

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Заочный факультет

(назва факультету)

Кафедра технології машинобудування

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

6.131.210956.ПЗ

на тему: Розробка технологічного процесу виготовлення заглушки
вітродвигуна в дрібносерійному виробництві

за освітньою програмою: Технологія машинобудування

зі спеціальності: 131 – прикладна механіка

Виконав: студент групи: ІМ901-21

/ Сергій ПАРШИН /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

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

Нормоконтролер:

/ ст. викл. Світлана БОНЧУК /
(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 ПРІЗВИЩЕ)

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

Студент

(підпис)

Дніпро – 2026 рік

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

Faculty of Distance Education

(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 a wind turbine plug 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: IM901-21

/ Serhii PARSHYN /
(name, surname)

Scientific Supervisor:

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

/ senior teacher

Normative controller :

Svitlana BONCHUK/
(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)

1. Деталь та 3D модель – 1 лист А1; 2. Заготовка та 3D модель – 1 лист А4; 3. Технологічні наладки – 2 листа 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	02.02.26	02.02.26
Основна частина	Бондаренко С.В., доц	02.02.26	02.02.26
Охорона праці та захист навколишнього середовища	Романько Я.В., доц.	02.03.26	02.03.26

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 16.06.2026	
5	Виконання презентаційної частини роботи	до 18.06.2026	
6	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	до 20.06.2026	
7	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	23.06.2026	

Студент

(підпис)

Сергій ПАРШИН

(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	6.131.210956.ПЗ			Пояснювальна записка		1	
5	A4	6.131.210956.ТП			Технологічний процес		1	
6								
7					<u>Графічна частина</u>			
8					Заново розроблено			
9								
10	A4	6.131.210956.01			Деталь та 3D модель	1	1	
11	A1	6.131.210956.02			Заготовка та 3D модель	1	1	
12	A1	6.131.210956.03			Технологічні наладки	1	1	
13	A1	6.131.210956.04			Технологічні наладки	1	1	
14	A1	6.131.210956.05			Пристосування	1	1	
15					верстатне			
16	A1	6.131.210956.06			План ділянки	1	1	
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
					6.131.210956.ВР			
Зм.	Лис	№ докум.	Підп	Дата				
Розроб.		Паршин С.П.			ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	Літера	Лист	Листів
Керівник		Бондаренко С.В.				Б	Т	І
Консульт								
Н.контр.		Бончук С.В.				МОНУ УДУНТ Каф. ТМ гр. ІМ901-21		
Затв.		Негруб С.Л..						

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра містить: ____ с.,
10 рис., 23 табл., 2 додатки, 30 джерел.

Об'єкт розробки - технологічний процес виготовлення заглушки вітроподвигуна в дрібносерійному виробництві.

Мета розробки - комплексна розробка технологічного процесу виготовлення деталі «заглушка»

В роботі розроблено технологічний процес виготовлення заглушки вітроподвигуна. Для цього виконано вибір оптимального методу виготовлення заготовки та розрахунок і визначення припусків на обробку, а також складено маршрут обробки. Виконано підбір сучасного виробничого обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту. Запропоновано і розраховане верстатне пристосування.

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: ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ПРИСТОСУВАННЯ, РІЗАННЯ

					6.131.210956.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ		
Розроб.		Паршин С.П.					
Перев.		Бондаренко С.В.					
Реценз.							
Н. контр.		Бончук С.В.					
Затв.		Негруб С.Л.			МОНУ УДУНТ кафедра ТМ гр. ІМ 901-21		
					Літ.	Арк.	Аркушів
					Б	Т	1 1

2.1.13	Проектування технологічних наладок	40
2.2	Розрахунок і проектування верстатного пристосування	41
2.2.1	Аналіз вихідних даних.....	41
2.2.2	Вибір принципової схеми	41
2.2.3	Силовий розрахунок верстатного пристосування	42
2.2.4	Оцінка точності пристосування	47
2.3	Розробка даних для проектування ділянки цеху.....	49
2.3.1	Аналіз вихідних даних для проектування ділянки цеху	49
2.3.2	Розрахунок кількості виробничого обладнання ділянки	50
2.3.3	Розрахунок кількості робочих ділянки цеху	52
2.3.4	Розрахунок виробничої площі ділянки цеху.....	53
2.3.5	Розрахунок технологічної собівартості продукції.....	55
3.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	60
3.1	Загальна характеристика умов праці	60
3.2	Техніка безпеки та пожежна профілактика.....	65
3.3	Захист навколишнього середовища.....	68
	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	70
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	71
	ДОДАТКИ	75

ВСТУП

Машинобудування є однією з базових галузей промисловості, що визначає рівень технологічного розвитку держави, її обороноздатність та конкурентоспроможність на світовому ринку. В сучасних умовах господарювання, що характеризуються нестабільністю економічного середовища, обмеженими інвестиційними ресурсами, зношеністю виробничих фондів і необхідністю підвищення ефективності виробництва, особливого значення набуває вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин.

Актуальність теми дипломної роботи зумовлена сьогоденною потребою машинобудівної галузі у підвищенні точності, продуктивності та економічності обробки деталей за рахунок впровадження сучасних технологічних рішень, застосування верстатів з ЧПК, оптимізації режимів різання, раціонального вибору заготовок та оснащення. Удосконалення технологічних процесів дозволяє знизити матеріало- та енергоємність виробництв, скоротити тривалість виробничого циклу та підвищити якість готової продукції.

					6.131.210956.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Паршин С.П.			ВСТУП				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перев.		Бондаренко С.В.							Б	Т		1	1
Реценз.									МОНУ УДУНТ Кафедра ТМ гр.ІМ901-21				
Н. контр.		Бончук С.В.											
Затв.		Негуб С.Л.											

Регулювання продуктивності досягається зміною кута нахилу торцевої пластини, що змінює величину ходу плунжерів всередині циліндрів. Це забезпечує можливість адаптувати подачу робочої рідини до різних умов експлуатації.

Основне призначення гойдаючого вузла — забезпечення подачі робочої рідини до автономної гідросистеми літака в аварійному режимі, особливо у випадку відмови основних джерел енергії. Завдяки цьому вузол підтримує працездатність критично важливих систем керування повітряного судна та гарантує безперервність гідравлічного живлення в складних умовах експлуатації.

Робочою рідиною гідросистеми є НГ-75У (ТУ 38.401-58-51-93) або її дозволені замінники, що відповідають вимогам за в'язкісно-температурними та експлуатаційними характеристиками.

Номінальна частота обертання привідного валу становить 5500 об/хв. Номінальний тиск нагнітання — 21 МПа (210 кгс/см²). Подача насоса регулюється в межах від 8,5 до 80 л/хв, що забезпечує можливість роботи гідросистеми в різних режимах навантаження.

Діапазон експлуатаційних температур робочої рідини та навколишнього середовища становить від –55 °С до +90 °С, що відповідає вимогам до авіаційної техніки та забезпечує надійну роботу агрегату в складних кліматичних умовах.

Насос має двоступеневу конструкцію і складається з:

- першого ступеня — відцентрового насоса, який забезпечує підживлення системи та створення необхідного підпору на вході;
- другого ступеня — аксіально-плунжерного насоса, який формує робочий тиск у гідросистемі.

Конструктивно насос виконаний у вигляді корпусу та двох кришок, у внутрішньому об'ємі яких розміщені всі елементи відцентрового та плунжерного ступенів. Така компоновка забезпечує компактність агрегату, жорсткість конструкції, герметичність робочих порожнин та зручність технічного обслуговування.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Розділення функцій між ступенями дозволяє підвищити ефективність роботи насоса, зменшити кавітаційні явища та забезпечити стабільні гідравлічні характеристики при змінних режимах експлуатації.

На рисунку 1.2 можна побачити схему сучасного аналога розглядаємого вузла.

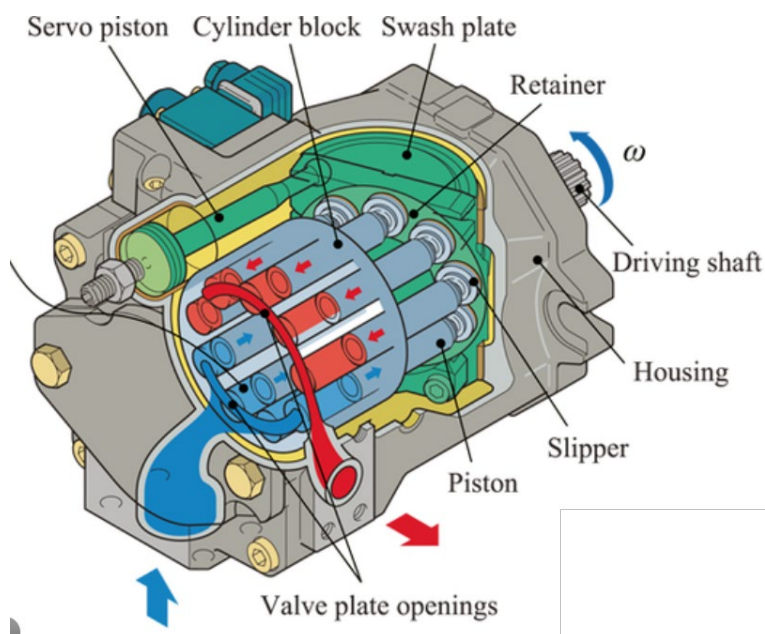


Рисунок 1.2 – Схематичне зображення аксіально-плунжерного насоса

1.1.2 Аналіз технологічності деталі

Деталь «заглушка» за своїми конструктивними ознаками відноситься до деталей класу «вали». Вона має ступінчасту форму з незначними перепадами діаметрів, що дозволяє раціонально використовувати як заготовку круглий прокат (пруток). Такий вибір заготовки забезпечує мінімальні припуски на механічну обробку та зниження матеріалоємності.

Матеріалом деталі є алюмінієвий сплав Д16ТКР (ТУ 1-8-207-2002, ОСТ 190395-91), який належить до термічно зміцнюваних деформуємих алюмінієвих сплавів. Хімічний склад сплаву наведено у таблиці 1.1.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Сплав містить до 4,9 % міді та до 1,8 % магнію, що забезпечує підвищені міцнісні характеристики після гартування та природного або штучного старіння [3].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Д16ТКР

Елемент	Алюміній	Мідь	Магній	Марганець	Кремній	Залізо	Інші домішки
Вміст, %	<94.7	<4.9	<1.8	<0.9	<0.5	<0.5	<0.15

Матеріал характеризується задовільною оброблюваністю різанням у термічно обробленому стані, малою густиною та достатньою корозійною стійкістю в умовах експлуатації в контакті з робочою рідиною НГ-75У. Застосована термообробка відповідає вимогам до забезпечення необхідних механічних властивостей.

Конфігурація деталі забезпечує вільний доступ ріжучого та вимірювального інструментів до всіх оброблюваних поверхонь. Відношення довжини до діаметра ($l/d < 10$) свідчить про достатню жорсткість заготовки, що дозволяє застосовувати підвищені режими різання без ризику виникнення значних пружних деформацій та вібрацій.

Конструкція (рисунок 1.3) передбачає наявність достатньої кількості поверхонь, які можуть бути використані як технологічні та вимірювальні бази. Співпадіння вимірювальних і технологічних баз мінімізує похибки взаємного розташування поверхонь у процесі обробки.

Форма поверхонь дозволяє застосовувати універсальні засоби вимірювання: мікрометри, скоби, калібри та шаблони. Усі поверхні відкриті та доступні для контролю. Обробка деталі може виконуватися на універсальних токарних та свердлильних верстатах нормальної точності без застосування спеціального високоточного обладнання. Оснащення також може бути універсальним (центри, патрони, призми, стандартні пристрої).

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

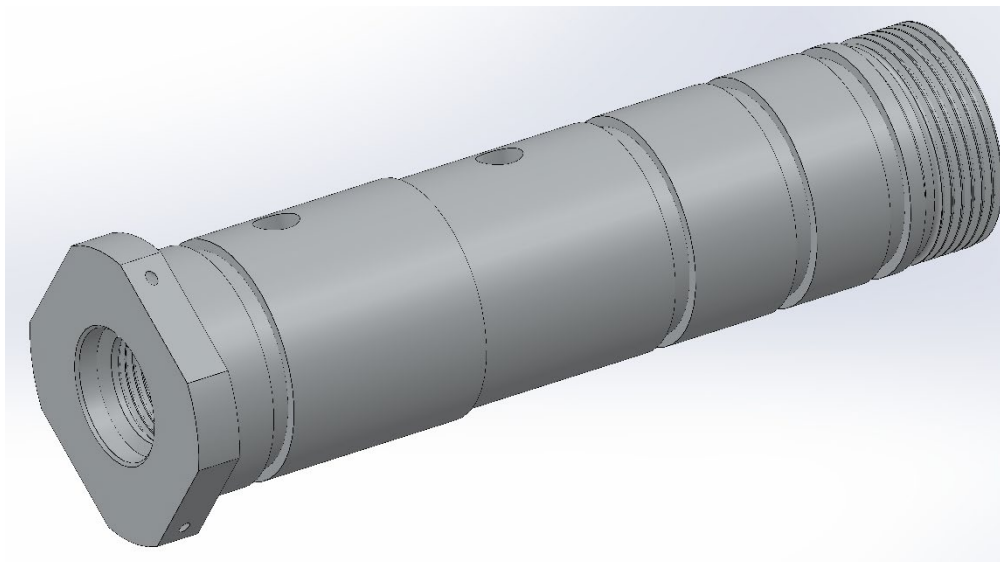


Рисунок 1.3 – Тривимірний модель розглядаємої деталі

Призначені допуски на розміри, відхилення форми та взаємного розташування поверхонь є обґрунтованими та можуть бути забезпечені на верстатах нормальної точності. Параметри шорсткості узгоджені з класами точності та функціональним призначенням поверхонь і не є завищеними. Зниження вимог до точності може призвести до погіршення посадки заглушки у виробі та зменшення надійності з'єднання, тоді як надмірне збільшення шорсткості сприятиме зниженню герметичності та інтенсивнішому зношуванню сполучених поверхонь.

Таким чином, за результатами аналізу конструкції встановлено, що деталь «заглушка» відповідає основним вимогам технологічності за матеріалом, формою, точністю та умовами виготовлення і є технологічною у виробництві.

1.1.3 Визначення розміру партії

Визначення оптимального розміру партії деталей є обов'язковим етапом організації виробництва, оскільки від нього залежать ритмічність роботи, рівень незавершеного виробництва, завантаження обладнання та економічні показники процесу виготовлення.

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

6.131.210956.ПЗ

Згідно завдання технологічний процес розробляється для дрібносерійного типу виробництва. Дрібносерійне виробництво передбачає виготовлення продукції партіями обмеженого обсягу, які повторюються через регулярні інтервали. Деталі в межах однієї партії мають мати схожу конструкцію і відрізнятись лише незначними змінами форми та розмірних характеристик. Партійний метод виробництва сприяє оптимальному використанню виробничих потужностей та технологічного оснащення.

Для перевірки вірності обраного типу виробництва варто скористатись таблицею 1.2. Завдяки ній ми можемо визначити тип виробництва відповідно до маси деталі та річної програми [4].

Таблиця 1.2 – Відповідність типів виробництва

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	Одиничне	Дрібно-серійне	Середньо-серійне	Багато-серійне	Масове
< 1,0	< 10	10 – 2000	2000-75000	75000-200000	> 200000
1,0 – 2,5	< 10	10 – 1000	1000-50000	50000-100000	> 100000
2,5 – 5,0	< 10	10 – 500	500-35000	35000-75000	> 75000
5,0 – 10,0	< 10	10 – 300	300-25000	25000-50000	> 50000
> 10	< 10	10 – 200	200-10000	10000-25000	> 25000

Згідно цієї таблиці, тип виробництва відповідає умовам завдання, а саме дрібносерійного виробництва, так як маса деталі становить 0,4 кг, а програма випуску становить 300 шт.

Для розрахунку оптимальної кількості заготовок у партії для одночасного запуску у виробництво застосовується формула [1]:

$$n = \frac{N \times f}{\Phi}; \quad (1.1)$$

де N - річна програма випуску виробів ;

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

f - число днів, на яке необхідно мати запас деталей на складі ($f = 5-7$ днів);

Φ - число робочих днів.

Число робочих днів для умов України приймаємо рівним 261 день, так як в умовах військового стану відсутні вихідні у святкові дні.

Підставивши всі значення, отримуємо кількість деталей у партії рівну:

$$n = \frac{300 \times 7}{261} = 8,05 \text{ шт.}$$

Приймаємо розмір партії рівний 9 шт.

1.1.4 Аналіз ринку збуту продукції та конкурентоспроможність

На території України аксіально-поршневі гідромашини тривалий час не отримували широкого застосування у народному господарстві через низку технічних та економічних обмежень. Їх висока надійність забезпечується використанням спеціальних матеріалів, підвищеними вимогами до чистоти робочої рідини та складністю виробничого процесу, що суттєво впливає на собівартість продукції. Крім того, ще десять років тому унікальні характеристики таких гідромашин — висока температурна стійкість і значні швидкісні параметри — не були критично необхідними для більшості гідросистем цивільного призначення.

Проте на сучасному етапі світовий попит на аксіально-поршневі гідромашини стабільно зростає, що обумовлено рядом факторів:

- розширенням використання гідравлічних систем у будівництві, сільському господарстві, промисловості та нафтогазовій галузі, де необхідні високоефективні насоси з великою питомою потужністю та надійністю;

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

- автоматизацією виробничих процесів і впровадженням енергоефективних гідросистем;
- зростанням попиту на інтелектуальні та високотехнологічні рішення, зокрема IoT-сумісні гідроагрегати для складних систем керування гідроприводами.

Зазначені тенденції стимулюють розвиток світового ринку гідравлічного обладнання, у тому числі аксіально-поршневих насосів, конструкція яких містить відповідальні деталі, зокрема заглушки гойдаючих вузлів. Надійність та довговічність таких деталей безпосередньо впливають на ресурс роботи всієї гідромашини.

За даними міжнародних аналітичних звітів, світовий ринок аксіально-поршневих гідромашин у 2023–2024 роках оцінюється приблизно у 2,9–3,2 млрд доларів США з прогнозованим зростанням до 4,7–5,6 млрд доларів США до 2032–2033 років. Середньорічний темп зростання (CAGR) становить близько 4,8–6,5 % упродовж найближчого десятиліття [5-7]. Це свідчить про стабільну позитивну динаміку розвитку галузі.

Враховуючи світові тенденції та поступову інтеграцію українських підприємств у міжнародний ринок машинобудування, створення конкурентоспроможної продукції є актуальним завданням. Удосконалення технологічного процесу виготовлення заглушки гойдаючого вузла вітродвигуна дозволить підвищити якість деталі, зменшити собівартість її виробництва та забезпечити можливість ефективного ремонту й модернізації вже існуючих агрегатів.

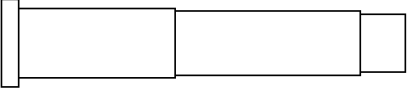
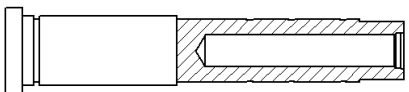
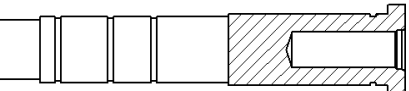
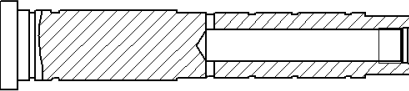
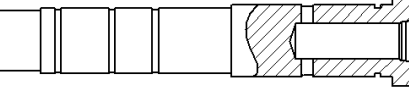
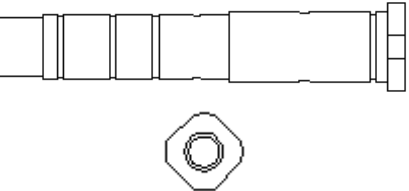
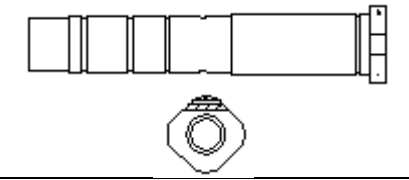
Таким чином, розробка та оптимізація технології виготовлення даної деталі є економічно доцільним і відповідає сучасним тенденціям розвитку світового ринку гідравлічного обладнання.

1.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

Базовий технологічний процес наведено у таблиці 1.3.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Таблиця 1.3 – Базовий технологічний процес виготовлення гвинтів

№ Опе р.	Найменування операції	Схема установки	Найменування та модель обладнання
005	Заготівельна		Газоріз
010	Токарна		Токарно-гвинторізний універсальний 1К62
015	Токарна		Токарно-гвинторізний універсальний 1К62
020	Токарна		Токарно-гвинторізний універсальний 1К62
025	Токарна		Токарно-гвинторізний універсальний 1К62
030	Токарна		Токарно-гвинторізний універсальний 1К62
035	Свердлильна		Настільний-свердлильний верстат 2Н106
040	Різьбонарізна		Токарно-гвинторізний універсальний 1К62
045	Різьбонарізна		Токарно-гвинторізний універсальний 1К62
050	Свердлильна		Настільний-свердлильний верстат 2Н106
055	Фрезерна		Вртикально-фрезерний 6Т13
060	Свердлильна		Настільний-свердлильний верстат 2Н106
065	Мийна		Ванна
070	Контрольна		Стіл ВТК

В цілому, аналіз базового технологічного процесу дозволяє зробити висновок про вірність послідовності виконання операцій та відповідності передбаченій програмі випуску деталей.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Проведений аналіз дозволив виявити головний недолік існуючого технологічного процесу, а саме не витримування вимог креслення з розміру коефіцієнту використання металу. Інші недоліки наявного технологічного процесу загалом стосуються саме тривалості процесу виробництва та важкості досягнення необхідної точності.

Для обробки деталі використовується універсальне обладнання та технологічна оснастка, а також стандартний ріжучий і вимірювальний інструмент.

На основі проведеного аналізу існуючого технологічного процесу встановлено, що для підвищення ефективності виготовлення деталі «заглушка» доцільно виконати такі заходи:

1. Замінити застаріле обладнання на сучасні токарні верстати. Застосування більш прогресивного обладнання дозволить мені знизити трудомісткість обробки деталі, підвищити її якість та експлуатаційну надійність, а також зменшити відсоток бракованих виробів.

2. Застосовувати сучасний ріжучий інструмент та вимірювальні прилади. Використання прогресивного оснащення дозволить виготовляти деталі якісніше та зменшити час на обробку.

3. Виконувати обробку за один установ, де це можливо. Це допоможе скоротити час переналагодження верстата і забезпечить більш точне взаємне розташування поверхонь деталі.

Впровадження цих удосконалень технологічного процесу дозволить скоротити машинний час на обробку, а поєднання операцій допоможе скоротити підготовчо-заклучний час. Це також підвищить ефективність використання обладнання та технологічного оснащення.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка технологічного процесу

2.1.1 Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки

Одним із найважливіших етапів розробки технологічного процесу виготовлення деталі є вибір раціонального способу отримання заготовки. Саме на цьому етапі закладаються основні техніко-економічні показники виробництва, зокрема рівень використання матеріалу, трудомісткість механічної обробки, собівартість виготовлення та якість готової продукції.

Правильний вибір методу одержання заготовки здійснюється на підставі комплексного аналізу конструкції деталі, її функціонального призначення, матеріалу, технічних вимог креслення, типу виробництва та обсягу випуску. Крім того, обов'язково враховуються економічні показники – витрати матеріалу, коефіцієнт використання металу, необхідність додаткових операцій та складність подальшої механічної обробки.

Таким чином, обґрунтування способу отримання заготовки повинно забезпечити мінімальні виробничі витрати при гарантованому досягненні встановлених параметрів точності, якості поверхонь і експлуатаційної надійності деталі.

З аналізу базового технологічного процесу встановлено, що як заготовка використовується пруток круглого перерізу Ø60 мм, отриманий методом гарячого прокату. При цьому коефіцієнт використання матеріалу для базового процесу ($KBM_{\text{баз}}$) становить:

$$KBM_{\text{баз}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} \quad (2.1)$$

					6.131.210956.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Паршин С.П.			ОСНОВНА ЧАСТИНА		
Перев.		Бондаренко С.В.					
Реценз.							
Н. контр.		Бончук С.В.					
Затв.		Негуб С.Л.					
					Лит.	Арк.	Архив
					Б	Т	1 40
					МОНУ УДУНТ Каф. ТМ гр. ІМ901-21		

де $m_{\text{дет}}$ — маса деталі, кг

$m_{\text{заг}}$ — маса заготовки, кг

$$KBM_{\text{баз}} = \frac{0,4}{1,26} = 0,33$$

Отримане значення свідчить про недостатньо ефективне використання матеріалу, оскільки відповідно до вимог креслення необхідно забезпечити КВТ не менше 0,35. Низьке значення коефіцієнта пояснюється значними припусками на механічну обробку та відносно великою різницею між масою заготовки і масою готової деталі.

Разом з тим застосування альтернативних способів отримання заготовки, таких як штампування або кування, є недоцільним. Це обумовлено фізико-механічними властивостями матеріалу, невеликими перепадами діаметрів деталі, а також економічними факторами. Використання більш складних методів формоутворення призведе до підвищення вартості заготовки, ускладнення технологічного процесу та збільшення загальної собівартості виготовлення заглушки, що є економічно необґрунтованим для умов дрібносерійного виробництва.

Тож альтернативним видом заготовки є пруток діаметром 55 мм.

В цьому випадку коефіцієнт використання матеріалу становить:

$$KBM_{\text{альт}} = \frac{0,4}{1,12} = 0,36$$

В такому випадку можна визначити річну економію матеріалу при зміні виду заготовки за формулою:

$$E_M = \frac{m_d(KBM_{\text{альт}} - KBM_{\text{баз}})}{KBM_{\text{баз}} KBM_{\text{альт}}} N \quad (2.2)$$

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

де m_d - маса деталі, кг;

$KBM_{\text{баз}}$ – базовий коефіцієнт використання матеріалу;

$KBM_{\text{альт}}$ – альтернативний коефіцієнт використання матеріалу;

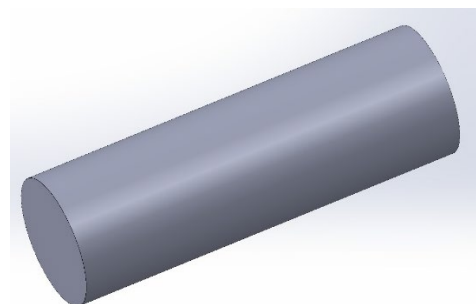
N – річна програма, шт.

$$E_m = \frac{0,4(0,36 - 0,33)}{0,33 * 0,36} 300 = 30,3 \text{ кг}$$

Підводячи підсумок можна сказати, що використання в якості заготовки прутка діаметром 55 мм і довжиною 170 мм (рисунок 2.1) дозволить досягти економії металу та забезпечить вимогу наведену на кресленні тсосовно коефіцієнту використання матеріалу.



а)



б)

Рисунок 2.1 – Заготовка для виготовлення деталі: а) ескіз, б) тривимірна модель.

Визначимо вартість заготовки для обох випадків за формулою [10]:

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{\text{отх}}, \text{ Грн}, \quad (2.3)$$

де Q_3 - маса заготовки, кг;

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

K_T - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

q - маса реалізованих відходів, кг;

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

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

$$M_{\text{баз}} = 1,26 \cdot 380 \cdot 1,05 - 0,86 \cdot 50 = 502,74 - 43 = 459,74 \text{ грн.}$$

$$M_{\text{альт}} = 1,12 \cdot 246 \cdot 1,05 - 0,72 \cdot 50 = 289,30 - 36 = 253,30 \text{ грн.}$$

Як бачимо, зміна розмірів заготовки з прутка $\varnothing 60 \times 170$ на пруток $\varnothing 55 \times 170$, що виготовляється за ТУ 1-8-207-2002 (ОСТ 190395-91), дозволить також знеизити вартість заготовки майже у 2 рази. Тож заміна заготовки є доцільним та обгрунтованим рішенням.

2.1.2 Вибір методів обробки

Послідовність виконання технологічних операцій утворює маршрут обробки деталі. Для його розробки було складено план обробки основних поверхонь (таблиця 2.1). Кількість переходів та способи обробки кожної з основних поверхонь визначено з урахуванням вимог креслення і рекомендацій довідкової літератури [6, 7].

Таблиця 2.1 – Методи обробки поверхонь валу редуктора

Поверхня деталі	Вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	точність	шорсткість, мкм	технологічні переходи (операції)	точність	шорсткість, мкм
1	2	3	4	5	6
$\varnothing 42f7$	$\varnothing 42_{-0,050}^{-0,025}$	$R_a 1,25$	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове	$h15$ $h11$ $f7$	$R_a 12$ $R_a 2.5$ $R_a 1.25$
$\varnothing 40f7$	$\varnothing 40_{-0,050}^{-0,025}$	$R_a 1,25$	Заготовка Точіння чорнове Точіння напівчистове Точіння чистове	$h15$ $h11$ $h9$ $f7$	$R_a 12$ $R_a 6.3$ $R_a 3.2$ $R_a 1.25$

Поверхня деталі	Вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	точність	шорсткість, мкм	технологічні переходи (операції)	точність	шорсткість, мкм
1	2	3	4	5	6
M39×1,5-6g	$\varnothing 39_{-0,050}^{-0,025}$	Ra 1,25	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове Різьбонарізання	h15 h11 h9 6g	Ra 20 Ra 6.3 Ra 3.2 Ra 1.25
Ø52h10	$\varnothing 52_{-0,12}^0$	Ra 3,2	Заготовка Точіння чорнове Точіння чистове	h15 h12 h10	Ra 20 Ra 6.3 Ra 3.2
Ø20H12	$\varnothing 20_{+0,21}^0$	Ra12,5	Свердління Розточування	H12 H10	Ra 12.5 Ra 6.3
M22x1.5H6H	$\varnothing 20,5_{-0,05}$	Ra 1,25	Свердління Розточування Різьбонарізання	H12 H10 H6H	Ra 12.5 Ra 6.3 Ra1.25
Ø22.5H11	$\varnothing 22,5_0^{+0,13}$	Ra 12.5	Свердління Розточування	H14 H12	Ra 12.5 Ra 6.3
Ø8H12	$\varnothing 8_{+0,15}^0$	Ra 12.5	Свердління	H12	Ra 12/5

2.1.3 Вибір технологічних і вимірювальних баз

Після аналізу технічних вимог до деталі та умов її роботи було визначено технологічні бази для кожної операції обробки.

- На першій операції деталь «заглушка» базується по необробленій зовнішній поверхні діаметром 55 мм.

- При наступній токарній обробці як технологічні бази використовуються вже оброблені циліндричні поверхні діаметрами 52 мм та 40 мм, а також торцеві поверхні деталі.

- Під час свердлильної операції базами є ті ж циліндричні поверхні Ø52 і Ø40 та торці.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

2.1.4 Формування маршруту обробки деталі

Відповідно до розробленого плану обробки складено маршрутний технологічний процес і оформлено маршрутну карту. Дана маршрутна карта надана в додатках до роботи. При виборі обладнання головним критерієм було забезпечення необхідної точності й якості обробки при максимальній продуктивності. Спочатку обладнання було обрано з урахуванням маршруту обробки, розмірів деталі, обсягу виробництва та можливості автоматизації. На наступному етапі, етапи розробки операційного технологічного процесу, було проведено уточнення обраного обладнання за потужністю та оптимальними режимами різання. Обране обладнання внесено у відповідні пункти маршрутної карти.

2.1.5 Вибір технологічного обладнання

На сучасних підприємствах при дрібносерійному виробництві найчастіше використовують верстати з програмним керуванням. Під час вибору обладнання необхідно звертати увагу на відповідність основних розмірів робочих органів верстата габаритам заготовки і можливість досягнення необхідної точності. Також варто спиратись на наявність та вартість даного обладнання (для випадку придбання нового).

З огляду на це для обробки заглушки за новим технологічним процесом пропонується використовувати наступні агрегати:

1. Для токарних операцій обробки деталі передбачено верстат з ЧПК PUMA 2100 Series. Це серія горизонтальних токарних верстатів з ЧПК від DN Solutions, розроблена для високопродуктивної і високоточної обробки деталей. Верстати цієї серії підходять як для простих профілів, так і для складних компонентів із труднообробних матеріалів, забезпечуючи стабільність виробництва і високу точність.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Дана серія сумісна з популярними контролерами Fanuc або Siemens, що дозволяє інтегрувати його майже у будь-яке САМ-середовище на виробництві. Варіантом такого агрегату є DN Solutions PUMA 2100SY II CNC Turning Center (рисунок 2.3 а). Даний агрегат дозволяє обробляти деталі максимальним діаметром 406 мм та довжиною до 520 мм.[11]

2. Для різноманітних токарних операцій пропонується використовувати або вже передбачений базовим технологічним процесом 16K20 або більш сучасний Heavy Duty Tck52 CNC Turning Machine (рисунок 2.3 б). Даний агрегат має використовуватись для формування конусних ділянок на деталі та нарізання різьбових елементів. Такий підхід дозволить розвантажити DN Solutions PUMA 2100SY II для виконання інших задач.



а)



б)

Рисунок 2.2 -Зовнішній вигляд верстатів: а) PUMA 2100SY II CNC, б) Tck52 CNC Turning Machine

3. Для виконання фрезерних операцій пропонується використовувати вертикальний консольно-фрезерний верстат 6Н13П (рисунок 2.3). Цей фрезерний верстат являє собою універсальне металорізальне обладнання вертикально-консольного типу, яке використовується для механічної обробки широкого асортименту деталей, виготовлених зі сталевих сплавів, чавуну та кольорових металів. Конструктивне виконання верстата характеризується підвищеною жорсткістю несучих елементів та високою точністю

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

позиціонування робочих органів, що забезпечує можливість реалізації різноманітних технологічних операцій фрезерування в умовах як одиничного та дрібносерійного, так і серійного виробництва. Верстат оснащений поворотною шпіндельною головкою, що дозволяє здійснювати обробку похилих поверхонь та складнопрофільних деталей. Наявність пристрою поділу (позначеного літерою "П" в маркуванні) розширює технологічні можливості обладнання, забезпечуючи виконання операцій з кутовим позиціонуванням заготовок, що є необхідним при виготовленні багатограних елементів та деталей з періодично розташованими конструктивними елементами [13].



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд 6H13П

2.1.6 Визначення припуску на обробку

2.1.6.1 Розрахунково-аналітичний метод визначення припуску

Розрахунково-аналітичним методом визначаємо припуски на найточнішу поверхню заглушки - $\varnothing 42f7(-0,025_{-0,050})$. За вимогою креслення дана поверхня має мати шорсткість на рівні $Ra\ 1.25$.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Як було вказано раніше, план обробки даної поверхні виглядає наступним чином:

- Чорнове точіння. Допуск на розмір 0,062 мм. Шорсткість Ra 2.5
- Чистове точіння. Допуск на розмір 0,025 мм. Шорсткість Ra 1.25.

Граничні відхилення заготовки: $es_{zar}=+0$ мм, $ei_{zar}= - 0,19$ мм. Граничні відхилення проміжних розмірів на переходах приймаємо, як для валу, тобто $es1= 0$; $ei1= - 0,062$ мм; $es2=0$ $ei2= - 0,025$.

Розрахунок мінімальних знаєнь припусків виконуємо, користуючись основною формулою:

$$2Z_{min} = 2 (R_{Zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + e_i^2}), \quad (2.4)$$

де R_{Zi-1} – висота нерівностей профілю на попередньому переході, мкм;

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

Δ – сумарне значення просторових відхилень, мкм.

E – похибка встановлення

Для першої токарної операції $Rz_{zar}= 125$ $h_{zar}= 150$ мкм [7].

Сумарні відхилення розташування і форми поверхні визначаємо за формулою:

$$\Delta_{2zar} = l \frac{\Delta_k}{\Delta k^2 + 0.25} \quad (2.5)$$

є Δ_k - відхилення кривизни.

Для визначення Δ_{2zar} знаходимо за таблицею довідника [5] сумарні відхилення розташування і форми. Підставивши всі значення в рівняння отримуємо:

$$\Delta_{2zar} = 170 \frac{0.5}{0.5^2 + 0.25} = 170 \text{ мкм}$$

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Встановлення штучної заготовки на чорновій операції передбачаємо в трьохкулачковому самоцентруючому патроні з гідравлічним затискачем. Для діаметрів заготовки від 50 до 80 мм похибка встановлення в радіальному напрямку дорівнює [7]:

$$e_1 = 300 \cdot 0,75 = 225 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск на чорнове точіння :

$$2Z_{\min} = 2 \left((125 + 150) + \sqrt{170^2 + 225^2} \right) = 832$$

Приймаємо мінімальний припуск на чорнове точіння $2Z_{1\min} = 830 \text{ мкм.}$

2. Для другої токарної операції. Приймаємо шорсткість $Ra=2,5 \text{ мкм}$ і глибину дефектного шару після першого переходу $h_1=10\text{мкм}$. Похибка розташування і форми поверхні після першого переходу розраховується за формулою [7]:

$$\Delta_{\Sigma 1} = \Delta_{\Sigma \text{зар}} K_y \quad (2.6)$$

де коефіцієнт K_y приймаємо рівними 0,06.

$$\Delta_{\Sigma 1} = 170 * 0,06 = 75 \text{ мкм}$$

Похибка встановлення заготовки в цанговому патроні для даного переходу

$$E_{B2} = 100 \cdot 0,75 = 75 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск на чистове точіння

$$2Z_{\min} = 2 \left((2,5 + 10) + \sqrt{10^2 + 75^2} \right) = 176$$

Приймаємо мінімальний припуск на чистове точіння $2Z_{2\min} = 176 \text{ мкм.}$

Визначення номінальних та максимальних припусків ведеться за формулами:

$$2Z_{i\text{ном}} = 2Z_{i\min} + |e_{i d(i-1)}| - |e_{di}| \quad (2.7)$$

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + T_{d(i-1)} - T_{di} \quad (2.8)$$

Підставивши значення отримуємо:

$$2Z_{1\text{ном}} = 830 + 190 - 62 = 958 \text{ мкм}$$

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

$$2Z_{2\text{ном}} = 176 + 62 - 25 = 213 \text{ мкм}$$

$$2Z_{1\text{max}} = 830 + 190 - 62 = 958 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\text{max}} = 176 + 62 - 25 = 213 \text{ мкм}$$

Схеми розташування припусків допусків при обробці заданої поверхні представлені на рисунку 2.4 а також в табличному вигляді у таблиці 2.2.

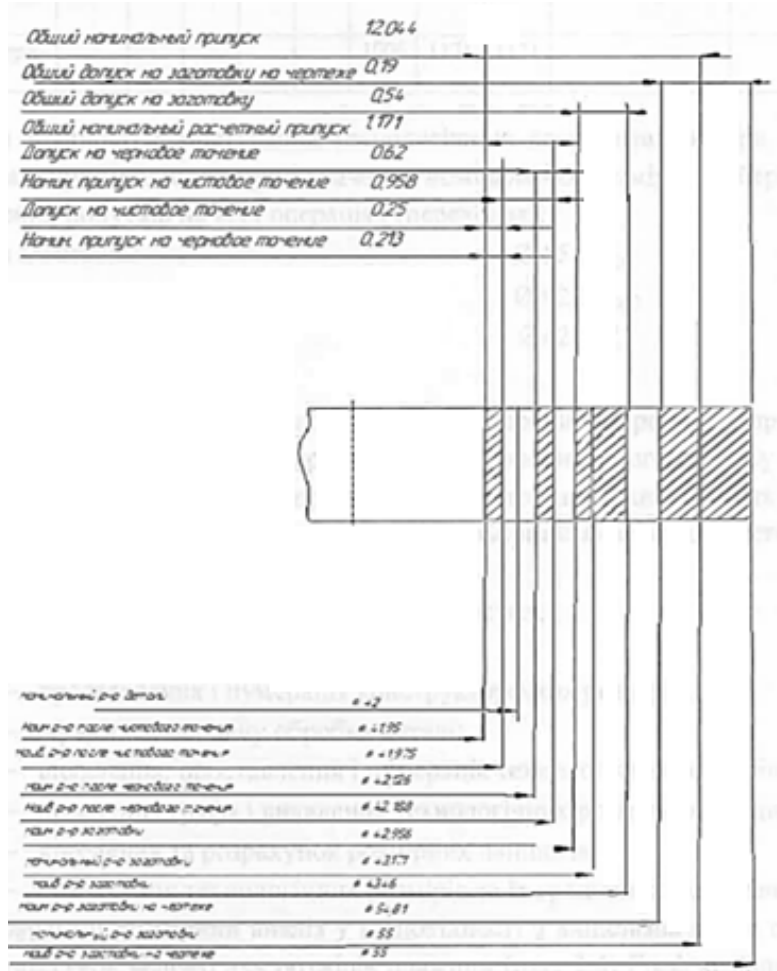


Рисунок 2.4 – Схема розташування припусків і допусків для розглядаємого розміру

2.1.6.2 Розмірний аналіз технологічного процесу

Одним із ключових завдань машинобудування є досягнення мінімальних припусків і максимально допустимих допусків на обробку при збереженні заданого рівня якості виробів. Для ефективного вирішення цього завдання застосовують розмірний аналіз конструкцій технологічних процесів.

Таблиця 2.2 – Припуски та допуски

Операції обробки	Допуск, мкм	Елементи припуску, мкм				Значення припусків, мкм			Номінальний розмір, мм	Граничні розміри	
		Rz	h	Δ_{Σ}	E_y	2Z _{імі} п	2Z _{іно} м	2Z _{іма} х		max	min
Заготовка	190	12 5	15 0	17 0	-	-	-	-	43,17 1	43,14 6	42,95 6
Точіння чорнове	62	2,5	10	10	22 5	830	958	958	42,21 3	42,18 8	42,12 6
Точіння чистове	25	-	-	-	75	176	213	213	42	41,97 5	41,95
Всього						1006	1171	1171			

Розмірний аналіз відіграє важливу роль у забезпеченні якості та технологічності виробів, їхніх складових і заготовок. Він дозволяє визначати розміри та граничні відхилення, потрібні для заповнення технологічних карт, операційних ескізів, креслень заготовок і налагоджень, розробки керівних програм, розрахунку режимів різання й норм часу, що в результаті сприяє скороченню виробничих витрат.

Проведемо розмірний аналіз технологічного процесу виготовлення заглушки, використовуючи послідовність і методику виконання розмірного аналізу, наведену в літературі [14]. Викреслюємо креслення деталі та проводимо індексацію поверхонь і розмірів. Деталь викреслюється в такій кількості проекцій і таким числом розмірів, які необхідні для виконання розмірного аналізу. Усім розмірам, які беруть участь у розмірному аналізі, присвоюють літерні позначення з порядковими індексами. Технологічні або контрольні розміри позначаються буквами, відмінними від присвоєних конструкторським розмірам. На рисунку 2.5 виконано креслення деталі з проставленням конструкторських розмірів з індексом А, а технологічні розміри – з індексом В.

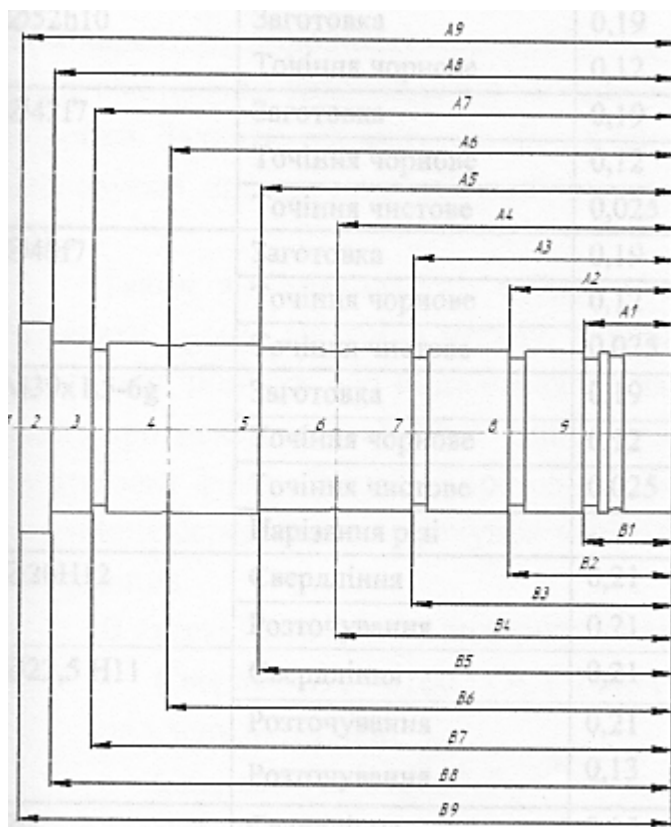


Рисунок 2.5 – Деталь з конструкторськими та технологічними розмірами

На підставі конструкторських і технологічних розмірів побудовано граф комплексів розмірів (рисунок 2.6).

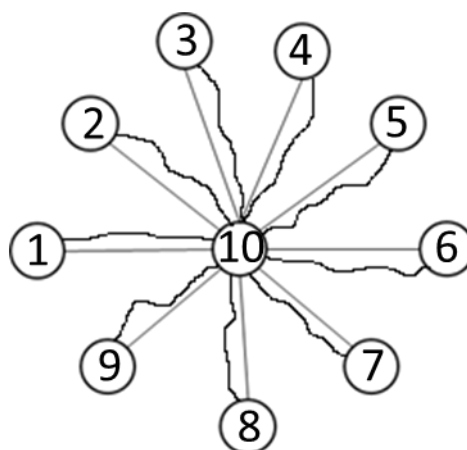


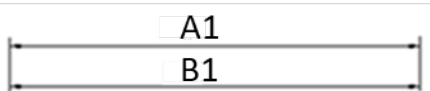
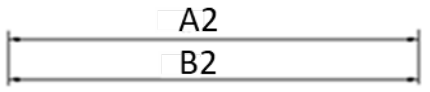
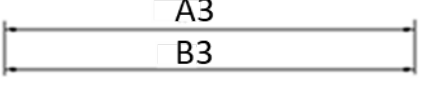
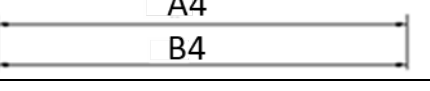
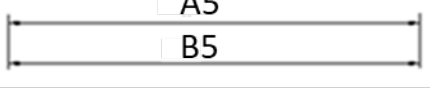
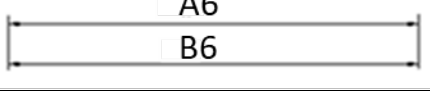
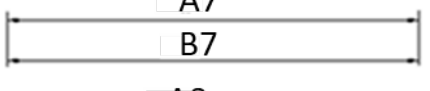
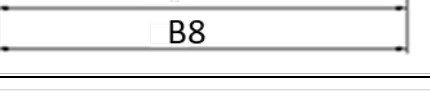
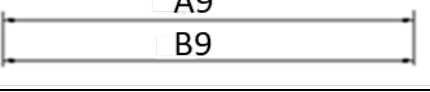
Рисунок 2.6 – Граф комплексів розмірів «вал редуктора»

За допомогою графа виявляємо комплекс технологічних розмірних ланцюгів під час виготовлення заглушки (рисунок 2.6).

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6.131.210956.ПЗ				

Як видно з побудованого графу усі розмірні ланцюги є дволанковими, в яких технологічні розміри збігаються з конструкторськими. Для більшої наглядності усі виявлені розмірні ланцюги наведені у таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Виявлені розмірні ланцюги

№	Ланцюг	Примітка
1		A1=B1
2		A2=B2
3		A3=B3
4		A4=B4
5		A5=B5
6		A6=B6
7		A7=B7
8		A8=B8
9		A9=B9

Операційні допуски встановлюються на основі економічної точності обраного методу обробки з використанням довідкової літератури або шляхом розрахунку розмірних ланцюгів технологічного процесу. Допустимі відхилення розмірів заготовок приймаються відповідно до вимог державних стандартів на їх виготовлення.

Визначення операційних розмірів із відповідними полями допусків здійснюється методом послідовного нарощування допусків та міжопераційних

припусків у зворотному порядку технологічного процесу – від завершальної операції до попередніх, включаючи параметри вихідної заготовки. Така послідовність розрахунку забезпечує коректне встановлення розмірів на кожному етапі обробки з урахуванням накопичення похибок та необхідних припусків на механічну обробку.

Мінімальні значення міжопераційних припусків визначаються розрахунково-аналітичним методом, який враховує просторові відхилення та дефектний шар заготовки після попередньої операції, або приймаються за табличними даними спеціалізованих довідників та літературних джерел з урахуванням конкретних умов обробки.

Визначені міжопераційні допуски та припуски наведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Міжопераційні припуски і допуски

Поверхня	Переходи	Допуск	Міжопераційний припуск
Ø42f7	Заготовка	0,19	-
	Точіння чорнове	0,12	2x5
	Точіння чистове	0,025	2x1,5
Ø40f7	Заготовка	0,19	-
	Точіння чорнове	0,12	2x5
	Точіння чистове	0,025	2x2,5
M39×1,5-6g	Заготовка	0,19	-
	Точіння чорнове	0,12	2x5
	Точіння чистове	0,025	2x3
	Різьбонарізання	-	-
Ø52h10	Заготовка	0,19	-
	Точіння чорнове	0,12	2x1,5
Ø20H12	Сведління	0,21	2x0,75
	Розточування	0,21	2x0,25
M22x1.5H6H	Заготовка	0,19	-

	Точіння чорнове	0,12	2x5
	Точіння чистове	0,025	2x3
	Різьбонарізання	-	-
Ø22.5H11	Свердління	0,21	2x0,75
	Розточування	0,21	2x0,25
	Розточування	0,13	2x1,25
Ø8H12	Свердління	0,15	2x4

2.1.7 Вибір пристосувань

Як вказувалось раніше для дрібносерійного виробництва доцільно застосовувати універсальні пристрої, що забезпечують необхідну точність обробки деталі та дозволяють досягти найбільшу продуктивність.

Обрані пристосування для кожної операції вказані в технологічному процесі та наведені у додатках роботи.

2.1.8 Вибір різального та вимірювального інструменту

Вибір ріжучого і допоміжного інструментів здійснюємо з урахуванням характеру виробництва, методу обробки, типу верстату, розмірів, конфігурації і матеріалу оброблюваної заготовки, необхідної якості поверхні і точності обробки.

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

Для центрувальних операцій: центрувальне свердло 6,3 Тип В,

Для свердлильних операцій: циліндричний зенкер 60:М3800, свердло 2317-0100 ГОСТ 14034, свердло TD_M2000:Т, свердло TD_HSSM0800.

Для токарних операцій: різець AWLNR2525M08/пластина WNMGO80408-M3 TP2501, різець DWLNR25MO6/пластина WNMGO60208-M3 TP2501,

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

різець канавковий BKTR-JK-2525-4C-T22/ пластина E-MGMN400-M, різець
різьбовий SNROO16M16/16NRAG60

Для фрезерних операцій: фреза твердосплавна S55-d16xD16x100L

Прийняті ріжучі та допоміжні інструменти для кожної операції вказані в
додатку до даної роботи, а саме в технологічному процесі.

2.1.9 Вибір засобів технічного контролю

Під час проектування цього технологічного процесу щодо засобів
технологічного контролю враховуються ряд правил, серед яких:

- оскільки основна частина операцій виконується на верстатах із
програмним керуванням, то точність розмірів забезпечується
технологічно, без засобів контролю, особливо це стосується розмірів,
які не можуть бути поміряні.
- якщо без засобів технологічного контролю обійтися неможливо,
застосовуються засоби активного контролю з тим, щоб виключити або
скоротити до мінімуму час на технічні вимірювання.
- для вимірювання діаметрів валів, отворів і довжин застосовують
універсальні інструменти та прилади, до яких належать: штангенні
інструменти, вимірювальні головки, мікрометричні інструменти,
важільні скоби та пробки.

Прийняті засоби контролю, залежно від точності контрольованих
параметрів для кожної операції, записано в технологічних картах
технологічного процесу із зазначенням їхнього найменування, вимірюваного
розміру, ГОСТу або нормалі на виготовлення цих інструментів. До них входять:
штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, штангенциркуль з цифровою індикацією ІР тип
ШЦЦ-1-0,01 (0-150), лінійка-1000, кутомір з ноніусом 2-2 (УН-127), мікрометр
МК-75-2.

2.1.10 Проектування технологічного процесу обробки деталі

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

На основі прийнятого маршрутного технологічного процесу обробки заглушки розроблено операційні технологічні процеси для кожної операції з розбивкою за переходами. Операційні карти заповнені за всіма графами бланків відповідно до вимог системи технічної документації. Операційні ескізи виконано в довільному масштабі з кількістю проєкцій, достатньою для відображення всіх оброблюваних поверхонь та операційних розмірів, що забезпечує повне уявлення про оброблювану деталь.

Деталь на операційному ескізі зображено у робочому положенні, яке вона займає на верстаті, та у вигляді, що відповідає результату обробки на конкретній операції. Базування та закріплення деталі в пристосуванні позначено умовними символами згідно з ГОСТ 3.1107-81. Оброблювані поверхні виділено потовщеними лініями, а на ескізах вказано отримувані розміри з допусками та шорсткістю поверхні.

З урахуванням можливих деформацій через перерозподіл внутрішніх напружень обробку розпочинають з поверхонь, до яких не висуваються жорсткі вимоги щодо точності, і лише після цього переходять до обробки більш точних поверхонь.

Операційні карти та карти ескізів з повною інформацією про технологічний процес наведено в додатках до роботи.

2.1.11 Визначення режимів різання

З метою скорочення обсягу пояснювальної записки всі режими різання були розраховані з використанням програмного продукту Спрут-ТП та наведені далі у пояснювальній записці

В рамках цих розрахунків використовуються такі основні формули:

Швидкість різання (м/хв) знаходиться за формулою [8]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.9)$$

де Т – стійкість різця, хв .;

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

t – глибина різання, мм;

S – подача, мм / об.

Частота обертання шпинделя верстату, мм/об:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}, \quad (2.10)$$

де D – діаметр поверхні, що обробляється, мм.

Силу різання визначаємо за формулою:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P \quad (2.11)$$

де C_P ; x ; y ; n – коефіцієнти й показники степені, що приймаються за довідниками.

Потужність різання визначається за формулою:

$$N = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт} \quad (2.12)$$

Де P – сила різання, Н.

2.1.12 Технічне нормування технологічного процесу

Для дрібносерійного виробництва норма штучного часу визначається за формулою

$$T_{\text{ш.к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{n}, \text{ хв.}, \quad (2.13)$$

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

$T_{\text{шт}}$ - норма штучного часу, хв;

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

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

n - розмір партії деталей, шт.

Норма штучного часу визначається за формулою :

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{пп}, \quad (2.14)$$

де T_o - основний технологічний час, хв;

T_v - допоміжний час, хв;

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

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

$T_{пп}$ - час перерв, хв.

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

$$T_o = \frac{L_p}{S_m} \cdot i, \quad (2.15)$$

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

i - число проходів;

S_m - хвилинна подача, мм/хв.

Для окремих видів обробки ця формула може мати дещо інший вигляд (стругання, протягування, шліфування), проте суть залишається завжди однією і тією ж.

Допоміжний час встановлюється для кожного технологічного переходу за нормативами і розраховується за формулою:

$$T_v = T_{в.у.} + T_{в.пер.} + T_{в.изм.}, \quad (2.16)$$

де $T_{в.у.}$ - час установалення і зняття заготовки, хв;

$T_{в.пер.}$ - час, пов'язаний із переходом, хв;

$T_{в.изм.}$ - час на вимірювання, хв.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Для операції основний технологічний час визначається підсумовуванням T_{oi} і T_{bi} за технологічними переходами.

Оперативний час операції:

$$T_{оп} = T_o + T_b, \text{ хв} \quad (2.17)$$

Норми часу на виконання операцій для виготовлення валу редуктора подано у зведеній відомості норм часу за операціями в таблиці 2.5,

Таблиця 2.5 – Зведена відомість норм часу за операціями для виготовлення валу редуктора

№	Операція	T_o	T_b	$T_{оп}$	$T_{тех}$	$T_{орг}$	$T_{отд}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$	$T_{шт.к.}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	Відрізна	0,5	2,5	3,0	0,1	0,1	0,1	3,3	2,0	5,3
010	Токарна	0,2	0,9	1,1	0,01	0,01	0,01	1,2	2,3	3,5
015	Токарна з ЧПК	7,28	9,73	17,01	0,49	0,49	0,7	18,76	1,75	20,51
020	Токарна з ЧПК	3,12	4,17	7,29	0,21	0,21	0,3	8,04	0,75	8,79
025	Фрезерна	0,2	0,9	1,1	0,01	0,01	0,01	1,2	2,0	3,2
030	Мийна									0,2
035	Контрольна									5,2

2.1.13 Проектування технологічних наладок

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

У процесі технологічного проектування розробляються операційні наладки для окремих переходів токарної обробки з числовим програмним керуванням. Графічне оформлення схем наладок на верстатному обладнанні здійснюється за наступними правилами.

Оброблювана заготовка зображується у довільному масштабі з необхідною кількістю проєкцій, достатніх для повного уявлення про характер виконуваних операцій. На зображенні заготовки вказуються контрольовані розміри з граничними відхиленнями та параметрами шорсткості оброблюваних поверхонь..

На схемі наладки відображаються траєкторії робочих та допоміжних переміщень ріжучого інструменту і заготовки, положення інструменту в кінцевій точці робочого ходу, а також спосіб закріплення інструменту в інструментальній системі верстата. На вільному полі креслення вказуємо: назву операції, найменування і модель верстата, пристосування, ріжучий інструмент та режими обробки, траєкторію руху, коди керуючої програми

2.2 Розрахунок і проектування верстатного пристосування

2.2.1 Аналіз вихідних даних

Деталь виготовлена зі сплаве Д16ТКР. Габаритні розміри заготовки: $\varnothing 55 \times 170$ мм.

Розглянемо пристосування для токарної обробки на токарно - гвинторізний верстаті з ЧПК зовнішньої поверхні деталі. Довжина обробки < 170 мм. Жорсткість заготовки достатня для обробки деталі на високих режимах різання. Обробка виконується на токарно - гвинторізному верстаті PUMA 2100SY II. Інструмент - різець AWLNR2525M08. Маса готової деталі становить 400 г.

2.2.2 Вибір принципової схеми

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Виконання заданої виробничої програми з використанням одномісного технологічного оснащення є можливим за умови, що тривалість обробки на відповідному технологічному переході не перевищує наявного фонду часу, відведеного на виготовлення однієї деталі. Таким чином, штучний час виконання операції повинен бути меншим або рівним розрахунковому такту випуску продукції.

Першим кроком розрахуємо такт випуску деталей:

$$T = \frac{60F_d n}{N}, \text{ хв} \quad (2.18)$$

де F_d - дійсний річний фонд часу при однозмінній роботі, годин;

n - кількість робочих змін;

N - виробнича програма, шт.

$$T = \frac{60 * 2000 * 1}{300} = 400 \text{ хв}$$

Порівняння штучного часу на операцію та визначено такту випуску дозволяє зробити висновок що задана програма може бути виконана з використанням одномісного пристосування.

Для вибору схеми базування слід взяти до уваги, що дана деталь належить до деталей класу «вал». Для цього випадку варто реалізувати наступний комплект баз: подвійну направляючу базу та одну опорну базу. Дана схема базування легко реалізується за допомогою трьох-кулачкового патрона, яким укомплектований обраний верстат.

2.2.3 Силовий розрахунок верстатного пристосування

До затискних патронів на верстатах з числовим програмним керуванням висуваються такі вимоги:

- вони повинні забезпечувати швидкий і надійний процес затиску,

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- мати можливість механізації та автоматизації закріплення заготовки,
- гарантувати високу точність та стабільну повторюваність базування деталей,
- дозволяти швидко переналагоджуватися при зміні типу оброблюваних виробів.
- конструкція патрона повинна бути універсальною, щоб забезпечувати надійне закріплення заготовок різної форми і розмірів у межах його технологічних можливостей.

В рамках розробленого технологічного процесу пропонується використовувати токарний верстат з ЧПК який оснащено трьохкулачковим самоцентрувальним патроном SCHUNK SK 200-3 CNC Chuck (рисунок 2.7), який повністю відповідає цим вимогам та забезпечує ефективну автоматизовану обробку деталей.



Рисунок 2.7 – Приклад зовнішнього вигляду механізованого затискного патрону (трьохкулачкового)

Механізований затискний патрон працює так, що сили, що виникають при обробці, у значній мірі компенсуються конструкцією патрона, тому вони мало впливають на затискне зусилля. Це досягається завдяки спеціальній конструкції клинового анкера: навіть при високих частотах обертання шпинделя падіння затискного зусилля мінімальне. Жорсткість патрона забезпечується надійним кріпленням корпусу до фланцю шпинделя.

Принцип роботи та технічні особливості механізованого затискного патрона

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Механізований затискний патрон забезпечує надійне закріплення заготовки завдяки конструктивним особливостям, що дозволяють значною мірою компенсувати сили, що виникають під час обробки. Це зменшує їхній вплив на затискне зусилля. Основним елементом, що забезпечує стабільність роботи, є клиновий анкер, який дозволяє мінімізувати падіння затискного зусилля навіть при високих частотах обертання шпинделя. Жорсткість патрона досягається за рахунок надійного прикріплення корпусу до фланця шпинделя.

До основних технічних особливостей патрона належать:

- Безпосередня передача зусилля з затискного поршня на кулачки в районі направляючих кулачків, що забезпечує мінімальні втрати на тертя та ефективну передачу осьового зусилля;
- Висока точність радіального та торцевого биття, що гарантує стабільність позиціонування заготовки;
- Мінімальна кількість рухомих елементів, подовжені направляючі кулачків та великий прохідний опір, що підвищує надійність затиску;
- Можливість швидкого переналаштування на інший посадковий розмір шпинделя шляхом заміни центруючого фланця;
- Використання спеціальних затискних комплектів для обробки прутка, що забезпечує універсальність застосування.

Відцентрована сила розраховується за допомогою формули:

$$F_{\text{ц}} = mRw^2 = mRn^2/100 \quad (2.19)$$

де m - маса кулачків;

R - відстань від вісі патрона до центру ваги кулачка;

w - кутова швидкість;

n - частота обертання шпинделя.

Для подальших розрахунків необхідно розрахувати частоту обертання шпинделя станка (n). Вона розраховується за допомогою формули:

$$n = \frac{1000v}{3.14d} \quad (2.20)$$

							Арк.
						6.131.210956.ПЗ	25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

де v - швидкість різання;

d - максимальний діаметр заготовки, яка закріплюється в патроні;

Розрахунок швидкості різання (м/хв) розраховується за формулою [2]:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} S^y} K_v \quad (2.21)$$

де $T = 60$ хв стійкість різця;

t - глибина різання, мм;

S - подача, мм/об.

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо за довідником [2]: $C_v = 350$, $x=1$, $y=0,75$, $m = 0,20$.

Коефіцієнт K_v є добутком коефіцієнтів, враховуючих вплив матеріалу заготовки $K_{mv} = 0,83$, стан поверхні $K_{nv} = 0,8$, матеріалу інструмента $K_{uv} = 0,65$.

Таким чином:

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

$$v = \frac{350}{60^{0,2} 2^{1,0} 0,09^{0,75}} 0,433 = 203,3$$

Підставляючи отримане значення у формулу частоти обертів шпинделя, виконавши розрахунки приймаємо $n = 1500$ об/хв.

Враховуючи це, розрахуємо відцентрову силу:

$$F_{\text{ц}} = 20 \cdot 0,07 \cdot 1500^2 / 100 = 31,5 \text{ кН}$$

Таким чином, при високих частотах обертання шпинделя (вище 2000 хв^{-1}) фактичною силою затиску заготовки буде не статична сила $Q_{\text{ст}}$, а динамічна сила $Q_{\text{дин}}$. Для визначення при заданій частоті обертання шпинделя необхідної

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

статичної сили зажима необхідно алгебраїчно підсумувати динамічну силу зажима з відцентрованою силою $F_{ц}$:

$$Q_{ст} = Q_{дин} \pm F_{ц} \quad (2.22)$$

де $+$ - знак відноситься до заготовки, яка затискається по зовнішній поверхню,

- - знак відноситься до заготовки, яка затискається по внутрішній повер-Динамічна сила затиску може бути визначена за формулою

$$Q_{дин} = \frac{1.2kPzd}{fdl} \quad (2.23)$$

де 1,2 - коефіцієнт, який враховує вплив складаючих сил різання;

k - коефіцієнт надійності;

d - діаметр обробки;

dl - діаметр заготовки у місті закріплення її кулачками;

f - коефіцієнт тертя між заготовкою та кулачками

Для компенсації можливих випадкових відхилень сили різання введемо коефіцієнт запасу [3]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (2.24)$$

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

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

$K_2 = 1,3$ враховує знос інструменту;

$K_3 = 1$ враховує ударне навантаження на інструмент;

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

$K_5 = 1$ враховує зручність управління затискними механізмами;

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

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Підставляючи числові значення в формулу отримаємо:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34$$

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

Значення емпіричних коефіцієнтів приймаємо за довідником[4]: $C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0.75$, $n = -0.15$.

$K_p = K_{mr} \cdot K_{fr} \cdot K_{ur} \cdot K_{lr} \cdot K_{tr}$ - довідковий коефіцієнт. Чисельні значення складових визначаємо за довідником [3]:

$$P_z := 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot (0,09)^{0,75} 51,94^{-0,15} = 818,65$$

$$Q_{дин} = \frac{1,2 \cdot 2,18 \cdot 818,6 \cdot 22}{0,16 \cdot 27,5} = 1071 \text{ Н}$$

$$Q_{ст} = 1071 + 31500 = 32571 \text{ Н}$$

Оскільки розрахункова сила затиску не перевищує силу затиску, яка дорівнює 40кН, яка забезпечується патроном (вказано в його характеристиці), то обраний патрон доцільно використовувати при обробці.

2.2.4 Оцінка точності пристосування

На даній операції необхідно забезпечити точність виконання $40_{-0,050}^{-0,025}$. Проектування пристосування повинно забезпечувати необхідний рівень точності обробки, що відповідає виконанню наступних умов:

Дійсна похибка пристосування визначається за формулою:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon] \quad (2.26)$$

де ε - дійсна величина похибки пристосування

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$[\varepsilon]$ - допустима величина похибки пристрою

$$[\varepsilon] = T - k_y w \quad (2.27)$$

де T - допуск на виконуваний розмір, $T = 0,025$ мм;

w - середня економічна точність даного виду обробки;

k_y - коефіцієнт посилення, $(0,6)$

$$[\varepsilon] = 0.025 - 0.6 * 0.025 = 0.01 \text{ мм}$$

Дійсна похибка пристрою включає три складові:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\Pi}^2} \quad (2.28)$$

де ε_6 - похибка базування, мкм

ε_3 - похибка закріплення, мкм

ε_{Π} - похибка положення, мкм

Похибка базування $\varepsilon_6 = 0$ мкм.

$\varepsilon_3 = 7,5$ мкм, так як лінія дії зусилля закріплення паралельна напрямку виконуємого розміру;

$\varepsilon_{\Pi} = \varepsilon_{\Pi}$ - похибка положення. Похибка положення визначається неточністю установки пристосування на стіл станка, похибкою виготовлення пристосування і зпосом устанопчих елементів пристосування. Похибка положення визначається:

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

$$\varepsilon_{\Pi} = \beta \sqrt{N} \cos \alpha \quad (2.29)$$

де β - емпіричний коефіцієнт, який визначає вплив умов обробки на величину зносу, зокрема, враховується вид і стан базової поверхні заготовки, а та-кож вид установчого елемента, $\beta = 0,2$;

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

N - річна програма

α – кут між напрямком виконуємого розміру і напрямком, перпендикулярним поверхні установочного елемента в зоні контакту з заготовкою, $\alpha=0$.

$$\varepsilon_{\text{н}} = 0,2 \cdot \sqrt{300} \cos 0 = 3,46 = 4 \text{ мкм}$$

Дійсна похибка пристосування

$$\varepsilon = \sqrt{0^2 + 7,5^2 + 4^2}$$

Умова $8,5 < 10$ виконується. Виходячи з цього робимо висновок що обране пристосування забезпечує потрібний рівень точності обробки.

2.3 Розробка даних для проектування ділянки цеху

2.3.1 Аналіз вихідних даних для проектування ділянки цеху

Вихідними даними для проектування цеху є:

1. Виробнича програма випуску деталей, що дорівнює 300 шт, яка приймається згідно із завданням на дипломний проект;
2. Тип виробництва - дрібносерійний;
3. Режим роботи - приймаємо 2-х змінний режим роботи, аналогічний базовому заводу;
4. Фонд часу роботи обладнання - приймаємо $\Phi_{\text{д}} = 4015$ годин;
5. Фонд часу роботи робітників - приймаємо 1820 год, аналогічний базовому заводу;
6. Технологічний процес виготовлення деталі;
7. Станкоємність річного випуску в цеху $T_{\text{шт}} = 0,78$ год.

На підставі вихідних даних визначаємо склад цеху.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До складу цеху входять:

1. Виробничі відділення - прийнята на підставі типу виробництва, від організаційної форми роботи і від технологічного процесу виготовлення деталей;

2. Допоміжні відділення - прийняті на підставі необхідності:

- інструментально-роздавальні комори, комори пристосувань і абразивів, відділення заточування інструментів;

- складських приміщень;

- контрольних приміщень;

- приміщень зберігання МОР і паливно-мастильних матеріалів;

- відділення зі зберігання та переробки стружки.

3. Підсобні приміщення - необхідність у побутових та адміністративно-контторських приміщеннях.

2.3.2 Розрахунок кількості виробничого обладнання ділянки

Загальна кількість верстатів ділянки розраховується за формулою:

$$C_{p.общ.} = \frac{T}{\Phi_d \cdot K_{зсп}}, \quad (2.30)$$

де T - верстатомісткість річного випуску в станко-годинах всіх виробів, які становлять виробничу програму ділянки;

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

Φ_d - фонд часу роботи обладнання.

Прийняті основні види виробничого обладнання і коефіцієнти завантаження представлено у табличному вигляді у таблиці 2.6.

Для виконання виробничої програми виготовлення деталі Корпус необхідно 3 одиниці обладнання.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 2.6 – Прийняті види обладнання і коефіцієнти завантаження

Верстат	C _{рас}	C _{пр}	K _з
Відрізний	0,02	1,0	0,01
Токарний 16к20	0,03	1,0	0,01
Токарний з ЧПК	0,28	1,0	0,31
Фрезерний	0,35	1,0	0,33

Загальна кількість верстатів дільниці

$$C_{p.общ.} = \frac{115000}{4015 \cdot 0,86} = 34,1,$$

Приймаємо кількість обладнання 35 шт.

Прийняте основне виробниче устаткування дільниці й коефіцієнт завантаження представлено у табличному вигляді у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Верстати по типам обладнання

Тип обладнання	Відсоток	C _p	C _{пр}	K _з
Універсальні токарні	25	8,5	9	0,94
Токарні з ЧПК	10	3,4	3	1,13
Токарно револьверні	17	5,78	6	0,96
Фрезерні	13	4,42	4	1,11
Фрезерні з ЧПК	2	0,68	1	0,68
Розточувальні	5	1,7	2	0,85
Свердлильні	13	4,42	4	1,11
Свердлильні з ЧПУ	2	0,68	1	0,68
Шліфувальні	10	3,4	3	1,13
Різьбонарізні	1	0,34	1	0,34
Зубообробні	2	0,68	1	0,68
Всього	100	35	35	0,87

2.3.3 Розрахунок кількості робочих ділянки цеху

Всі працівники дільниці цеху поділяються на такі категорії:

1. Виробничі робітники, зайняті виготовленням виробів, які становлять виробничу програму.
2. Допоміжні робітники, які безпосередньо не беруть участь у виготовленні продукції, але які забезпечують нормальну роботу виробничих робітників.
3. Службовці - інженерно-технічні працівники (ІТП).
4. Лічильно-контрський персонал (СКП), до якого відносяться бухгалтери, рахівники, діловоди, табельщики, обліковці та ін.
5. Молодший обслуговуючий персонал (МОП) до якого відносяться прибиральники, гардеробники, кур'єри.

Кількість виробничих робітників (верстатників) ділянки за професіями визначається за формулою [26]:

$$P = \frac{\Phi_D \cdot C_{\text{ЦЕХА}}^{\text{ОБ.}} \cdot K_{\text{З.СР.}} \cdot K_P}{\Phi_P \cdot K_M}, \quad (2.31)$$

де K_M - коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування за типом обладнання

$C_{\text{пр}}$ - прийнята кількість верстатів даного типу;

K_P - коефіцієнт, що враховує складність ручних робіт (приймаємо 1,05);

$\Phi_P = 1820$ год. - дійсний річний фонд часу роботи робітника;

Φ_D - дійсний річний фонд часу роботи верстатів даного виду.

Кількість робітників слюсарної дільниці приймають у відсотковому співвідношенні до кількості виробничих робітників 5%:

Кількість допоміжних робітників - 10% - 15% від основної кількості виробничих, що становить 35 осіб.

Розрахунково-контрський персонал становить 5% від основної кількості виробничих робітників - 16 осіб, а МОП - 12 осіб.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 2.8 – Відомість розрахунку кількості робітників

Професія	Кількість робочих місць	Коефіцієнт багатоверстатног о обслуговування	Зміни	
			1	2
1	2	3	4	5
Токарі	19	1	13	6
Наладчик токарних з ЧПК	2	3	1	1
Револьверник	6	2	4	2
Фрезерувальник	10	1	7	3
Наладчик фрезер. з ЧПК	1	2	1	0
Розточувальник	4	1	3	1
Свердловщик	10	1	7	3
Наладчик свердлильних з	1	2	1	0
Зубофрезерник	1	4	1	0
Всього працівників	92			

Чисельність ІТП, до яких належать начальник цеху, заст. начальника цеху, старші та змінні майстри, завідувач планово-розподільчим бюро, інженери та технологи, нормувальники, конструктори та ін., становить 7% від загальної кількості робітників.

2.3.4 Розрахунок виробничої площі ділянки цеху

Площа цеху за своїм призначенням ділиться на виробничу, допоміжну і службово-побутових приміщень.

Виробничою площею вважається площа, зайнята верстатами, верстаками, проходами і проїздами між рядами верстатів, майданчиками складування заготовок біля верстатів і транспортними системами.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Допоміжною площею вважається площа, зайнята допоміжними службами: ремонтними та інструментальними господарствами; складами; коморами та ін.; магістральними проїздами.

Площею службово-побутових приміщень вважають площу, зайняту роздягальнями, душовими, санвузлами, пунктом медичної допомоги, а також площу, яку займають адміністрація цеху та інші технічні й конторські служби з обслуговування виробництва.

Сума виробничої та допоміжної площ є загальною площею цеху, яку враховують під час технічних розрахунків.

Площу службово-побутових приміщень враховують у будівельній частині проекту.

При визначенні виробничої площі цеху використовуємо укрупнений метод. Але під час проектування необхідно внести корективи у виробничу і загальну площу цеху (реальна площа після розміщення обладнання).

Виробнича площа цеху дорівнює:

$$S_{\text{пр.}} = \sum C_{\text{пр.}} \cdot s \quad (2.32)$$

де s – питома виробнича площа на один верстат.

Величина s становить:

- для малих верстатів (габарити до 1800×800 мм) = 10-12 м²;
- для середніх верстатів (габарити до 4000×2000 мм) = 15-25 м²;
- для великих верстатів (габарити до 8000×4000 мм) - 25-70 м²;
- для особливо великих верстатів (габарити 15000×6000мм і св.) - 70-200 м².

Приймаємо площу s рівну 20 м².

Тоді:

$$S_{\text{пр.}} = 35 \cdot 20 = 660 \text{ м}^2 \quad (2.37)$$

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Ухвалюємо для компоновання дільниці сітку колон. Ширину проходів приймаємо рівною 3 м. Крок зовнішніх рядів колон ухвалюємо - 6 м, крок внутрішніх колон ухвалюємо рівним 18 м.

2.3.5 Розрахунок технологічної собівартості продукції

Технологічна собівартість визначається по формулі [2]:

$$C = M + Z + Z_n + Q_a + Q_p + П + U_p + U_M + Э_{об} + A_{пл} + M_{всп}, \quad (2.33)$$

де M – вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів;

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

Z_n – заробітна плата наладчика в серійному виробництві;

Q_a – витрати на амортизацію обладнання;

Q_p – витрати на ремонт устаткування;

$П$ – витрати на експлуатацію та амортизацію спец. пристосувань;

U_p – витрати на амортизацію і ремонт ріжучого інструменту;

U_M – витрати на експлуатацію і амортизацію вимірювального інструменту;

$Э$ – витрати на силову електроенергію, повітря і технічну воду;

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

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

Витрати на основні матеріали. Витрати на основні матеріали розраховуються за формулою [2]:

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{отх}, \text{ грн.}, \quad (2.34)$$

де S_k – оптова ціна за 1 кг заготовки за прейскурантом [2], грн;

K_T – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати;

q – маса відходів, які реалізуються, кг;

$S_{отх}$ – ціна за 1 кг відходів [2], грн.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на оплату праці. Основна заробітна плата включає витрати на оплату праці виробничого персоналу, який безпосередньо задіяний у процесі виготовлення продукції. Її величина визначається на підставі встановлених норм часу на виконання окремих технологічних операцій та діючих тарифних ставок відповідних розрядів робіт.

Розрахунок основної заробітної плати верстатника-оператора здійснюється за наступною методикою [2]:

$$З_0 = O_0 \cdot T_{\text{шк}}, \text{ грн}, \quad (2.35)$$

де O_0 – основна заробітна плата верстатника за 1 хв., грн.

$T_{\text{шк}}$ – трудомісткість виготовлення, хв.

Розрахунок основної заробітної плати зведено у таблиці 2.9

Таблиця 2.9 – Розрахунок основної зарплати

Найменування операцій	$T_{\text{шт.-к}}, \text{ хв.}$	$T_{\text{шт.-к}}, \text{ год.}$	Розряд	Тариф, грн./год	Розцінка, грн.
Відрізна	5,3	0,1	4	71,9	6,4
Токарна	3,5	0,1	4	71,9	4,2
Токарна з ЧПК	20,5	0,3	5	82,6	28,2
Токарна з ЧПК	8,8	0,1	5	82,6	12,1
Фрезерна	3,2	0,1	4	71,9	3,8
Мийна	0,2	0,0	4	71,9	0,2
Контрольна	5,2	0,1	4	71,9	6,2
Разом	46,7	0,78	30	75,0	61,2

Слід врахувати, що у додаткову заробітну плату робітників відносяться виплати які передбачаються договорами і контрактами. Вони складають в середньому 8%-12% від основної заробітної плати.

Відрахування на соціальні заходи від фонду оплати праці виробничих робітників розраховуються відповідно до встановленої законодавством сукупної норми у розмірі 38,75% від загальної суми витрат на заробітну плату (основну та додаткову) виробничого персоналу. До складу цих відрахувань входять обов'язкові внески до пенсійного фонду, відрахування на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, внески на страхування від нещасного випадку на виробництві та професійних захворювань, а також відрахування до фонду загальнообов'язкового державного соціального страхування на випадок безробіття. Розрахунок загальної заробітної плати зведено у таблицю 2.10.

Таблиця 2.10 – Розрахунок заробітної плати

Назва показника	Показник, грн.
основна зарплата	61,19
додаткова зарплата 10%	4,89
обов'язкові відрахування 38,75%	25,61
заробітна плата (основна і додаткова) з відрахуваннями (3)	91,69
зарплата наладчика	7,00

Витрати на амортизацію обладнання:

$$Q_a = \frac{Q_{ст}}{60F_{\phi}\eta_3} T_{шт-к}, \quad (2.36)$$

де $Q_{ст}$ – річні амортизаційні відрахування, грн.;

де n – норма амортизації основних засобів

$K_{об}$ – вартість обладнання з урахуванням налагоджувальних робіт

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

Φ_{ϕ} – річний фонд роботи обладнання;

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання у часі.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Витрати на ремонт і експлуатацію устаткування визначаються з розрахунку 10 % від вартості обладнання.

Витрати на експлуатацію та амортизацію ріжучих інструментів при повному використанні визначають за формулою

$$U_p = \sum_1^k \frac{S_{p.u.} + mS_{пер}}{T_{мин}(1+m)} T_o, \quad (2.37)$$

де $S_{p.u.}$ – первісна ціна ріжучого інструменту;

m – число переточувань до повного зносу;

$S_{пер}$ – вартість одного переточування;

$T_{мин}$ – стійкість інструменту між двома переточуваннями (хв);

T_o – основний (машинний) час;

k – число інструментів на операції.

Витрати на електроенергію розраховуються за формулою [2]:

$$\mathcal{E} = N_{\mathcal{E}} \cdot K_n \cdot \eta_N \cdot \eta_{to} \cdot t_n (1/\eta_{\partial\partial}) \cdot C_{\mathcal{E}} \quad (2.38)$$

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

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

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

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

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

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

$C_{\mathcal{E}}$ – собівартість 1 кВт-год електроенергії, грн;

На підставі розрахунків складаємо таблицю 2.11 собівартості продукції, в якій представляємо розрахунок собівартості одиниці продукції.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 2.11 – Собівартість одиниці продукції

Стаття калькуляції	Показник, грн.
Вартість заготовки з урахуванням реалізованих відходів	161
Заробітна плата виробничих робітників з урахуванням відрахувань	91,69
Заробітна плата наладчика	7
Витрати на амортизацію обладнання	60,21
Витрати на ремонт устаткування	30,10
Витрати на експлуатацію та амортизацію спец. пристосувань	0,47
Витрати на амортизацію і ремонт ріжучого інструменту	24,85
Витрати на силову електроенергію повітря і технічну воду	140,00
Загальна собівартість	515,32

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Тема роботи передбачає розробку технологічного процесу виготовлення заглушки вітродвигуна в умовах механообробного цеху.

Тому в розділі «Охорона праці та захист навколишнього середовища» надана загальна характеристика умови праці в цеху машинобудівного підприємства, розглянуто питання техніки безпеки та пожежної профілактики, а також розглянуто питання негативного впливу цеху на навколишнє середовище та методи його захисту.

3.1 Загальна характеристика умов праці

Першим кроком слід одразу навести перелік шкідливих та небезпечних факторів, що присутні у цеху. Основними шкідливими та небезпечними факторами у цеху є:

- фізичні: підвищений рівень шуму, вібрація, низька або висока температура, погане освітлення;
- електричні та механічні: наявність рухомих елементів у верстатах, несправність електрообладнання, ризик ураження електричним струмом;
- хімічні: можлива наявність пилу та аерозолів МОР в повітрі;
- психофізичні: монотонність роботи, фізичне навантаження.

Механообробний цех є окремою будівлею яка має один поверх. Габаритні розміри цеху 30 м х 42 м, що, разом з врахуванням наявного обладнання, дозволяє стверджувати про їх відповідність існуючим нормам відведення простору для металорізального обладнання.

Цех згідно з ДСН 173-96 «Санітарні норми допустимого шуму на території житлової забудови і в приміщеннях житлових і громадських будівель» [15]

					6.131.210956.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Паршин С.П.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА			
Перев.		Романько Я.В.						
Реценз.								
Н. контр.		Бончук С.В.						
Затв.		Неглуб С.Л.						
					Лит.	Арк.	Аркушів	
					Б	Т	1	10
					МОНУ УДУНТ Кauf ТМ зр. ІМ901-21			

відповідає підприємству IV класу з рекомендованою санітарно-захисною зоною не менше 100 м до житлової забудови.

В цеху присутні система опалення у вигляді водяного опалення підключеної до централізованої системи опалення. Система вентиляції представлена у вигляді загальної механічної припливно-витяжної вентиляції та додатковими аспіраційними установками в місцях утворення стружки і пилу. Додаткові системи кондиціонування не передбачено. Все це відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»[16].

Роботи у цеху, відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму» [17] , відносяться до категорії Пб. Працівники-верстатники виконують роботу стоячи, мають постійний контакт з обладнанням, та мають контролювати деталь. Це роботи середньої важкості з витратами енергії до 250 ккал/год, що відповідає умовам

Відповідно до категорії робіт встановлені оптимальні параметри мікроклімату (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Оптимальні параметри мікроклімату в цеху

Параметр	Холодний період року	Теплий період року
Температура повітря, °C	17-21	22-24
Відносна вологість, %	40-60	40-60
Швидкість руху повітря, м/с	менше 0,3	менше 0,5

Температура має підтримуватись в зазначених межах оскільки впливає не тільки на працівників, а й на точність обробки деталей. Деякі відхилення від оптимальних параметрів допускаються, однак вони не мають перевищувати допустимі значення. В разі перевищення параметрів необхідно передбачати використання працівниками засобів індивідуального захисту або різноманітні заходи по типу місцевого обігріву і т.п.

Також регламентується і інтенсивність теплового опромінювання працівників (таблиця 3.2),

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

В цеху, як вказувалось раніше, може бути присутні шкідливі речовини у повітрі. Основні шкідливі речовини та їх джерела наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.2 – Нормативна інтенсивність теплового опромінювання

Зона тіла	Гранично допустима інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м ²
На поверхню голови і тулуба	до 140
На кінцівки	до 210

Таблиця 3.3 - Основні шкідливі речовини та їх джерела у цеху

Речовина	Джерело
Аерозолі мінеральних мастил	Змащувально-охолоджувальні рідини під час точіння, фрезерування, свердління
Пари емульсій, масла	Випаровування ЗОР на ріжучому інструменті
Оксиди металів (Fe, Cu, Al тощо)	При шліфуванні, поліруванні, абразивній обробці
Нітрит натрію	У складі антикорозійних добавок до емульсій
Металевий пил (сталевий, алюмінієвий)	Механічна обробка заготовок

Вміст цих шкідливих речовин також регламентується діючими стандартами, такими як: Наказ МОЗ України від 14.07.2020 № 1596 «Про затвердження гігієнічних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони» [18] (таблиця 3.4).

Ще одним зі шкідливих факторів є шум. Основними видами шуму, що присутні в цеху є: механічний, аеродинамічний, імпульсний, тональний. Перелік можливих джерел шуму, відповідно до його типу та діючого ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми допустимого рівня виробничого шуму» [19] наведено у таблиці 3.5.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Таблиця 3.4 – ГДК деяких зі шкідливих речовин

Речовина	Форма впливу	ГДК, мг/м ³	Клас небезпеки
Аерозолі мінеральних масел	Аерозоль	5,0	2
Оксиди заліза	Пил	6,0	3
Пил алюмінію	Пил	2,0	2
Нітрит натрію	Аерозоль	2,0	2
Пара масел	Пара	5,0	3
Залізо (металевий пил)	Пил	6,0	3

Таблиця 3.5 - Джерела шуму в цеху

Джерело	Тип шуму
Токарні, фрезерні, свердлильні верстати	Механічний
Шліфувальні машини	Механічний
Електродвигуни	Тональний
Системи вентиляції	Аеродинамічний
Пневмообладнання, повітряні компресори	Аеродинамічний
Автоматичні затискачі	Імпульсний
Контакт деталі з інструментом	Тональний

Діючі нормативні документи також регламентують рівень цього шуму (таблиця 3.6).

Крім шуму в цеху присутні також вібрації від устаткування. В загальному випадку це загальні та локальні види вібрації. Джерело вібрації, її вид та допустимий рівень згідно з ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної і локальної вібрації» [20] наведені в таблиці 3.7.

Перевищення допустимого рівня вібрації а також її постійний вплив має багато негативних наслідків на організм людини.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Таблиця 3.6 - Гранично допустимий рівень шуму в цеху

Рівень шуму	Характеристика
80-85	рекомендовані профілактичні заходи.
85	максимально допустимий рівень шуму на робочому місці протягом робочої зміни без засобів індивідуального захисту
більше 85	обов'язкове застосування засобів індивідуального захисту органів слуху (навушники, вкладиші), обмеження часу перебування, технічні заходи зі зниження шуму.

Таблиця 3.7 – Джерел вібрації у цеху, її тип та допустимий рівень

Джерело вібрації	Вид вібрації	Допустимий рівень, м/с ²
Токарний верстат	Загальна	0.63
Фрезерний верстат	Загальна	0.63
Шліфувальний верстат	Локальна	2.8
Свердлильний верстат	Локальна	2.0
Вібраційні механізми (наприклад, вібростіл)	Загальна	0.63
Ручні пневмоінструменти	Локальна	2.8

Локальна вібрація, що діє на руки через інструменти може викликати: судоми, біль і оніміння в кистях та пальцях; порушення капілярного кровообігу; професійні захворювання рук. Загальна вібрація має негативний вплив на зір та координацію, вегето-судинну систему та призводить до швидкої втомлюваності. Крім цього слід мати на увазі, що вплив вібрації на працівника посилює негативний вплив інших факторів, таких як шум, мікроклімат і т.п. та призводить до підвищення ризику виробничого травматизму.

В цеху реалізується змішана система освітлення у світлу частину доби, та штучна – в темну частину доби. Змішане освітлення реалізовано за рахунок штучного та верхнього природнього освітлення.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Згідно характеру виконуваної роботи, клас зорової роботи згідно з ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [21] відноситься до 3 класу (для робіт з розмітки деталі та контролю) та до 4 класу (для обробки деталей). Так як 3 клас зорової роботи більш вимогливий до освітлення то норми які використовуються до цеху визначаються саме для цього класу.

Згідно діючих норм коефіцієнт природнього освітлення (КПО) має становити не менше 2.0%, освітленість має становити 500 лк.

Цех також оснащено аварійним, евакуаційним та охоронним освітленням. Основні вимоги до нього наступні:

- Аварійне освітлення; не менше 10% від робочої освітленості (50 лк);
- Евакуаційне освітлення: не менше 1 лк по осях проходів;
- Охоронне освітлення: не менше 5 лк на відкритих ділянках.

А працівників механообробного цеху з дрібносерійним характером виробництва характерна можливість нервово-психічних перевантажень. Здебільшого працівники працюють за раніше створеною документацією, однак можливі випадки коли працівнику необхідно приймати самостійні рішення для усунення непередбачених ситуацій. Загалом характер роботи в цеху можна визначити як роботу з середньої інтелектуальною напруженістю.

Під час роботи працівники зазнають високих сенсорних навантажень, що викликана необхідністю постійного контролю деталі під час обробки та робота з екранами на верстатах з чисельним програмним керуванням. Загальна характеристика: високе сенсорне навантаження через велике навантаження на очі.

Для механообробних цехів характерна висока ймовірність монотонності роботи, що призводить до швидкої втомлюваності, зниження уваги і психічного виснаження.

3.2 Техніка безпеки та пожежна профілактика

Згідно з НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

навчання і перевірки знань з питань охорони праці» [22] всі працівники цеху проходять декілька видів інструктажів з охорони праці:

- Вступний – проводиться з усіма особами, які приймаються на роботу, проходять виробничу практику. Проводить фахівець служби охорони праці.
- Первинний на робочому місці – проводиться до початку самостійної роботи з новоприйнятими, переведеними, практикантами. Проводить безпосередній керівник робіт.
- Повторний – не рідше одного разу на 6 місяців. Проводить безпосередній керівник.
- Позаплановий – у разі змін у технології, порушення вимог охорони праці, нещасного випадку тощо.
- Цільовий – при виконанні одноразових робіт (наказ, наряд-допуск), наприклад, при ліквідації аварії.

Факт проведення інструктажу фіксується у відповідних журналах обліку.

Розкриття одного з видів інструктажу – первинний:

Первинний інструктаж проводять перед тим, як працівник почне працювати. В рамках інструктажу пояснюють як виконується робота, які є небезпечні та шкідливі умови, де знаходяться засоби індивідуального захисту, що робити, якщо трапиться аварія, та які є правила на підприємстві. Інформацію подають зрозуміло, з можливістю візуального супроводу або додаткового пояснення, у разі необхідності.

В механообробному цеху застосовується змінний електричний струм напругою 380/220 В і частотою 50 Гц. В цеху передбачене використання низьковольтного обладнання (до 1000 В) і високовольтного обладнання (понад 1000 В) [23].

Цех належить до приміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через підвищену вологість, наявність металевих конструкцій і струмопровідного пилу. У таких умовах безпечним вважається використання напруги не вище 12 В змінного або 24 В постійного струму, що характерне для систем додаткового місцевого освітлення на верстатах.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

До можливих причин електротравм належать: пошкодження ізоляції, контакт з відкритими провідниками, несправність заземлення.

Основними видами електротрав є електроопіки, судоми, порушення дихання та зупинка серця.

Гранично допустимі показники (ГДР): струм дотику не має перевищувати 1 мА, напруга дотику - до 50 В, а опір заземлення повинен бути не більше 4 Ом.

Основними вимогами техніки безпеки в цеху є:

- дотримуватись правил техніки безпеки та правил, що надаються під час інструктажів;
- користуватися засобами індивідуального захисту,
- перевіряти справність інструментів,
- стежити за справністю заземлення та попереджувальних знаків.

У механообробному цеху використовуються металеві заготовки, різальні інструменти, мастильно-охолоджувальні рідини та присутній металевий пи́л та горючі рідини (олії, мастила). Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [24] відноситься до категорії Г (пожежонебезпечна), тобто приміщення які містять негорючі матеріали у гарячому стані (стружка, оброблювані деталі), мастила, оливи у невеликій кількості. Ступінь вогнестійкості будівлі згідно з ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [25] до II категорії.

Основними причинами пожеж в цеху є:

- Коротке замикання в електропроводці або електрообладнанні;
- Перевантаження електромережі;
- Іскри під час шліфування, свердління або обробки металу;
- Перегрів деталей чи обладнання внаслідок відсутності охолодження;
- Тертя несправних частин обладнання.
- Куріння або відкритий вогонь у виробничих приміщеннях.

Відповідно до ДСТУ EN 2:2014 «Пожежна безпека. Класифікація пожеж» [26] основні типи пожеж, що можуть виникати в цеху це пожежі класу

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

А та класу В. Для гасіння можливих пожеж в цеху передбачені первинні засоби пожежогасіння, які визначаються на підставі НАПБ А.01.001-2014 [27] та НАПБ Б.01.008-2018 [28] (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 - Норми вогнегасників для цеху

Гранична захищена 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
більше 500 до 1000 включно	A,B,C, (E)	16	16	12	12	8	4	3	2	1

3.3 Захист навколишнього середовища

У механообробному цеху можуть утворюватися ряд забруднюючих речовини, що мають негативний вплив на навколишнє середовище. Цими речовинами є:

- Аерозолі металів (залізо, алюміній, мідь тощо) – при механічному шліфуванні та фрезеруванні;
- Мінеральні масла та емульсії – при використанні мастильно-охолоджуючих рідин;
- Забруднені стічні води – в результаті промивання деталей та інших процесів, де використовується вода;

- Металева стружка – як твердий відхід виробництва;
- Залишки мастильних матеріалів.

Орієнтовна кількість шкідливих речовин, що виділяється при різних технологічних операціях, що характерні для технологічного процесу виготовлення деталей наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Орієнтовна кількість шкідливих речовин, що виділяється під час обробки деталей

Речовина	Кількість (кг/т продукції)	Технологічна операція
Аерозолі металів	0,1–0,3	Шліфування, фрезерування
Мастильні матеріали	1,5–3,0	Охолодження та змащування
Забруднені стоки	10–20	Промивання деталей
Металева стружка	50–100	Токарна, фрезерна обробка
Відпрацьовані емульсії	2,0–5,0	Системи охолодження

В будь-яких механообробних цехах утворюється значна кількість стічних вод, які можуть містити шкідливі речовини. В якості шкідливих речовин, найчастіше, виступають як частинки металу так і мастила, емульсії та інші домішки. Якщо ці води не очищувати, вони можуть забруднювати річки, озера або каналізаційні системи міст, де розташовані дані підприємства. Це дуже шкідливо для довкілля і може призвести до порушень природоохоронного законодавства. Для очищення стічних вод існує багато сучасних методів очищення. Найбільш простим є механічне очищення шляхом фільтрації або відстоювання. Іншими способами очистки є: фізико-хімічні способи (коагуляція, флотація), біологічне очищення [29].

Найкращим рішенням для сучасного механообробного підприємства є використання поєднаннях всіх вищезазначених методів. Також важливо, щоб підприємства контролювали якість очищеної води згідно з екологічними нормами. Все це дозволяє уникнути забруднення і зменшити використання природних ресурсів.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У рамках даної дипломної роботи розроблено технологічний процес виготовлення заглушки вітроподвигуна, що включає використання нової заготовки та нового обладнання в ході технологічного процесу. Зміна заготовки для виробництва заглушки економічно обґрунтовано і дозволить досягти зниження вартості деталі майже у 2 рази. Розроблено маршрут обробки та визначено усі необхідні припуски на обробку.

В рамках вибору обладнання перевага надавалась більш сучасному обладнанню для підвищення точності обробки та підвищення повторюваності обробки. Для менш відповідальних операцій пропонується використовувати існуюче обладнання цеху. В рамках роботи виконано перевірочний розрахунок трьохкулачкового патрону та виконано усі необхідні розрахунки для проектування ділянки.

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

					6.131.210956.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ			
Розроб.		Паршин С.П.						
Перев.		Бондаренко С.В.						
Реценз.								
Н. контр.		Бончук С.В.						
Затв.		Негуб С.Л.			МОНУ УДУНТ Каф. ТМ зр. ІМ901-21			

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 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.

2. 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.

3. Сталь Д16. Metinvest-smc.com. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-16d/?srsltid=AfmBOoqmKjfayui00qfiA3l9dSBLj0bCGMTZHnvnJ7G-RikF1bM7mhUB> (дата звернення: 26.03.2026).

4. Hopp W. J., Spearman M. L. Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management. Irwin/McGraw-Hill, 1996.668 p

5. Global Hydraulic Axial Piston Pump Market Size By Type (Fixed Displacement Pumps, Variable Displacement Pumps), By Application (Agricultural Machinery, Construction Equipment), By End-Use Industry (Aerospace, Automotive), By Power Rating (Low Power Rating (<50 kW), Medium Power Rating (50-150 kW)), By Application (Piping Systems, Industrial Equipment), By Geographic Scope And Forecast. Verified market reports. 01.03.2025. URL: https://www.verifiedmarketreports.com/product/hydraulic-axial-piston-pump-market-size-and-forecast/?utm_source=chatgpt.com/ (дата звернення: 26.04.2026).

					6.131.210956.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ			
Разроб.		Паршин С.П.						
Перев.		Бондаренко С.В.						
Реценз.								
Н. контр.		Бончук С.В.						
Затв.		Негруб С.Л.			Лит. Арк. Аркуші Б Т 1 4 МОНУ УДУНТ Каф. ТМ зр. ІМ901-21			

6. Axial Piston Hydraulic Motors and Pumps Market to Reach \$4.7 billion, Globally, by 2033 at 4.8% CAGR: Allied Market Research. Globenewswire. 19.02.2026. URL: <https://www.globenewswire.com/de/news-release/2025/02/19/3028444/0/en/Axial-Piston-Hydraulic-Motors-and-Pumps-Market-to-Reach-4-7-billion-Globally-by-2033-at-4-8-CAGR-Allied-Market-Research.html> (дата звернення: 25.04.2026).

7. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. /Под ред. А.Г. Ко-силовой, Р.К. Мещерякова- М.: Машиностроение, 1985. т.1.656 с.; т.2. 496с.

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

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

10. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія машинобудування» (спеціальні розділи) для студентів спеціальності. Укл.: В.С. Гришин, О.М. Молодіна, С.П. Лапшин. Дніпропетровськ: 2004. 42 с.

11. PUMA 2100SY II. Dn-solutions.. URL: <https://www.dn-solutions.com/us/product/turning-center/y-axis-horizontal/puma-2100-sy-ii.do> (дата звернення: 21.05.2026).

12. Heavy Duty Tck52 CNC Turning Machine CNC Metal Lathe for Metal Cutting. Made in China. URL: <https://cndingke.en.made-in-china.com/product/KdvtSorZHATJ/China-Heavy-Duty-Tck52-CNC-Turning-Machine-CNC-Metal-Lathe-for-Metal-Cutting.html> (дата звернення: 25.04.2026).

13. Купить вертикально-фрезерный верстат 6P13, 6T13, 6M13П, 6H13П, 6H13. СтанкоЦентр. URL: <https://stankocentr.com.ua/purchase/vertikalno-frezernye-stanki/vertikalno-frezernyi-stanok-6r13-6t13-6m13p-6n13p-6n13> (дата звернення: 30.04.2026).

					6.131.210956.ПЗ	Арх.
Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		2

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

15. 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).

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

17. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99: Постанова від 01.12.1999, №42: поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 15.03.2026).

18. Наказ МОЗ України від 14.07.2020 № 1596 «Про затвердження гігієнічних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони»

19. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99: Постанова від 01.12.1999, №37: поточна редакція. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text> (дата звернення: 15.03.2026).

20. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. К.: МОЗ України, 1999. 39 с.

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

22. 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: 24.05.2026).

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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				6.131.210956.ПЗ	3

24. 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.

25. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. 47с.

26. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT)

27. Про затвердження правил пожежної безпеки в Україні НАПБ А.01.001-2014: наказ від 30.12.2014, №1417: станом на 14.08.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 20.05.2026)

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)

29. Природоохоронні технології. Частина 2: навчальний посібник : у 3 т. / В. Петрук та ін. Вінниця : ВНТУ, 2014. Т. 2 : Методи очищення стічних вод. 258 с.

30. 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.: Єрємін 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.

					6.131.210956.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

%	Z-15.5 X40.6
OOOI(ЗАГЛУШКА _ 6.131.01)	G3 X41.6 Z-16.0 R0.5
(EDS/SMEC/SL2000MA)	G1 X42.307 Z-15.646
Nl(TURNING)	G0 Z3.0
(FINISH F ACE)	N3(TURNING)
G0 G2 I G40 G54 G80 G99	(SEMI-FINISH TURN)
G28 U0 (X go home)	G50 S1800
G28 W0 (Z go home)	G96 S220
TO 1 O 1 (A	X-7.168 Z0.853
WLNR2525M08/WNMG080408-M3	G 1 X-0.8 Z0. F0.15
TP2501)	X38.25
G50 S1800	G3 X39.05 Z-0.4 R0.4
G97 S1 111 M3	G1 Z-15.6
G0 Z0.	X39.4
X61.O M8(Cool.ON)	G3 X40.2 Z-16.0 R0.4
G96 S213 M3	G1 Z-103.0
G1 X-0.8 F0.15	X41.4
X4.008 Z2.404	G3 X42.2 Z-103.4 R0.4
N2(TURNING)	G 1 Z-155.0
(ROUGH TURN) G50 S1500	X51.4
G96 S150	G3 X52.2 Z-155.4 R0.4
G0 X60.2	G1 Z-163.4
X61.O Z3.0	X57.008 Z-160.996
X53.6	G0 X61.0
G1 Z-163.4 F0.25	M9(cool.stop)
X55.O	G28 U0 (X go home)
X55.707 Z-163.046 G0 Z3.0	G28 W0 (Z go home)
G1 X51.1	M1 (opt.stop)
Z-154.9	N4(TURNING)
X52.6	(FINISH TURN)
G3 X53.6 Z-155.4 R0.5 G1 X54.307 Z-	G0 G40 G54 G80 G99
155.046 G0 Z3.0	G28 U0 (X go home)
G1 X48.6	G28 W0 (Z go home)
Z-154.9	T0202(DWLNR25M06/WNMG060408-
X51.1	M3 TP2501)
X49.307 Z-154.546 G0 Z3.0	G50 S1800
G1 X43.6	G97 S1800 M3
Z-154.9 X46.1	OO Z1.5
X46.807 Z-154.546 G0 Z3.0	X-5.196 M8(Cool.ON) 096 S220 M3
G1 X41.6	O 1 042 XO. ZO. F0.05
Z-102.9	X38.85
X42.6	Z-15.6
G3 X43.6 Z-103.4 R0.5 G1 X44.307 Z-	X40.O
103.046 G0 Z3.0	Z-103.0 X42.O
G1 X40.45	Z-155.0 X52.O

Z-163.0
 040 X58.O
 OO X61.4
 M9(cool.stop)
 028 UO (X go home)
 028 WO (Z go home)
 Ml (opt.stop)
 NS(TURNINO)
 (RELIEF OROOVE)
 OO 040 054 080 099
 028 UO (X go home)
 028 WO (Z go home)
 TO3O3(BKTR-JK-2525-3C-
 T22/E-MOMN400-M)
 097 S600 M3
 OO Z-15.6
 X45.05 M8(Cool.ON)
 01 X37.85 F0.06
 OO X45.05
 Z-14.651 01 X39.03
 X37.85 Z-14.992
 OO X45.05
 Z-15.6
 01 X37.85
 Z-14.992
 004 X2.
 OO X60.96
 N6(TURNINO)
 (ROUOH OROOVE: OUTER) 097
 S560
 Z-21.6 X46.O
 O 1 X39.06 F0.05 OO X46.O
 Z-22.4
 01 X39.06
 OO X46.O
 Z-21.6
 1 X39.06
 02 X38.5 Z-21.88 R0.28
 OO X46.O
 Z-22.4
 01 X39.06
 03 X38.5 Z-22.12 R0.28
 01 Z-21.88
 01 Z-40.62
 OO X60.96

OO X46.O
 N7(TURNINO)
 (FINISH OROOVE: OUTER) 097 S600
 Z-22.5
 01 X39.06
 03 X38.3 Z-22.12 R0.38 F0.05 OO X46.O
 Z-21.5
 01 X39.06
 02 X38.3 Z-21.88 R0.38
 01 Z-22.12
 OO X60.96
 N8(TURNINO)
 (ROUOH OROOVE: OUTER) 097 S560
 Z-40.1 X46.O
 01 X39.06 OO X46.O
 Z-40.9
 01 X39.06 OO X46.O
 Z-40.1
 01 X39.06
 02 X38.5 Z-40.38 R0.28 F0.05 OO X46.O
 Z-40.9
 01 X39.06
 03 X38.5 Z-40.62 R0.28
 01 Z-40.38
 OO X46.O
 N9(TURNINO)
 (FINISH OROOVE: OUTER) 097 S600
 Z-41.0
 01 X39.06
 03 X38.3 Z-40.62 R0.38 F0.05 OO X46.O
 Z-40.0
 01 X39.06
 02 X38.3 Z-40.38 R0.38
 14.651 01 X39.03
 X37.85 Z-14.992
 OO X45.05
 02 X38.3 Z-21.88 R0.38

 (FINISH OROOVE: OUTER) 097 S600
 Z-145.0 01 X38.76

NI O(TURNINO)
 (ROUOH OROOVE: OUTER) 097
 S560 Z-64.1 X46.O
 01 X39.06 OO X46.O
 Z-64.9
 01 X39.06 OO X46.O
 Z-64.1
 01 X39.06
 02 X38.5 Z-64.38 R0.28 F0.05 OO
 X46.O
 Z-64.9
 01 X39.06
 03 X38.5 Z-64.62 R0.28
 01 Z-64.38
 OO X46.O
 NI 1 (TURNIN O)
 (FINISH OROOVE: OUTER) 097
 S600
 Z-65.0
 01 X39.06
 03 X38.3 Z-64.62 R0.38 F0.05 OO
 X46.O
 Z-64.0
 01 X39.06
 02 X38.3 Z-64.38 R0.38
 01 Z-64.62
 OO X60.96
 N12(TURNINO)
 (ROUOH OROOVE: OUTER) 097
 S560
 Z-144.1 X48.O
 01 X38.76 OO X48.O
 Z-144.9 01 X38.76 OO X48.O
 Z-144.1 01 X38.76
 02 X38.2 Z-144.38 R0.28 F0.05 OO
 X48.O
 Z-144.9
 01 X38.76
 03 X38.2 Z-144.62 R0.28 01 Z-
 144.38
 OO X48.O
 NI3(TURNINO)
 M1 (opt.stop)
 NI6(TURNING)
 (COUNTERBORE)
 03 X38.O Z-144.62 R0.38 F0.05
 OO X48.O
 Z-144.0
 01 X38.76
 02 X38.O Z-144.38 R0.38
 01 Z-144.62
 OO X60.96
 M9(cool.stop)
 028 UO (X go home)
 028 WO (Z go home)
 M1 (opt.stop)
 N14(TURNINO)
 (THREAD: OUTER)
 OO 040 054 080 099
 028 UO (X go home)
 028 WO (Z go home)
 T0404(0D _ UN _ SW)
 097 S250 M3
 OO Z6.663
 X44.427 M8(Cool.ON)
 076 PO10060 Q1 14
 076 X37.325 Z-15.0 P974 Q1 14 F1.5 M9(
 cool. stop)
 028 UO (X go home)
 028 WO (Z go home)
 M1 (opt.stop)
 N15(TURNINO)
 (DRILL)
 OO 040 054 080 099
 028 UO (X go home)
 028 WO (Z go home)
 T0505(TD _ M2000:T)
 097 S300 M3
 OO Z3.O
 XO. M8(Cool.ON)
 083 XO Z-95.009 Q20000 F0.14 080
 OO(Cycle Stop)
 M9(cool.stop)
 028 UO (X go home)
 028 WO (Z go home)
 G76 X22.007 Z-19.0 P974 Q97 F1.5
 (cool.stop)
 M05(SP.STOP)

G0 G40 G54 G80 G99
 G28 U0 (X go home)
 G28 W0 (Z go home)
 TO606(ЦИЛ.3ЕHK._ 093 7 5)
 G97 S500 M3
 G0 Z3.O
 XO. M8(Cool.ON)
 G1 Z-10.35 F0.03
 G4 X2.
 G0 Z3.O
 M9(cool.stop)
 G28 U0 (X go home)
 G28 W0 (Z go home)
 M1 (opt.stop)
 N1 7(TURNING)
 (CHAMFER)
 G0 G40 G54 G80 G99
 G28 U0 (X go home)
 G28 W0 (Z go home)
 TO707(KOH.3EHKEP90:M3800)
 G97 S500 M3
 G0 Z3.O
 XO. M8(Cool.ON)
 G1 Z-12.9
 G4 X2.
 G0 Z3.O
 M9(cool.stop)
 G28 U0 (X go home)
 G28 W0 (Z go home)
 M1 (opt.stop)
 N18(TURNING)
 (THREAD: INNER)
 G0 G40 G54 G80 G99
 G28 U0 (X go home)
 G28 W0 (Z go home)
 T0808(SNR00 1 6M1 6/1
 6NRAG60,CP500) G97 S250 M3
 G0 Z6.663
 X14.193 M8(Cool.ON)
 G76 PO10060 Q97
 G28 HO.
 G97 S485 M13
 G0 C0.
 Z-79.0
 X105.O M8(Cool.ON)

G28 U0 (X go home)
 G28 W0 (Z go home)
 M1 (opt.stop)
 N19(X-AXIS ROTARY TOOL)
 (SPOTDHJLL)
 G0 G40 G55 G80 G98
 G28 U0 (X go home)
 G28 W0 (Z go home)
 TO909(ЦЕHTP _M16OO-0630-ПOBOP.
 X) M45(C-axis On)
 G28 HO.
 G97 S473 M13
 G0 C0.
 Z-79.0
 X105.O M8(Cool.ON)
 X46.O
 G87 X24.109 R0. F27. M68
 G80 G0(Cycle Stop)
 X105.O
 N20(X-AXIS ROTARY TOOL)
 (SPOTDRILL)
 G0 CO.
 Z-37.0
 X105.O
 X48.O
 G87 X26.109 R0. F27. M68
 G80 G0(Cycle Stop)
 X105.O
 M9(cool.stop)
 M46(C-axis 0ft)
 G28 U0 (X go home)
 G28 W0 (Z go home)
 M1 (opt.stop)
 N21(X-AXIS ROTARY TOOL)
 (DRILL)
 G0 G40 G55 G80 G98
 G28 U0 (X go home)
 G28 W0 (Z go home)
 T1010(TD_MO800:T-ПOBOP. X)
 M45(C-axis On)
 CIO.793
 X-65.081 C13.071 X-26.141 C32.541 X-
 21.586 C41.041 X21.586 X26.141
 C32.541 X65.081 C13.071 X82.082
 C10.793 C-10.793

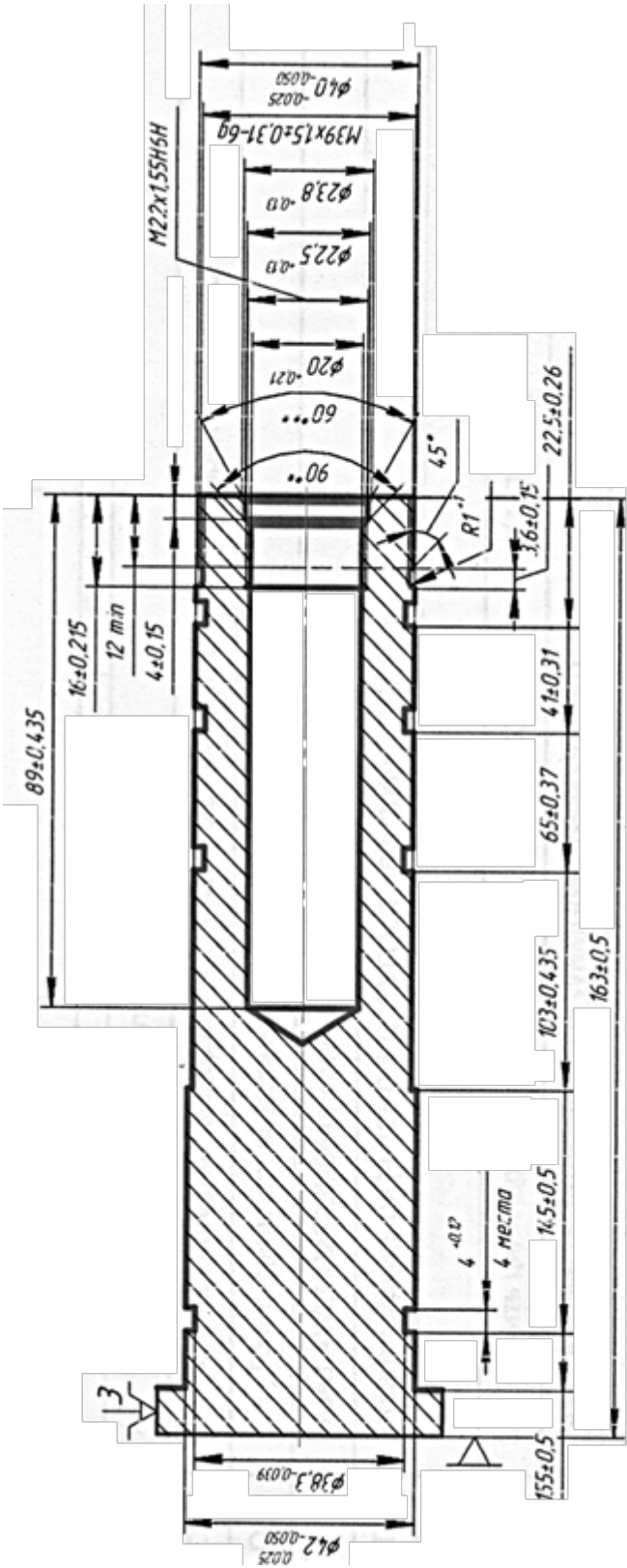
X46.O	Z-26.667 F1 16. X65.081 C-13.071 F200.
G87 X-46.807 R0. Q8000 F27. M68	X26.141 C-32.541 X21.586 C-41.041
G80 G0(Cycle Stop)	X-21.586
X105.O	X-26.141 C-32.541 X-65.081 C-13.071 X-
N22(X-AXIS ROTARY TOOL)	82.082 C-10.793
(DRILL)	C10.793
G0 CO.	X-65.081 C13.071 X-26.141 C32.541 X-
Z-37.0	21. 5 8 6 C41 . 041 X21.586 X26.141
X105.O	C32.541 X65.081 C13.071 X82.082
X48.O	C10.793
G87 X-48.807 R0. Q8000 F27. M68	C-10.793
G80 G0(Cycle Stop)	Z-40.0 F1 16.
X105.O	X65.081 C-13.071 F200. X26.141 C-
M9(cool.stop)	32.541 X21.586 C-41.041
M46(C-axis Off)	X-21.586 X-26.141 C-32.541 X-65.081 C-
G28 U0 (X go home)	13.071 X-82.082 C-10.793 C10.793
G28 W0 (Z go home)	X-65.081 C13.071 X-26.141 C32.541 X-
MI (opt.stop)	21.586 C41.041 X21.586
N23(Z-AXIS ROTARY TOOL)	X26.141 C32.541 X65.081 C13.071
(ROUGH SIDE)	X82.082 C10.793
GO G40 G55 G80 G98	N24(Z-AXIS ROTARY TOOL) (FINISH
G28 U0 (X go home)	SIDE)
G28 W0 (Z go home)	G97 S1819
T1 11 l(S55-D16XD16X100L 4Z-	XS0.314 C-9.909
П0BOP. Z) M45(C-axis On)	X63.314 C-12.187 X24.374C-31.657
G28 HO.	X19.818 C-40.157
G97 S909 M13	X-19.818
GO Z25.0 CO.	X-24.374 C-31.657
X84.873 M8(Cool.ON)	X-63.314 C-12.187
Gl2.l(Polar ON)	X-80.314 C-9.909 X-63.314 C12.187 X-
Gl X82.082 C-10.793 F1000.	24.374C31.657 X-19.818 C40.157
Z3.0	X19.818 X24.374C31.657 X63.314
Z-13.333 F1 16. X65.081 C-13.071	C12.187 XS0.314 C9.909 Z25.0 F1000.
F200. X26.141 C-32.541 X21.586 C-	Gl3.l(Polar OFF) M46(C-axis Off) M9(
41.041	cool.stop)
X-21.586	
X-26.141 C-32.541 X-65.081 C-	
13.071 X-82.082 C-10.79	
M46(C-axis Off) M05(SP.STOP) G28	M9(cool.stop)
UO (X go home) G28 W0 (Z go	G28 U0 (X go home)
home)	G28 W0 (Z go home)
MI (opt.stop)	MI (opt.stop)
N25(TURNING)	N28(TURNING)
(SPOTDRILL)	(CHAMFER)
GO G40 G55 G80 G99	GO G40 G55 GSO G99

G28 U0 (X go horne)
 G28 W0 (Z go horne)
 T1212(ЦЕИТТP_M3150-1250) G97
 S226 M3
 G0 Z3.O
 XO. M8(Cool.O:l'-.т)
 G1 Z-16.5 F0.12
 G0 Z3.O
 M9(cool. stop)
 G28 U0 (X go horne) G28 W0 (Z go
 horne) M1 (opt.stop)
 N26(TURNING)
 (DRILL)
 G0 G40 G55 G80 G99
 G28 U0 (X go horne)
 G28 W0 (Z go horne)
 T0505(TD _ M2000 :T)
 G97 S3OOM3
 GO Z3.O
 XO. M8(Cool.ON)
 G83 XO Z-49.009 Q20000 F0.14 G80
 G0(Cycle Stop)
 M9(cool. stop)
 G28 U0 (X go horne) G28 WO (Z go
 horne) M1 (opt.stop)
 N27(TURNING)
 (COUNTERBORE)
 G0 G40 G55 G80 G99 G28 U0 (X go
 horne)
 G28 W0 (Z go horne)
 TO606(ЦИЛ.3ЕHK. _ 09375) G97
 S500M3
 G0 Z3.O
 XO. M8(Cool.ON)
 G1 Z-10.35 F0.03
 G4X2.
 G0 Z3.O

G28 U0 (X go horne)
 G28 W0 (Z go horne)
 TO707(KOH.3EHKEP90:M3800) G97
 S500M3
 GO Z3.O
 XO. M8(Cool.ON)
 G1 Z-12.9
 G4X2.
 GO Z3.O
 M9(cool. stop)
 G28 U0 (X go horne) G28 W0 (Z go
 horne) M1 (opt.stop)
 N29(TURNING)
 (THREAD: INNER)
 G0 G40 G55 G80 G99
 G28 U0 (X go horne)
 G28 W0 (Z go horne)
 T0808(SNR0016M16/16NRAG60,CP500)
 G97 S250 M3
 G0 Z6.663
 X14.193 M8(Cool.ON)
 G76 PO10060 Q97
 G76 X22.007 Z-19.0 P974 Q97 F1.5 M9(
 cool.stop)
 M05(SP.STOP) G28 U0 (X go horne) G28
 W0 (Z go horne)
 M30
 %

[illegible]

ГОСТ 3.1105-84										Форма 7	
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
				Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Листов	Лист	
Разраб.				УДУНТ			6.131.210956.ТП				
Проверил				Заглушка							
Согласов.											
Т. контр.											
Н. Контр.											015



ГОСТ 3.1404-86										Форма 2	
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Листов	Лист										
Разраб.											
Проверил											
Согласов.											
Т. контр.											
Н. контр											
Наименование операции		УДУНТ		6.131.210956.ТП						025	
Вертикально-фрезерна		Д16ТКР		Твёрдость		ЕВ		МД		КОИД	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т о		Т в		Т пз		1	
Вертикально-фрезерный верстат 6Н13П		—						-		СОЖ	
Р		ПИ		Д или В		L		t		i	
O01	1. Встановити заготовку та закріпити									S	
T02	Лещата призматичні									n	
03										V	
O04	2. Фрезерувати два отвори, витримуючи D=2 ^{0.15} на L=40 попередньо										
T05	фреза твердосплавна S55-d16xD16x100L										
T06	Штангенциркуль з цифровою індикацією IP тип ІШЦЦ-1-0,01 (0-150)										
P07										1	
T08										0,15	
P09										1500	
O10										33,44	
T11											
12											
P13											
14											
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА										

