит						025	
Н. контр													
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V
15													
O16	5. Зенкеровать 8 отв. 13, витримуючи розмір 14												
T17	Зенкер Ø6 ГОСТ 1677-77					6	4,6	3	1	1,0	1420	8,2	
T18	Пробка Ø 6 ^{+0,3} ГОСТ 24961-81, ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-80												
O19	6. Свердли 4 отв.6 витримуючи розмір 5												
T20	Свердло Ø4,2 ГОСТ 4010-77					4,16	15	2,08	1	0,7	985	5,69	
T21	Ø 4,16 ^{+0,17} Пробка ГОСТ 24961-81, ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-80												
O22	7. Зенковать 4 отв. 7												
T23	Зенковка ГОСТ 14953-80					0,9	0,9	0,9	1	0,3	426	2,46	
T24	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-80												
O25	8. Свердли 2 отв.12 витримуючи розмір 11												
T26	Свердло Ø1,9 ГОСТ 4010-77					1,9	4,6	0,95	1	0,3	450	2,6	
T27	Пробка Ø 1,9 ^{+0,06} ГОСТ 24961-81, ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-80												
O28	9. Свердли отв. 9 витримуючи розмір 8												
T29	Свердло Ø4,6 ГОСТ 4010-77					4,5	5	2,25	1	0,8	1065	6,15	
T30	Пробка Ø 4,5 ^{+0,16} ГОСТ 24961-81, ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-80												
OK	ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА												

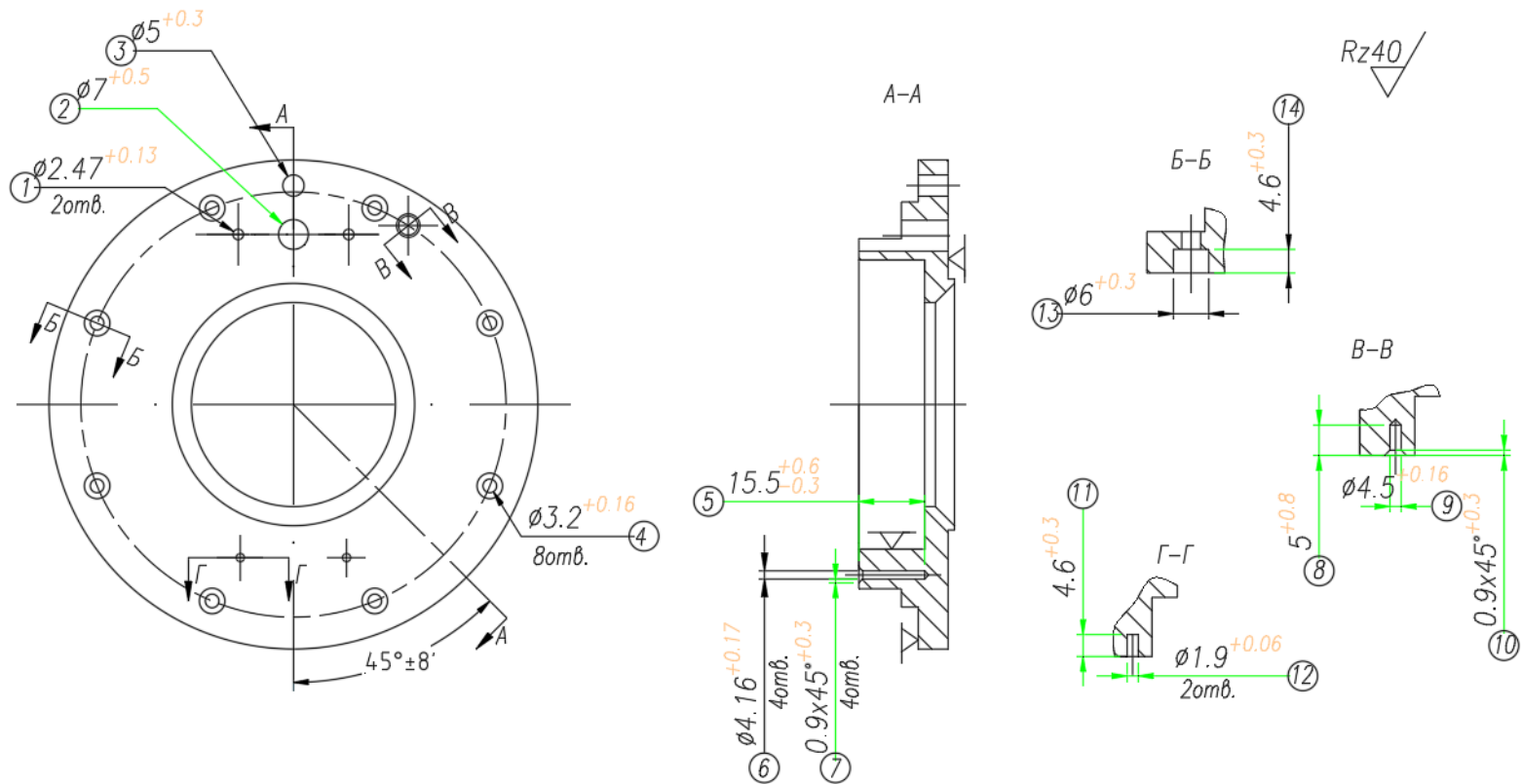
ГОСТ 3.1404-86										Форма 2		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
									Листов 2	Лист 2		
Разраб.				УДУНТ		6.131.221654.ТП						
Проверил												
Согласов.												
Т. контр.				Щит								025
Н. контр												
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Фрезерная				Ал9 ГОСТ 685-75		60...65	кг	0,25	Ø121x23		0,31	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о	Т в	Т пз	Т шт.		СОЖ	
Универсально-фрезерный 6Р81Г						4,81	3,21	0,46	8,78			
Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n V
O31	10. Зенковать отв. 10											
T32	Зенковка ГОСТ 14953-80						0,9	0,9	0,9	1	0,3	426 2,46
T33	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-80											
O34	11. Фрезерувати виємку по розмітці											
T35	Фреза кінцева Ø16 P18 ГОСТ 16569-76						347	1	3,2	1	0,8	1136 6,56
T36	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-80											
O37	12. Фрезерувати паз, витримуючи розмір 8											
T38	Кінцева фреза AM3SD8.5A120R0.2 MITSUBISHI						8,5	21	0,75	1	0,5	710 4,1
39	Ø8,5 ^{+0,2} Пробка ГОСТ 24961-81											
40												
41												
42												
43												
44												
OK	ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА											

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2				
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
						Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
									Листов 2	Лист 2				
Разраб.				УДУНТ		6.131.221654.ТП								
Проверил														
Согласов.														
Т. контр.				Щит								030		
Н. контр														
Наименование операции				Материал		Твёрдость		ЕВ	МД	Профиль и розміры		МЗ	КОИД	
Програмно-комбінована				АЛ9					0,25	відливка Ø118x48		0,31		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т о		Т в		Т пз		Т шт.		
HYUNDAY SKT-100												СОЖ		
Р						ПИ	Д или В		L	t	i	S	n	V
01	А. Встановити і закріпити деталь													
O02	1. Нарізати різьбу в двух отворах 1													
T03	комплект мітчиків М3-5Н6Н 022456 KORLOY					3		21	1.5	2	0,32	250	20	
T04	пробка різьбова М3-5Н6Н ГОСТ 24961-81													
O05	2. Нарізати різьбу в чотирьох отворах 3, в розмір 2													
T06	комплект мітчиків М5-5Н6Н 022458 KORLOY					5		12,7	1.5	4	1,5	250	20	
T07	пробка різьбовая М5-5Н6Н ГОСТ 24961-81													
O08														
T09														
T10														
O11														
T12														
T13														
14	6.													
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА													

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
										Листов 2		Лист 1	
Розроб.					УДУНТ								
Перевірів													
Согласов.													
Т. контр.					Щит								015
Н. Контр.													
													
КЕ		КАРТА ЭСКИЗІВ											

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7					
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.								Изм		Лист		№ докум.		Подпись		Дата	
												Листов 2		Лист 1			
Розроб.								УДУНТ									
Перевірів																	
Согласов.																	
Т. контр.								Щит									
Н. Контр.														020			
Technical drawing of a mechanical part (left) showing dimensions and callouts: - Dimension 1: 7.8-0.1 - Dimension 2: $\phi 68^{+0.046}$ - Dimension 3: $\phi 96.5-0.46$ - Dimension 4: $\phi 116.5-0.46$ - Dimension 5: 21.8-0.1 - Dimension 6: 8.2-0.2 - Surface texture: Rz40 - Angles: 2.5° Technical drawing of a mechanical part (right) showing dimensions and callouts: - Dimension 1: 45°±1° - Dimension 2: $\phi 48$ - Dimension 3: $\phi 57^{+0.74}$																	
KE		КАРТА ЭСКИЗІВ															

										ГОСТ 3.1105-84	Форма 7
Дубл.											
Взам.											
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Подпись
										Листов 2	Лист 1
Розроб.				УДУНТ							
Перевірів											
Согласов.											
Т. контр.				Щит							025
Н. Контр.											



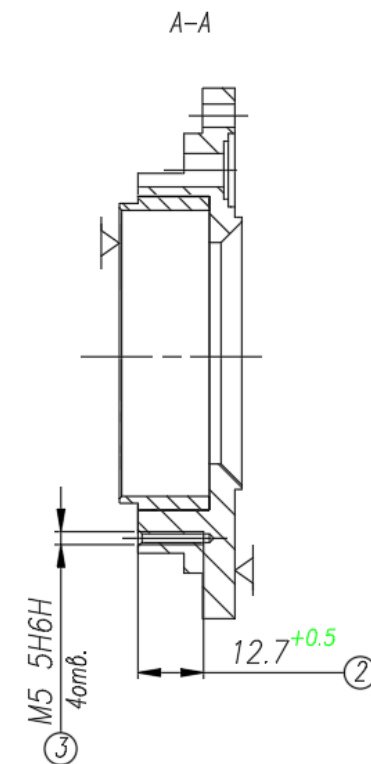
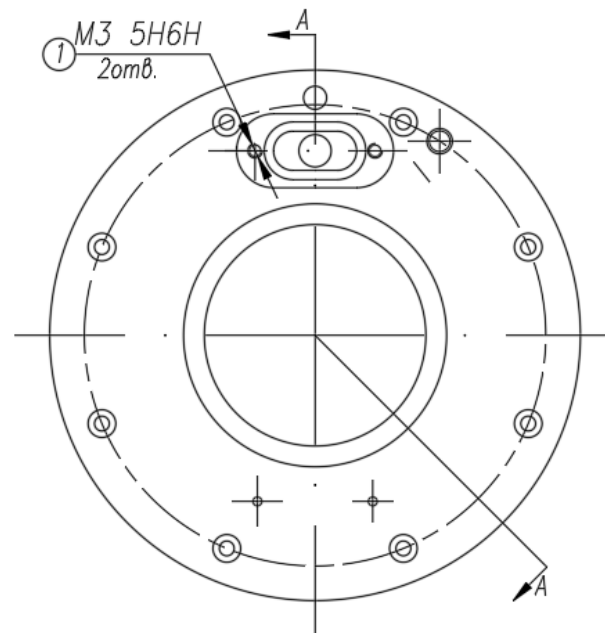
										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Дубл.													
Взам.													
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
												Листов 2	Лист 1
Розроб.					УДУНТ								
Перевірів													
Согласов.													
Т. контр.					Щит								025
Н. Контр.													

Front view of a circular mechanical part. Dimensions include: 22°30' angle, 34+0.6, 22+0.52, 18+0.24, R8±2, R4.25±1, R6.25±2, 40±0.2, and Ø48*+0.05. Section line A-A is indicated.

Section view A-A of the mechanical part. Dimensions include: 2.4+0.2/-0.1, 1±0.15, 8.5+0.2, 12.5+0.43, and 16+0.43. Surface texture Rz40 is specified.

KE

КАРТА ЭСКИЗІВ

[illegible]

										ГОСТ 3.1105-84				Форма 7	
Дубл.															
Взам.															
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
													Листов 2	Лист 1	
Розроб.				УДУНТ											
Перевірів															
Согласов.															
Т. контр.				Щит											045
Н. Контр.															

