

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталій ІВАНОВ

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»

(бакалавр/магістр)

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(код та назва)

освітньо-професійної програми «Технології машинобудування»

(освітньо-професійної/освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: Проєктування технологічного процесу виготовлення корпусу  
підшипника 1.1640-2.326.02

Здобувача (ки) групи ТМ-01/1

(шифр групи)

Ніколаї Ярослава Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Ярослав НІКОЛАЇ

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

Старший викладач кафедри ТМВІ Віталій

КОЛЕСНИК

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Нормоконтролер

доцент, к.т.н., доцент, Іван ДЕГТЯРЬОВ

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Суми – 2024

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ**  
**«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет	<u>TeSET</u>
Кафедра	<u>технології машинобудування, верстатів та інструментів</u>
Освітньо-науковий рівень	<u>перший (бакалаврський)</u> (назва)
Спеціальність	<u>131 «Прикладна механіка»</u> (шифр і назва)
Освітня програма	<u>«Технології машинобудування»</u> (назва освітньої програми, за наявності)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів та  
інструментів

\_\_\_\_\_ *Віталій ІВАНОВ*

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ**  
**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЄКТУ) ЗДОБУВАЧА**

Ніколаї Ярослава Дмитровича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу підшипника 1.1640-2.326.02

керівник проєкту Колесник Віталій Олександрович, старший викладач кафедри ТМВІ  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 29 . 04 . 2024 року № 0454-VI

2. Строк подання студентом роботи (проєкту) 10 . 06 . 2024 року

3. Вихідні дані до роботи (проєкту)

3.1 Робоче креслення деталі «корпус підшипника 1.1640-2.326.02».

3.2 Базовий технологічний процес виготовлення корпусу підшипника 1.1640-2.326.02

3.3 Річний обсяг випуску деталей – 250 шт.

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми організації робіт

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання вихідної заготовки, розроблення технічних вимог на її виготовлення

4.6 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою для установки заготовки

4.8 Інженерне дослідження

5. Зміст графічної частини (перелік креслень, які потрібно розробити)

5.1 Креслення заготовки

5.2 Креслення маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі

5.3 Креслення операційного налагодження

5.4 Креслення верстатного пристрою для встановлення заготовки

6. Інша конструкторська та технологічна документація

Комплект документів на технологічний процес виготовлення деталі

«корпус підшипника 1.1640-2.326.02»

5. Консультанти розділів роботи (проєкту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання «06» травня 2024 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	18.05.2024	
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	20.05.2024	
3	Оформлення пояснювальної записки	25.05.2024	
4	Оформлення комплексу технологічної документації	30.05.2024	
5	Оформлення креслень та презентації	10.06.2024	

Здобувач

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Ярослав НІКОЛАЇ**

\_\_\_\_\_ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівники роботи (проєкту)

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Віталій КОЛЕСНИК**

\_\_\_\_\_ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Сумський державний університет**

**Факультет технічних систем та енергоефективних технологій**

(повна назва інституту/факультету)

**Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів**

(повна назва кафедри)

Завідувачу кафедри

**Віталію ІВАНОВУ**

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

здобувача (ки) групи **ТМ-01/1**

(шифр групи)

**Ярослава НІКОЛАЇ**

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

**ЗАЯВА**

Прошу затвердити мені тему кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня **«бакалавр»** зі спеціальності **131 «Прикладна механіка»**

(бакалавр/магістр)

(код та назва)

**освітньо-професійної** програми **«Технології машинобудування» :**

(освітньо-професійної/освітньо-наукової)

(назва програми)

**Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу підшипника**

**1.1640-2.326.02**

(назва теми)

(дата та підпис здобувача)

**ПОГОДЖЕНО:**

Керівник кваліфікаційної роботи:

**Віталій КОЛЕСНИК**

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Записка: 87 с., 14 рис., 20 табл., 16 літературних джерел.

**Об'єкт роботи** – деталь Корпус підшипника 1.1640-2.326.02, який входить до складу муфти МЦК-1-4 1.1640-2.326.00СБ. Цей вузол входить до складу центрифуги 1/2ФГП-631К-01.

**Мета роботи** – проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус підшипника 1.1640-2.326.02».

В дипломній роботі проведено аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі. Проаналізовано технічні вимоги на виготовлення деталі. Було визначено тип виробництва – дрібносерійний та умови організації праці. Вибрано спосіб одержання заготовки – литтям під тиском.

На прикладі двох механічних операцій: операції 070 токарної із ЧПК, та операції 090 вертикально – свердлильна із ЧПК було проаналізовано існуючий технологічний процес виготовлення деталі, а саме: обґрунтовано вибір схеми базування і закріплення заготовки, вибір ріжучого та вимірювального інструмента, верстатного пристрою, металорізального обладнання. Виконано розрахунок режимів різання для даних операцій та їх технічне нормування.

У графічній частині роботи виконано креслення заготовки, маршрутного технологічного процесу механічної обробки заготовки, верстатного пристрою і операційної наладки на операцію 090 вертикально – свердлильної із ЧПК. Представлено комплект технологічної документації на картах КТП.

Розглянуто причини забруднення і характер впливу повітря робочої зони на працівників.

КОРПУС ПІДШИПНИКА, МУФТА, ЦЕНТРИФУГА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ

## Зміст

Вступ.....	7
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	8
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....	14
3 Визначення типу виробництва та форми його організації .....	17
5 Вибір способу одержання заготовки.....	26
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу.....	32
6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь .....	32
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки .....	39
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів .....	44
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	46
6.5 Розрахунки режимів різання .....	47
6.6 Технічне нормування операцій.....	52
7 Проектування верстатного пристрою .....	55
Висновки .....	68
Список використаної літератури .....	69
Додаток А – Креслення деталі «корпус підшипника 1.1640-2.326.02» .....	72
Додаток Б – Креслення вузла «муфта МЦК-1-4 1.1640-2.326.00СБ».....	72
Додаток В – Креслення виробу «центрифуга 1/2ФГП-631К-01».....	73
Додаток Г – Технологічний процес виготовлення деталі «корпус підшипника 1.1640-2.326.02».....	75
Додаток Д – Креслення операційного налагодження на операцію 070.....	83
Додаток Ж – Креслення операційного налагодження на операцію 090.....	84
Додаток И – Операційна карта на операцію 070.....	84
Додаток К – Карта ескізів на операцію 070.....	87
Додаток Л – Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	88

					ТМ 20510054-00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разраб.		Ніколаї Я.Д.			Літ.	Арк.	Аркушів
Провер.		Колесник В.О.				6	87
Реценз.					СумДУ, ТМ-01/1		
Н. Контр.							
Утверд.							
					Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Корпус підшипника 1.1640-2.326.02»		

## ВСТУП

Промисловість є однією з ключових сфер економіки, тісно пов'язаною з науково-технічним прогресом і визначальною для розвитку суспільства. Це сукупність матеріального виробництва, яка включає підприємства (фабрики, заводи, електростанції, шахти, рудники тощо), що виготовляють знаряддя праці та іншу продукцію для самої промисловості та для інших галузей господарства, а також займаються видобутком сировини, виробництвом палива, енергії, лісозаготівлею, обробкою і переробкою продукції.

Україна відзначається високим рівнем розвитку виробництва та застосування центробіжного обладнання в різних галузях. Центрифуги, що входять до повного технологічного циклу, знаходять своє застосування у виробництві харчової, фармацевтичної та хімічної промисловості.

На виробництвах України активно використовують центрифуги для створення продуктів вищої якості та вдосконалення технологічних процесів у сфері харчової промисловості. Центрифугальні технології забезпечують високий ступінь очищення різноманітних продуктів, відокремлюючи компоненти за їх фізичними властивостями.

У фармацевтичній галузі центрифуги використовуються для розділення та очищення різних фармацевтичних речовин, сприяючи покращенню ефективності та стабільності процесів виробництва лікарських засобів.

Також центрифуги застосовуються в хімічній промисловості для проведення реакцій розділення та концентрації хімічних речовин, що значно підвищує якість продукції та оптимізацію технологічних процесів.

Завдяки високотехнологічному використанню центрифуг в Україні, дана галузь має потенціал для подальшого розвитку та зростання виробництва, сприяючи впровадженню сучасних технологій та підвищенню конкурентоспроможності на міжнародному ринку.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

# 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.

Деталь «Корпус підшипника 1.1640-2.326.02» відноситься до класу деталей типу «Корпуси», які характеризуються тим, що призначені для встановлення в них підшипників кочення. Деталь являє собою корпус, габаритні розміри якого становлять Ø148 x 41 мм

Деталь «Корпус підшипника 1.1640-2.326.02» входить до Муфти МЦК-1-4 1.1640-2.326.00СБ (рис 1.1). Цей вузол входить до складу Центрифуги 1/2ФГП-631К-01 (рис 1.2).

Деталь "Корпус підшипника" призначена для утримання і захисту підшипника. Підшипник, у свою чергу, є елементом, який дозволяє одному рухомому елементу обертатися відносно іншого, забезпечуючи плавний рух і передавання навантаження.

Корпус слугує захисним кожухом, який оберігає підшипник від зовнішніх впливів, таких як пил, волога, хімічні речовини та інші агресивні середовища. Корпус фіксує підшипник у визначеному положенні і забезпечує правильне позиціонування в системі. Корпуси підшипників часто мають конструкційні особливості, які дозволяють прискорити монтаж та демонтаж з механізму або конструкції. Корпус може виконувати роль опори для інших елементів машини, допомагаючи передавати навантаження від підшипника до інших частин системи.

Муфта служить для передачі обертального руху від приводу (електродвигуна) до центробіжного барабану центрифуги. Використовується для регулювання швидкості обертання центрифуги. Це важливо для забезпечення оптимальних умов обробки матеріалів або реагентів в залежності від потреб виробничого процесу. Муфта має вбудовані механізми для захисту від перевантаження, що дозволяє уникнути пошкодження обладнання в разі надмірного навантаження чи виникнення інших проблем у процесі роботи. Також муфта відповідає за плавний пуск та зупинку центрифуги, що сприяє подовженню

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



терміну служби обладнання та зменшенню механічних ударів під час зміни режимів роботи.

Узагальнено, муфта слугує для забезпечення стабільності та ефективності роботи обладнання, а також для захисту від можливих поломок та пошкоджень.

Для забезпечення нормальної роботи, необхідно забезпечити щільність і герметичність складальних стиків вузла за рахунок відповідної точності форми і розташування поверхонь, так само якості поверхонь (відповідної шорсткості) складальних одиниць вузла.

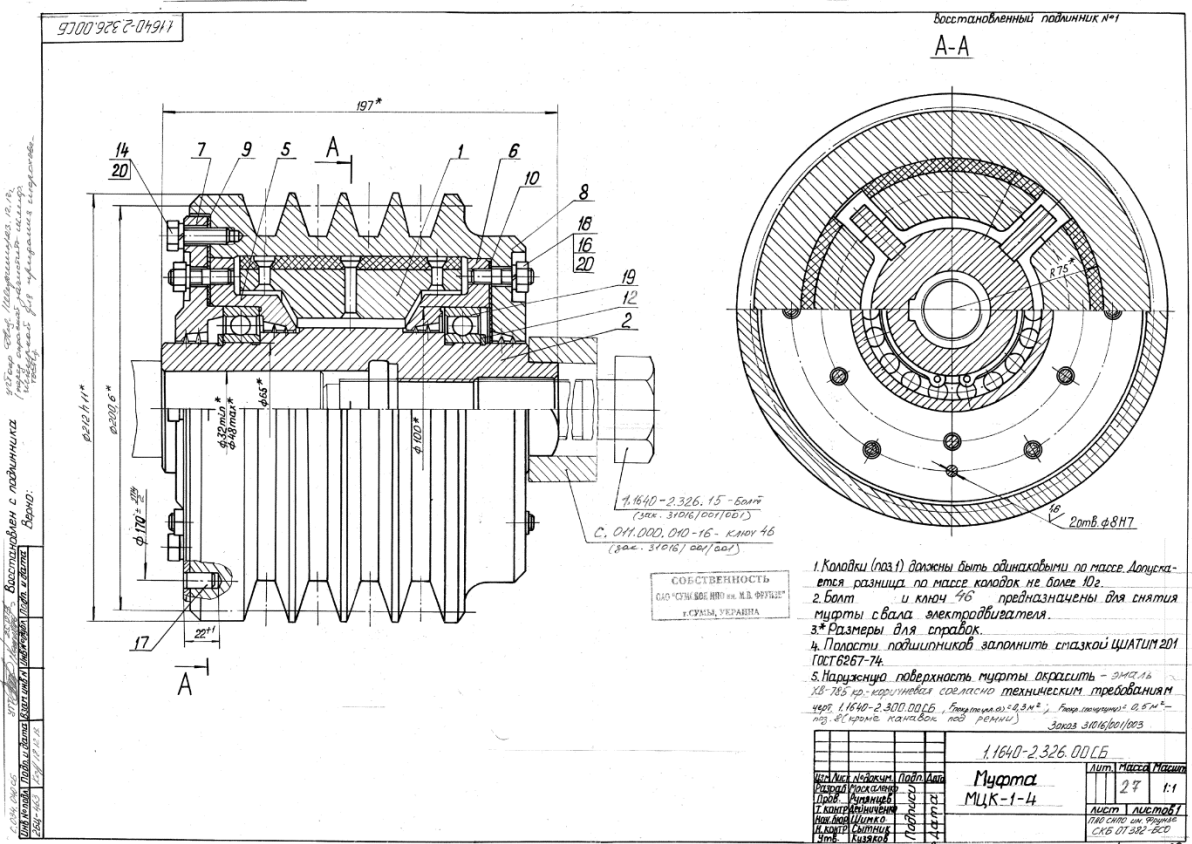


Рисунок 1.1 – Будова вузла “Муфта МЦК-1-4 1.1640-2.326.00СБ”

Центрифуга – це пристрій, який використовує обертальні рухи для розділення компонентів різних щільностей в рідині або газі. Приклади застосування центрифуг:

1. За допомогою центробіжної сили відбувається відокремлення різних компонентів рідини чи газу. Зазвичай це застосовується для фільтрації твердих часток від рідини або для розділення компонентів різної щільності.

2. Центрифуга може використовуватися для концентрації певних речовин, які мають різну щільність. В лабораторних дослідженнях або в промислових процесах такий підхід застосовують для отримання висококонцентрованих продуктів.

3. В деяких випадках центрифуга використовується для видобутку певних елементів, таких як білки, ДНК або інші речовини, з рідини чи біологічного матеріалу.

4. В лабораторіях центрифуги використовуються для проведення різноманітних досліджень та тестів. Вони можуть допомагати вивченню фізичних та хімічних властивостей різних речовин.

5. Центрифуги використовуються для очищення води від твердих часток, бактерій та інших домішок. Це важливо в промисловості, комунальному господарстві та водопостачанні.

Розглянувши основні особливості застосування центрифуг, можна визначити, що центрифуга виконує ключові функції для ефективного розділення компонентів у рідині чи газі. Робочий принцип цього пристрою базується на використанні центробіжної сили, яка виникає в результаті обертального руху.

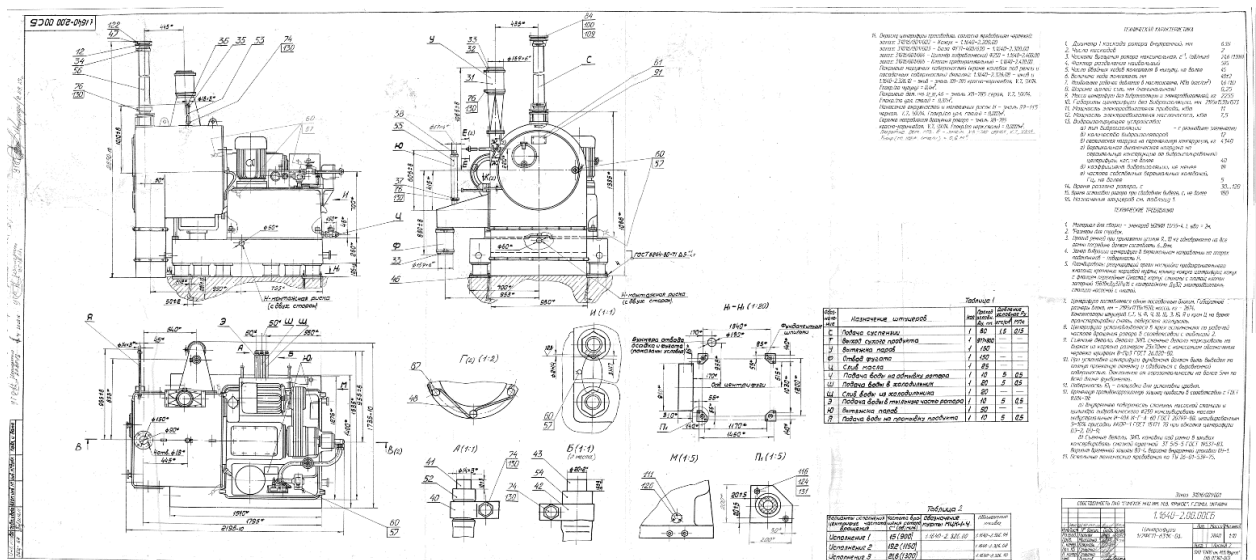


Рисунок 1.2 – Центрифуга 1/2ФГП-631К-01

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 20510054-00 ПЗ

Лист
10

Службове призначення деталі «Корпус підшипника 1.1640-2.326.02».

На деталі «Корпус підшипника 1.1640-2.326.02» можна виділити такі поверхні (рис 1.3).

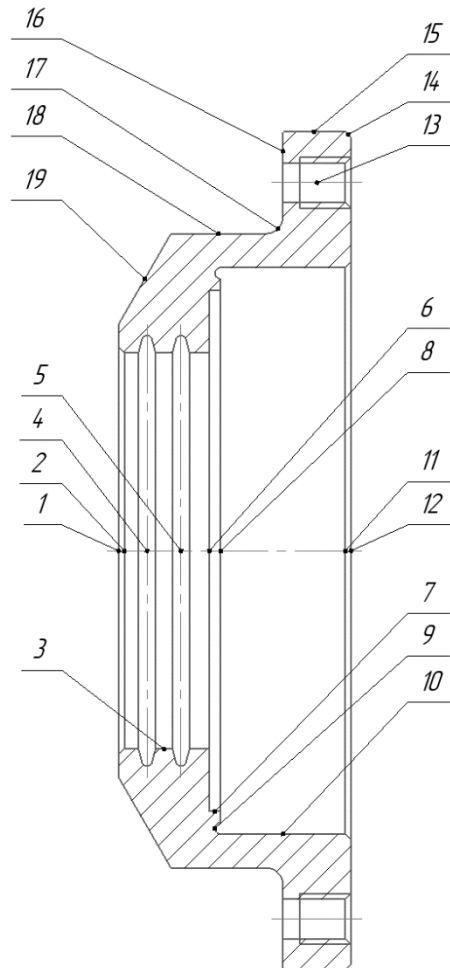


Рисунок 1.3 – Поверхні деталі «Корпус підшипника 1.1640-2.326.02»

Розглянемо службове призначення кожної поверхні деталі.

- основні конструкторські (поверхні, по яких деталь базується у вузлі) – 12,13;
- допоміжні конструкторські (поверхні, по яких базуються інші деталі по відношенню до даної) – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 14;
- виконавчі (поверхні, завдяки яким деталь виконує своє функціональне призначення) – 10;

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- вільні поверхні (служать для створення конфігурації , посилення конструкції деталі, технологічно/конструктивні елементи) – 16, 17, 18, 19.

Розглядаючи «Корпус підшипника» у вузлі можна стверджувати, що деталь позбавлена шести ступенів вільності, рисунок 1.4, таблиця 1.2 та 1.3.

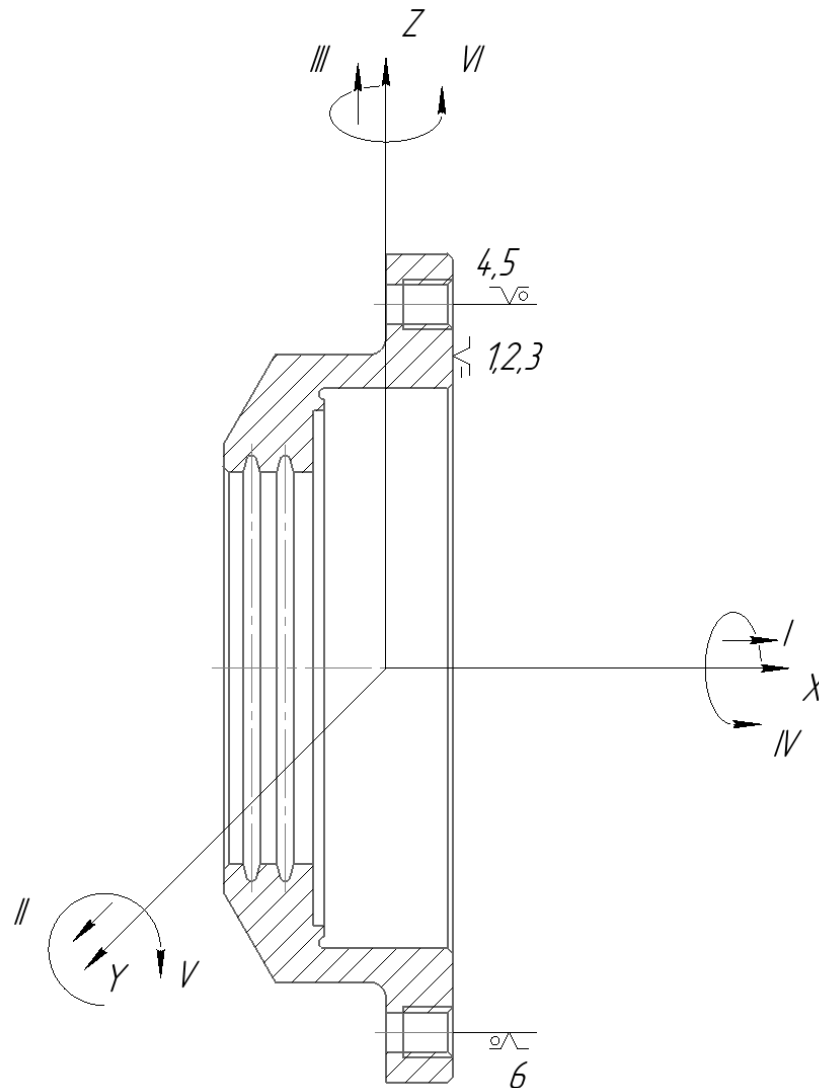


Рисунок 1.4 – Базування деталі в вузлі

Таблиця 1.1 - Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	Назви баз
1,2,3	III, IV, V	Встановлювальна
4,5	I, II	Подвійна опорна
6	VI	Опорна

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблиця 1.2 – Матриця зв'язків

X,y,z/l, $\alpha$	X	Y	Z	Назви баз
l	0	0	1	Встановлювальна
$\alpha$	1	1	0	
l	1	1	0	Подвійна опорна
$\alpha$	0	0	0	
l	0	0	0	Опорна
$\alpha$	0	0	1	

Проаналізувавши матриці можна сказати про те, що деталь в вузлі буде позбавлена шести степенів вільності,  $\Sigma = 3 + 2 + 1 = 6$  степенів.

Таблиця 1.3 – Характеристика поверхонь деталі «Корпус підшипника»

Номер поверхні	Опис поверхні
10	Циліндрична внутрішня поверхня яка виконує функціональне призначення утримання підшипника. Ra = 1,6 мкм.
16, 17, 18, 19	Вільні поверхні.
1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 14, 15	Торець деталі, слугує для базування інших деталей, Ra = 6,3 мкм. Для поверхонь 8, 15 Ra = 1,6 мкм. ДКБ.
3	Циліндрична поверхня, ОКБ, по даній поверхні базується підшипник, Ra = 3,2 мкм.
13	Отвір М8-7Н для базування деталі у вузлі, Ra = 3,2 мкм, ОКБ
7, 9	Внутрішня циліндрична поверхня, слугує для базування інших деталей. ДКБ, Ra = 50 мкм

Поверхні 16, 17, 18, 19 є вільними, і відповідно технічним вимогам на деталь допуски на дану категорію розмірів призначаються за 14 квалітету точності (ГОСТ 25346-82) та виконані з шорсткістю Ra = 50 мкм.

Висновок: Розглянута центрифуга призначена для ефективного розділення компонентів у рідині чи газі. Корпус підшипника входить до складу муфти та необхідний для захисту підшипника.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		13

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технічні вимоги (умови) на виготовлення деталі визначаються її службовим призначенням. На основі аналізу робочого креслення можна сказати, що наявних проєкцій і перетинів достатньо, вони правильно розміщені згідно існуючих стандартів, на всіх поверхнях вказані вихідні дані: розміри, їх точність і шорсткість, проставлені потрібні технічні вимоги на виготовлення деталі.

Креслення виконане згідно ЕСКД і повністю відповідає чинним стандартам: ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень»; ГОСТ 2.305-68 «Зображені види, розміри, перерізи»; ГОСТ 2.307-68 «Нанесення розмірів і граничних відхилень»; ГОСТ 2.309-73 «Шорсткість поверхні. Параметри, характеристики і позначення»; ГОСТ 24643-81 «Допуски норми і розташування поверхонь. Числові значення».

Деталь «Корпус підшипника» є типовим представником деталей типу корпуси підшипників, виготовляється зі сталі 35 ГОСТ 1050-88;

Відповідно до ГОСТ 1050-88 хімічний склад, механічні та фізичні властивості представлені в таблиці 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 35, у відсотках

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,32 – 0,4	0.17-0.37	0.5-0.8	до 0.30	до 0.035	до 0.030	до 0.25	до 0.30	до 0.08

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 35 ГОСТ 5632-72

Сортамент	Напр.	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta_5$	$\Psi$	КСУ
		МПа	МПа	%	%	кДж/м <sup>2</sup>
Поковки	Прод.	315	530	20	45	

Аналізуючи деталь по застосованому матеріалу необхідно відзначити, що сталь 35 легко обробляється різними методами, такими як гаряча і холодна обробка, що полегшує її формування в деталі різної конфігурації. За рахунок своєї міцності сталь 35 демонструє високу зносостійкість в певних умовах експлуатації. В

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						14

порівнянні з деякими високоміцними сталями, сталь 35 може мати обмежені механічні властивості, що обмежує її застосування в конструкціях критичного значення. Сталь 35 вразлива до корозії, особливо в агресивних середовищах. У порівнянні з низьколегованими чи звичайними вуглецевими сталями, сталь 35 може бути конкурентоспроможною з точки зору вартості та забезпечувати задовільну міцність для багатьох загальних застосувань.

Застосування більш дорогого матеріалу (з кращими показниками механічних властивостей) не доцільно, тому що це неминуче призведе до збільшення собівартості деталі, а відповідно вузла. Основним фактором руйнування матеріалу для деталей такого типу є знакозмінні навантаження, вібрації, тому використаний матеріал (з відповідними механічними властивостями) є обґрунтованим для даних умов експлуатації. Застосування більш дешевого матеріалу не доцільно, тому що це неминуче призведе до зниження механічних і фізичних властивостей матеріалу, а отже буде більша ймовірність деформації робочих поверхонь деталі, утворення тріщин та руйнування деталі.

Аналізуючи деталь за точністю та якістю поверхонь можемо зробити висновок, що її функціональне призначення має пряме відношення до якості базових поверхонь, котрі сприймають навантаження або ж є безпосередньо виконавчими поверхнями.

Аналіз додаткових технічних вимог, що пред'являються конструктором до деталі «Корпус підшипника»:

- 1) Не вказані зовнішні радіуси скруглення під час лиття R2 мм.
- 2) Не вказані на кресленні деталі граничні відхилення розмірів оброблюваних поверхонь по ГОСТ 100022-80, що відповідає ГОСТ 25670-83.
- 3) Маркувати та клеймувати по ОПИ 63-06, призначений для ідентифікації деталі.
- 4)\*- Розмір для довідок;
- 5)\*\*- Розмір забезпечується інструментом.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

У підсумку аналізу креслення деталі, технічних вимог пред'явлених конструктором можемо зробити висновок що до деталі пред'явлені досить високі вимоги як по точності, якості так і допусків форми та розміщення поверхонь.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{з.о.}$ , який показує відношення всіх різноманітних технологічних операцій, виконуваних на протязі місяця до кількості робочих місць.

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P}, \quad (3.1)$$

де  $\Sigma O$  – сумарне число різноманітних операцій;

$\Sigma P$  – число робітників виконуючих ці операції.

Визначення штучно-калькуляційного  $T_{ш-к}$  на всіх операціях.

Штучно-калькуляційний час беремо з базового технологічного процесу. Данні заносимо до таблиці 3.1.

Розрахункова кількість верстатів по операціям знаходимо за формулою:

$$m_p = \frac{N_{річ} * T_{ш-к}}{60 * F_d * \eta_{з.н.ср}}, \quad (3.2)$$

де  $N_{річ.}$  – річна програма випуску деталей, 250 шт;

$F_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання,  $F_d = 4029$  год;

$\eta_{з.н.ср}$  – середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання. Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання:

$$m_p = \frac{250 * 65,4}{60 * 4029 * 0,8} = 0,07 \text{ шт.}$$

Число робочих місць  $P$  знаходимо шляхом округлення до ближнього цілого числа отриманого значення  $m_p$ :  $P = 1$ . Результати розрахунків для всіх інших механічних операцій приведені в таблиці 3.1.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання робочого місця знаходиться за формулою:

$$n_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{з.ф} = \frac{0,07}{1} = 0,07$$

Результати розрахунків для інших механічних операцій представимо в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ операції	Найменування операції	T <sub>ш-к</sub> , хв	m <sub>p</sub> , шт.	P, шт.	η <sub>з.ф.</sub>	O
015	Фрезерна	65,4	0,07	1	0,07	11
020	Токарна з ЧПК	48,5	0,05	1	0,05	16
030	Фрезерна з ЧПК	39,5	0,04	1	0,04	20
045	Токарна з ЧПК	41,5	0,05	1	0,05	16
055	Координатно-свердлильна	6,74	0,03	1	0,03	27
		272,8	-	5	-	

Кількість операцій виконуваних на робочому місці:

$$O = \frac{\eta_{з.н.ср.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,8}{0,07} = 11$$

Результати розрахунків для інших операцій заносимо до таблиці 3.1.

Знаходимо ΣP, ΣO, ΣT<sub>ш-к</sub>, результати розрахунків заносимо до таблиці 3.1.

Коефіцієнт закріплення операцій знаходимо по формулі:

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

$$K_{3.0.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} = \frac{248}{9} = 27,5$$

Розраховане значення коефіцієнта ( $20 < K_{3.0.} < 40$ ) відповідає дрібносерійному типу виробництва.

Визначення форми організації виробництва.

Добовий випуск деталей:

$$N_{\text{доб.}} = \frac{N_{\text{річ.}}}{C}, \quad (3.5)$$

де  $C$  – кількість робочих днів у році,  $C = 254$  дня.

$$N_{\text{доб.}} = \frac{250}{254} = 0,98 \text{ шт/день}$$

Добовий фонд часу роботи обладнання:

$$F_{\text{доб.}} = \frac{60 * F_{\text{д.}}}{254}, \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб.}} = \frac{60 * 4029}{254} = 951,73 \text{ хв.}$$

Середня трудомісткість механічних операцій:

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$T_{\text{ср.}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \quad (3.7)$$

де  $n$  – число механічних операцій,  $n=5$ ;

$$T_{\text{ср.}} = \frac{272,8}{9} = 30,3 \text{ хв.}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховується:

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{F_{\text{доб.}}}{T_{\text{ср.}}} * 0,6, \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{951,73}{30,3} * 0,6 = 18,8 \text{ шт.}$$

При порівнянні  $N_{\text{доб}} = 0,78 < Q_{\text{доб.}} = 18,8$  бачимо, що добовий випуск деталей менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 60%, тобто використання одно номенклатурної потокової лінії недоцільно, тому приймаємо групову форму організації праці.

Групове виробництво - це форма організації виробничих процесів, що дає можливість забезпечувати пропорційність, безперервність, прямоочність і ритмічність одиничного, дрібно - і середньосерійного виробництва за рахунок застосування методів і засобів, властивих великосерійному і масовому виробництву.

Коротка характеристика обраного типу виробництва.

При дрібносерійному виробництві продукцію виготовляють партіями або дрібними серіями, що складаються з однойменних, однотипних по конструкції і однакових за розмірами виробів, що надходять до виробництва одночасно.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Основною ознакою цього виду виробництва є виготовлення всієї партії (серії) цілісно як в обробці, так і в збірці.

Для дрібносерійного типу виробництва характерна обмежена номенклатура виробів, виготовлених періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску. Коефіцієнт закріплення операцій 20 - 40.

Використовується спеціалізоване, універсальне і частково спеціальне обладнання. Широко застосовуються обробні центри, верстати з ЧПУ, а також гнучкі автоматизовані системи на базі верстатів з ЧПУ, пов'язаних транспортуючими пристроями, керованими від ЕОМ. Устаткування розподіляються по технологічним групам з взяттям до уваги напрямку основних вантажопотоків цеху, по предметно-замкнутим ділянкам.

Технологічна оснастка в основному універсальна, Велике поширення має універсально-збірна, переналагоджувати технологічне оснащення, що дозволяє більше підвищити коефіцієнт оснащеності дрібносерійного виробництва.

У якості вихідних заготовок застосовується холодний і гарячий прокат, точне лиття, лиття в землю і під тиском, точні штамповки і поковки.

Потрібна точність досягається як методами пробних проходів з частковим застосуванням розмітки для складних корпусних деталей, так і методами автоматичного отримання розмірів.

Кваліфікація робітників нижча ніж в одиничному, але вище ніж в масовому виробництві. Поряд з робітниками наладчиками та універсальщиками, працюючими на складному універсальному обладнанні використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах.

В залежності від обсягу випуску та особливості технології виробництва забезпечується повна, неповна, групова взаємозамінність, однак застосовується і пригін по місцю, компенсація розмірів.

Нормування та технологічна документація докладно розробляється для найбільш відповідальних і складних заготовок та спрощеного нормування для простих заготовок.

Застосовуваний різальний інструмент – спеціальний і універсальний.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Вимірювальний інструмент – спеціальний вимірювальний інструмент, калібри.

У відповідності з даним типом виробництва та розташування технологічного обладнання, порядком виконання операцій, встановлюється групова форма організації технологічного процесу, для якої характерні однорідні конструктивно-технологічні ознаки виробів, єдність засобів технологічного оснащення.

У дрібносерійному виробництві технологічний процес зазвичай диференційований, тобто розподілений між окремими операціями, які закріплені за окремими визначеними верстатами. Верстати застосовуються автоматизовані, універсальні, спеціалізовані, спеціальні, агрегати.

Верстатний парк повинен бути спеціалізований в такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва іншої, відрізняючись від першої в конструктивному відношенні. Повинні застосовуватися спеціальні і спеціалізовані пристосування, спеціальний і спеціалізований різальний інструмент і вимірювальний інструмент у вигляді шаблонів і граничних калібрів, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. В якості спеціалізованих пристосувань (або інструментів) можливе використання нормалізованих конструкцій, пристосованих для даної операції.

Дрібносерійне виробництво значно економніше, ніж одиничне виробництво, так як краще використання спеціалізації робочих, устаткування, збільшення продуктивності праці слугують зменшенню собівартості продукції.

Дрібносерійне виробництво є найбільш поширеним видом виробництва в середньому і загальному машинобудуванні. До цього виду виробництва відносяться:

- верстатобудування;
- насособудування;
- виробництво пресів;
- виробництво компресорів;
- виробництво обладнання для харчової промисловості;
- виробництво устаткування для лісової промисловості;

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

- виробництво обладнання для комунального господарства;
- транспорту і т.д.

Дана галузь присутня в переліку, а тому вибір типу виробництва даної деталі цілком обумовлюється.

Дрібносерійне виробництво характеризується тим, що за кожним робочим місцем відповідно до ГОСТ 3.1108-74 закріплено від 21 до 40 операцій.

Знаходимо партію запуску по формулі

$$N_{\text{зап}} = \frac{A * N_p}{M_p}, \quad (3.9)$$

де  $M_p = 253$ ;

$A$  – періодичність запуску (3, 6, 9, 12, 24).

$$N_{\text{зап}} = \frac{24 * 250}{253} = 23,7 \text{ приймаємо } n_{\text{зап}} = 24 \text{ шт.}$$

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

До основних факторів, що суттєво впливають на характер технологічного процесу відносять технологічність конструкції машини та її деталей. Технологічність визначається сукупністю властивостей конструкції, які дозволяють досягти оптимальних матеріальних витрат під час виробництва, експлуатації та ремонту при заданих показниках якості та умовах виконання роботи ГОСТ 14.205 – 83.

Оцінку технологічності конструкції визначають за якісними показниками. Вона здійснюється на етапі аналізу конструкції деталі та технологічних вимог до її виготовлення.

Деталь «Корпус підшипника» належить до тіл обертання і виготовляється зі сталі 35 ГОСТ 5632-72. Матеріал, з якого зроблена деталь, гарно піддається лезовій обробці. Як альтернатива для заміни цієї марки сталі можуть слугувати такі марки та зарубіжні аналоги: AISI 1035, SAE 1035, DIN C35, EN C35

Маса виготовленої деталі становить 1,7 кг, тому для механічних операцій нема потреби використовувати додаткові підйомні механізми. Це дозволяє уникнути збільшення часу та вартості виготовлення готової деталі. За масою ця деталь є технологічною. Розміри деталі становлять  $\varnothing 148 \times 41$  мм. Робоча зона для обробки такої деталі займає небагато місця, що передбачає використання обладнання з невеликими габаритами. Таке обладнання має нормальну точність, тому витрати на його обслуговування невеликі.

Креслення деталі відповідає стандартам, містить достатню кількість видів і розрізів. Креслення можна прочитати без ускладнень. Згідно з кресленням деталь є технологічною.

Деталь «Корпус підшипника» має як грубі 14 квалітети із шорсткістю 6,3 мкм, так і точні поверхні із шорсткістю Ra 1,6 мкм 6 квалітету. Виходячи з цього для забезпечення потрібної якості потрібна певна кількість операцій, що впливає на собівартість виробу. Для допусків торцевого биття необхідно дотримуватися принципів сумісності та постійності баз. Це передбачає використання точного

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



чистового обладнання, достатньої кількості операцій та переходів (чорнових та чистових), а також використання відповідних режимів різання та технологічної оснастки. В результаті, вартість готової деталі збільшиться, оскільки необхідно використовувати точне обладнання та технологічну оснастку (вимірювальні інструменти та пристрої).

З точки зору зручності базування данна деталь є технологічною, так як не потребує застосування спеціальних пристроїв для свого виготовлення.

Можна зробити висновок, що для даного типу виробництва деталь відповідає технологічним вимогам на основі аналізу її характеристик.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ

З метою зменшення трудомісткості обробки та економії металу, конфігурація заготовки повинна бути максимально наближена до конфігурації деталі. Собівартість заготовки і трудомісткість виготовлення повинні бути мінімальними. Заготовка повинна мати форму, що дозволить вести обробку з мінімальною кількістю установів і ріжучого інструменту. Матеріал заготовки не повинен мати рихлостей, тріщин, розшарувань.

Дану деталь можна отримувати наступними способами:

- лиття в піщано-глинисту форму;
- лиття під тиском.

Виходячи з конфігурації заданої деталі, технічних вимог креслення (конструктора) доцільно застосувати лиття під тиском.

Вихідні дані для розрахунку припусків:

- матеріал заготовки – сталь 35 ГОСТ 5632-72;
- маса деталі – 1,7 кг.

Призначаємо припуски і граничні відхилення згідно ГОСТ 26645-85:

- Ø72,5 мм - розмір заготовки Ø66 ± 0,5 мм;
- Ø100 мм - розмір заготовки Ø96 ± 0,5 мм;
- Ø112 мм - розмір заготовки Ø116 ± 0,5 мм;
- Ø148 мм - розмір заготовки Ø152 ± 0,5 мм;
- L25 мм - розмір заготовки 23 ± 0,2 мм;
- L18 мм - розмір заготовки 22 ± 0,2 мм;
- L12 мм - розмір заготовки 16 ± 0,5 мм;

Коефіцієнт використання заготовки:

$$K_3 = \frac{m_D}{m_3} \geq 0,7, \quad (5.1)$$

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

де  $m_d = 1,7$  - маса деталі, кг;

$m_z = 2,82$  - маса заготовки, кг;

0,7 - рівень технологічності ЄСТПВ.

$$K_3 = \frac{1,7}{2,82} = 0,6$$

$K_3 \leq 0,7$  - технологічно - це можна пояснити тим, що заготовка виготовляється точним способом - лиття під тиском.

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів виливка

Номинальний розмір елемента деталі, мм	Припуск на сторону, мм	Допустимі відхилення розмірів заготовки, мм	Остаточний розмір елемента заготовки, мм
Ø72,5	1,0	± 0,5	Ø66 ± 0,5
Ø100	1,0	± 0,5	Ø96 ± 0,5
Ø112	1,0	± 0,5	Ø116 ± 0,5
Ø148	1,0	± 0,5	Ø152 ± 0,5
25	0,7	± 0,2	23 ± 0,2
18	0,7	± 0,2	22 ± 0,2
12	1,0	± 0,5	16 ± 0,5

Отже, заготовку будемо отримувати литтям під тиском, так як цим способом, ми зменшемо собівартість заготовки та дотримаємося технічних вимог до деталі.

Технічні вимоги:

1. Лиття під тиском матеріалу сталь 35 ГОСТ 5632-72, група контролю 2.
2. Незазначені зовнішні радіуси R2 мм.
3. Незазначені радіуси сполучення R3 мм.
4. Незазначені зовнішні ухили за ГОСТ 3212-80, клас точності Лт-6.
5. Маркувати і таврувати на бірці за ОПІ 63-06.

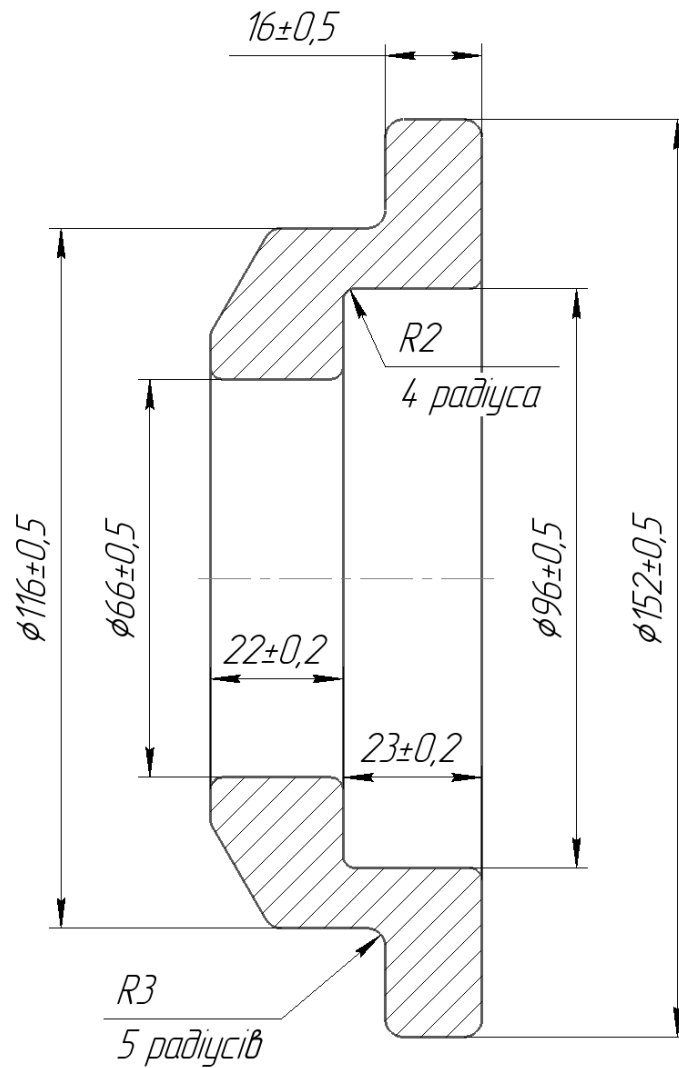


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

Лиття в піщано-глинисті форми полягає у виготовлення виливків вільною заливкою розплавленого металу в піщану форму та має такі характерні особливості:

- застосовується у серійному виробництві, має самий простий, дешевий, масовий спосіб (до 75 – 80% по масі одержаних в світі виливків);
- ручне та машинне формування;
- виливки будь-якої конфігурації 1 ... 5 груп складності;
- точність IT 14 ... 17;
- шорсткість Ra 3,2 ... 50;
- можливість виготовлення відливок масою до 250 т, товщина стінки понад 3

мм;

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Переваги:

- конфігурація 1 ... 5 груп складності;
- можливість механізувати виробництво;
- дешевизна виготовлення відливок;
- можливість виготовлення виливків великої маси;
- виготовлення виливків можливе із всіх ливарних сплавів, крім тугоплавких;

Недоліки:

- Погані санітарні умови роботи;
- Велика шорсткість поверхонь заготовки;
- Товщина стінок вилівка більше 3 мм;
- Ймовірність дефектів більше, ніж при інших способах лиття;

Лиття під тиском характеризується заливання розплавленого металу в металеву форму (прес-форму) під примусовим зовнішнім тиском від 30 до 100 МПа (максимально - до 490 МПа) прес-поршня, що переміщується в камері пресування, заповненої розплавом та має такі характерні особливості:

- сфера застосування – серійне виробництво;
- використовується для виготовлення відливок кольорових та чорних металів складної конфігурації з тонкими стінками масою до 45 кг;
- матеріал заготовки – сталь 35;
- висока якість поверхні Ra (0,8 - 3,2) мкм для алюмінієвих сплавів) ;
- висока точність розмірів вилівка (3-7 класи точності) ;
- маса - від декількох грам до 30 кг;
- типові деталі - шестерні, корпуси, деталі авто (карбюратор), сантехнічне обладнання, деталі літаків, ДВЗ, побутових приладів, комп'ютерів;

Переваги:

- самий високопродуктивний спосіб;
- можливість отримання складних виливків з малою товщиною (до 1 мм) ;

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

- низька шорсткість поверхні, отже, знижується механічна обробка виливків на 90-95%;

- висока точність геометричних розмірів;
- дрібнозернистий структура;
- можлива повна автоматизація процесу виготовлення заготовок;
- багаторазове використання прес-форм;
- повне виключення формувальних матеріалів;

Недоліки:

- обмеження номенклатури отримання виливків за розмірами і масою;

- обмежена товщина виливки (розплав рівномірний твердий, якщо виріб тонкий) ;

- висока вартість прес-форми, складність її виготовлення;
- наявність газоповітряної пористості;
- обмежена складність конфігурації виливки;

Розраховуємо собівартість лиття під тиском за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{C_i}{1000} * q * K_T * K_M * K_{II} * K_H * K_B \right) - (Q - q) * \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (5.2)$$

де  $C_i = 14500$  грн – базова вартість однієї тони матеріалу, грн.

$Q = 2,8$  кг – маса заготовки;

$q = 1,7$  кг – маса готової деталі;

$K_T = 1$  – коефіцієнт враховуючий точність способу лиття;

$K_M = 5,1$  – коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу;

$K_{II} = 1$  – коефіцієнт враховуючий групу серійності;

$K_H = 0,89$  – коефіцієнт враховуючий групу складності;

$K_B = 1$  – коефіцієнт враховуючий масу виливка;

$S_{\text{отх}} = 40000$  грн – ціна однієї тони відходів.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{14500}{1000} * 2,8 * 1,2 * 5,1 * 0,89 * 1 * 1 \right) - (2,8 - 1,7) \frac{40000}{1000} = 177,14 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовки лиття в піщано-глинисту форму розраховуємо за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{C_i}{1000} * Q * K_T * K_M * K_{II} * K_H * K_B \right) - (Q - q) * \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (5.3)$$

де  $C_i = 14500$  грн – базова вартість однієї тони матеріалу, грн.

$Q = 4,2$  кг – маса заготовки;

$q = 1,7$  кг – маса готової деталі;

$K_T = 1,2$  – коефіцієнт враховуючий точність способу лиття;

$K_M = 5,1$  - коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу;

$K_{II} = 1$  - коефіцієнт враховуючий групу серійності;

$K_H = 0,89$  - коефіцієнт враховуючий групу складності;

$K_B = 1,1$ - коефіцієнт враховуючий масу вилівка;

$S_{\text{отх}} = 40000$  грн–ціна однієї тони відходів.

$$S_{\text{заг}} = \left( \frac{14500}{1000} * 4,2 * 1,2 * 5,1 * 0,89 * 1,1 * 1 \right) - (2,8 - 1,7) \frac{40000}{1000} = 320,88 \text{ грн.}$$

Собівартість лиття в піщано-глинисту форму вища, тому приймаємо заготовку – лиття під тиском.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

## 6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

### 6.1 Розрахунки припусків на механічну обробку поверхонь

Собівартість виготовлення деталі залежить від розміру припуску. Збільшений припуск підвищує витрати праці, матеріалів та інші виробничі витрати. Зменшений припуск вимагає більшої точності заготовки, що також впливає на збільшення собівартості виготовлення деталі.

Для виготовлення деталей високої якості необхідно враховувати виробничі похибки на всіх технологічних переходах механічної обробки заготовки. Ці похибки включають геометричні відхилення форми поверхні, відхилення розмірів, відхилення розташування поверхонь та мікронерівності. Усі ці відхилення мають бути в межах допуску на розмір поверхні заготовки.

Аналітичний метод визначення припусків ґрунтується на аналізі виробничих похибок, що виникають за певних умов обробки заготовки.

Згідно завдання проводиться розрахунок припусків аналітичним методом для зовнішньої поверхні тіла обертання  $\varnothing 148h6$ . Маршрут обробки даної поверхні вибирається відповідно із завданням і зводиться в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Маршрут обробки поверхні  $\varnothing 148h6$  мм

Назва стадії	Квалітет	Допустимі відхилення розмірів
Заготівельна	II	+0,8 -0,8
Точіння чорнове	h14	0 -1
Точіння напівчистове	h9	0 -0,1
Точіння чистове	h6	0 -0,025

Обробка поверхонь ведеться на токарному верстаті з ЧПК модель КТ141 при цьому закріплення ведеться в трьохкулачковому патроні. Величина мінімального



припуску при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь (двосторонній припуск) визначається за формулою:

$$2Z_{\text{mini}} = 2 * Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + E_{yi}^2}, \quad (6.1)$$

де  $Rz_{i-1}$  – висота мікронерівностей профілю на попередньому переході (операції), мкм;

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

$p_{i-1}$  – сумарні значення просторових відхилень форми на попередньому переході (операції), мкм;

$E_{yi}$  – похибка установки заготовки на виконуваному переході (операції), мкм.

Висота мікронерівностей  $Rz$  і глибина дефектного шару  $h$  вибираються за таблицями [11]:

Для заготовки:  $Rz = 320$  мкм;  $h = 350$  мкм;

По переходах:

а) точіння чорове:  $Rz = 50$  мкм;  $h = 50$  мкм;

б) чистове точіння:  $Rz = 25$  мкм;  $h = 25$  мкм;

в) шліфування:  $Rz = 5$  мкм;  $h = 5$  мкм.

Сумарне значення просторових відхилень форми заготовки при обробці в центрах зовнішніх поверхонь визначається за формулою:

$$p_{\text{заг}} = \sqrt{p_{\text{км}}^2 + p_{\text{ц}}^2}, \quad (6.2)$$

де  $p_{\text{км}}$  – місцева кривизна заготовки, мкм;

$p_{\text{ц}}$  – похибка зацентрування ливарної заготовки, мкм.

Місцева кривизна заготовки при установці визначається за формулою:

$$p_{\text{км}} = \Delta_{\text{к}} * L_{\text{к}}, \quad (6.3)$$

де  $\Delta_{\text{к}}$  – допустима питома кривизна ливарних заготовок за [11]:  $\Delta_{\text{к}} = 1$  мкм/мм;  
 $L_{\text{к}}$  – відстань від перетину, для якого визначається кривизна  $L_{\text{к}} = 26$  мм.

$$p_{\text{км}} = 1 * 96 = 96 \text{ мкм}$$

Похибка  $p_{\text{ц}}$  визначається за формулою:

$$p_{\text{ц}} = 0,25 * \sqrt{\delta^2 + 1}, \quad (6.4)$$

де  $\delta$  – допуск на діаметр базової поверхні заготовки, використаної при зацентруванні,  $\delta = 3600$  мкм (див. п.1.4).

$$p_{\text{ц}} = 0,25 * \sqrt{3600^2 + 1} = 900 \text{ мкм.}$$

Підставивши розраховані значення в формулу (1.11), отримуємо

$$p_{\text{заг}} = \sqrt{900^2 + 96^2} = 905 \text{ мкм.}$$

Величина значення просторових відхилень форми заготовки після виконання переходу (операції) визначається за формулою:

$$p_i = p_{\text{заг}} * K_y, \quad (6.5)$$

де  $K_y$  – коефіцієнт уточнення.

Коефіцієнт уточнення:

- для точіння чорнового:  $K_y = 0,06$ ;
- для точіння чистового:  $K_y = 0,04$ ;

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Тоді сумарні значення просторових відхилень форми по переходах рівні:

$$r_{\text{чорн}} = 905 * 0,060 = 50 \text{ мкм};$$

$$r_{\text{чист}} = 905 * 0,040 = 40 \text{ мкм.}$$

Необхідне положення заготовки в робочій зоні верстата досягається в процесі її встановлення. Процес установки містить базування і закріплення. Відхилення положення заготовки, що виникає при базуванні називається похибкою базування, а при закріпленні – похибкою закріплення.

Обробка відбувається в патроні, тому похибка установки  $E_y$  для всіх переходів відсутня  $E_y = 0$ .

Елементи припуску заносяться до таблиці 6.2.

Підставивши вибрані ( $Rz$ ,  $h$  і  $p$ ) значення в формулу визначаються мінімальні припуски на відповідних переходах:

$$2Z_{\text{мін чорн}} = 2(320 + 350 + 905) = 3,210 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{мін напчст}} = 2(50 + 50 + 50) = 0,30 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{мін чист.т}} = 2(25 + 25 + 40) = 0,18 \text{ мм.}$$

Допуск заготовки  $\delta_{\text{заг}}$  визначений і дорівнює  $\delta_{\text{заг}} = 4,0 \text{ мм}$  ( $ES = 2,4 \text{ мм}$ ;  $EI = 1,2 \text{ мм}$ ).

Допуски по переходам:

- для точіння чорнового:  $\delta_{\text{чорн}} = 1 \text{ мм}$  ( $ES = 0 \text{ мм}$ ;  $EI = - 1$ );
- для точіння напівчистового:  $\delta_{\text{напівчист}} = 0,1 \text{ мм}$  ( $ES = 0 \text{ мм}$ ;  $EI = -0,1$ );
- для точіння чистового:  $\delta_{\text{чист}} = 0,025 \text{ мм}$  ( $ES = 0 \text{ мм}$ ;  $EI = - 0,025$ );

Розміри поверхні після чистового точіння визначаються за формулами:

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$d_{\max \text{ чист.т}} = d_{\text{ном чист.т}} - ES_{\text{чист.т.}}, \quad (6.6)$$

$$d_{\max \text{ чист.т}} = 148 - 0 = 148 \text{ мм.}$$

$$d_{\min \text{ чист.т}} = d_{\text{ном чист.т}} - EI_{\text{чист.т.}}, \quad (6.7)$$

$$d_{\min \text{ чист.т}} = 148 - 0,025 = 147,975 \text{ мм.}$$

Номинальний і максимальний припуски на чистове точіння визначаються за формулами:

$$2Z_{\text{ном чист.т}} = 2Z_{\min \text{ чист.т}} + \delta_{\text{чист}} - es_{\text{чист}}, \quad (6.8)$$

$$2Z_{\text{ном чист.т}} = 0,180 + 0,1 - 0,034 = 2,46 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max \text{ чист.т}} = 2Z_{\min \text{ чист.т}} + \delta_{\text{напчист}} - \delta_{\text{чист.т}}, \quad (6.9)$$

$$2Z_{\max \text{ чист.т}} = 0,180 + 0,1 + 0,034 = 0,314 \text{ мм.}$$

Розміри поверхні після точіння напівчистового визначаються за формулами:

$$d_{\min \text{ напчист}} = d_{\max \text{ чист.т}} + 2Z_{\min \text{ чист.т}} \quad (6.10)$$

$$d_{\min \text{ напчист}} = 148 + 0,18 = 148,018 \text{ мм.}$$

$$d_{\max \text{ напчист}} = d_{\min \text{ напчист}} + \delta_{\text{напчист}} \quad (6.11)$$

$$d_{\max \text{ напчист}} = 147,975 + 0,1 = 148,075 \text{ мм.}$$

Номинальний і максимальний припуски на точіння напівчистове визначаються за формулами:

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$2Z_{\text{ном напчист}} = 2Z_{\text{min напчист}} + \delta_{\text{чорн}} \quad (6.12)$$

$$2Z_{\text{ном напчист}} = 0,30 + 1 = 1,30 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\text{мах напчист}} = 2Z_{\text{ном напчист}} + \delta_{\text{напчист}} \quad (6.13)$$

$$2Z_{\text{мах напчист}} = 1,30 + 0,1 = 1,40 \text{ мм.}$$

Розміри поверхні після точіння чорнового визначаються за формулами:

$$d_{\text{min чорн}} = d_{\text{ном напчист=мах напчист}} + 2Z_{\text{min напчист}} \quad (6.14)$$

$$d_{\text{min чорн}} = 148,075 + 0,30 = 148,375 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{мах чорн=ном чорн}} = d_{\text{min чорн}} + \delta_{\text{чорн}} \quad (6.15)$$

$$d_{\text{мах чорн=ном чорн}} = 148,375 + 1 = 149,375 \text{ мм.}$$

Номінальний і максимальний припуски на точіння чорнове визначаються за формулами:

$$2Z_{\text{ном чорн}} = 2Z_{\text{min чорн}} + ei_{\text{заг}} \quad (6.16)$$

$$2Z_{\text{ном чорн}} = 3,21 + 0,8 = 4,41 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\text{мах чорн}} = 2Z_{\text{ном чорн}} + \delta_{\text{чорн}} + es_{\text{заг}} \quad (6.17)$$

$$2Z_{\text{мах чорн}} = 3,21 + 1 + 0,8 = 5,01 \text{ мм.}$$

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Розміри поверхні заготовки визначаються за формулами:

$$d_{\min \text{ заг}} = d_{\text{ном чорн}} - 2Z_{\min \text{ чорн}} \quad (6.18)$$

$$d_{\min \text{ заг}} = 149,375 + 5,01 = 154,385 \text{ мм.}$$

Приймаємо мінімальний діаметр заготовки 155 мм.

$$d_{\text{ном заг}} = d_{\min \text{ заг}} + ei_{\text{заг}} \quad (6.19)$$

$$d_{\text{ном заг}} = 155 + 0,8 = 155,8 \text{ мм.}$$

$$d_{\max \text{ заг}} = d_{\text{ном заг}} + es_{\text{заг}} \quad (6.20)$$

$$d_{\max \text{ заг}} = 155,8 + 0,8 = 156,6 \text{ мм.}$$

Розраховані значення номінальних і максимальних припусків і проміжних розмірів зводяться до таблиці 6.2.

Розрахунок загального припуску на обробку поверхні проводиться за формулою:

$$2Z_{\text{ном заг}} = 2Z_{\text{ном м.п.}} \quad (6.21)$$

де  $2Z_{\text{ном м.п.}}$  – сума номінальних міжопераційних припусків, мм.

$$2Z_{\text{ном м.п.}} = 4,41 + 1,17 + 0,231 = 5,811 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $2Z_{\text{ном м.п.}} = 6 \text{ мм.}$

Таблиця 6.2 – Вихідні та розрахункові дані на заданий розмір

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Технологічні операції (переходи)	Елементи припуску, мкм				Розрахунок припусків, мм			Розрахунок розмірів, мм		
	Rz <sub>i-1</sub>	h <sub>i-1</sub>	r <sub>i-1</sub>	E <sub>y<sub>i</sub></sub>	2Z <sub>mi<sub>n</sub></sub>	2Z <sub>ном</sub>	2Z <sub>max</sub>	d <sub>min</sub>	d <sub>ном</sub>	d <sub>max</sub>
Заготівельна	320	350	905	-	-	-	-	154,385	155,8	156,6
Точіння чорнове	50	50	50	-	3,21	5,01	5,01	148,075	149,375	149,375
Точіння напівчистове	25	25	25	-	0,3	0,2	1,40	148,018	148,157	148,157
Точіння чистове	25	25	-		0,18	0,246	0,314	147,975	148	147,01

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

В якості технологічної операції були обрані операції – 070 токарна з ЧПК та 090 вертикально – свердлильна з ЧПК.

На операції 070 обробляються поверхні, виділені на рисунку 6.3.

Встановлення та закріплення заготовки буде проводитись у трикулачковий токарний патрон за зовнішню циліндричну поверхню  $\varnothing 116 (+0,5; -0,5)$  мм з упором у торець  $16 (+0,5; -0,5)$  мм. Торець  $16 (+0,5; -0,5)$  мм та діаметр  $\varnothing 116 (+0,5; -0,5)$  є відповідно встановлювальною та подвійно-опорною базами, що позбавляють заготовку п'яти ступенів вільності. Ці поверхні є єдиними базовими поверхнями.

На рисунку 6.3 наведений перелік поверхонь, що обробляються на операції 070. Поверхні 1–3 є оброблювальними, поверхні  $(\varnothing 80 (+0,5; -0,5), \varnothing 66 (+0,5; -0,5), 22 (+0,2; -0,2))$  є вільними і за умовами креслення корпусу підшипника (див. рис. 6.2) не підлягають обробленню.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		39

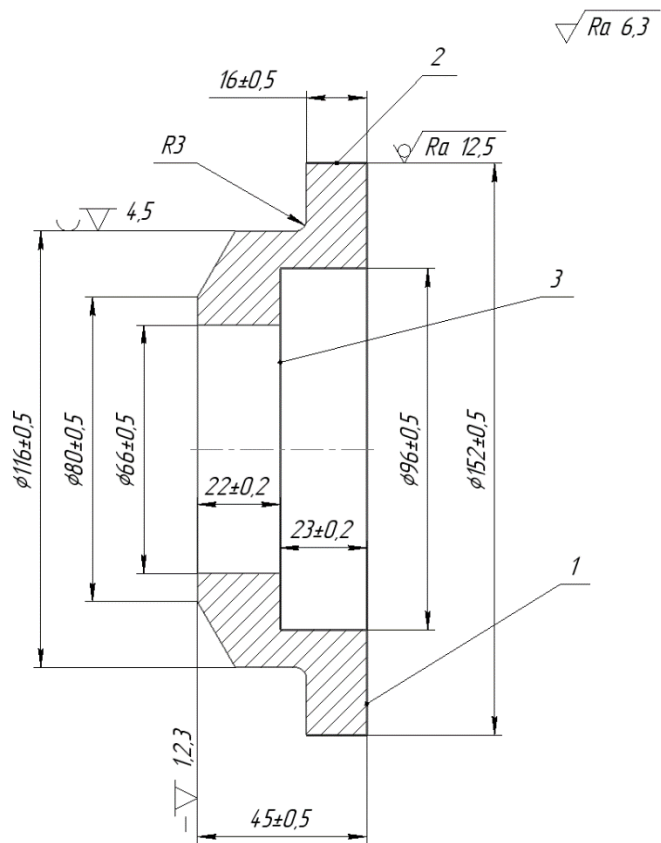


Рисунок 6.2 – Базування деталі на операції 055

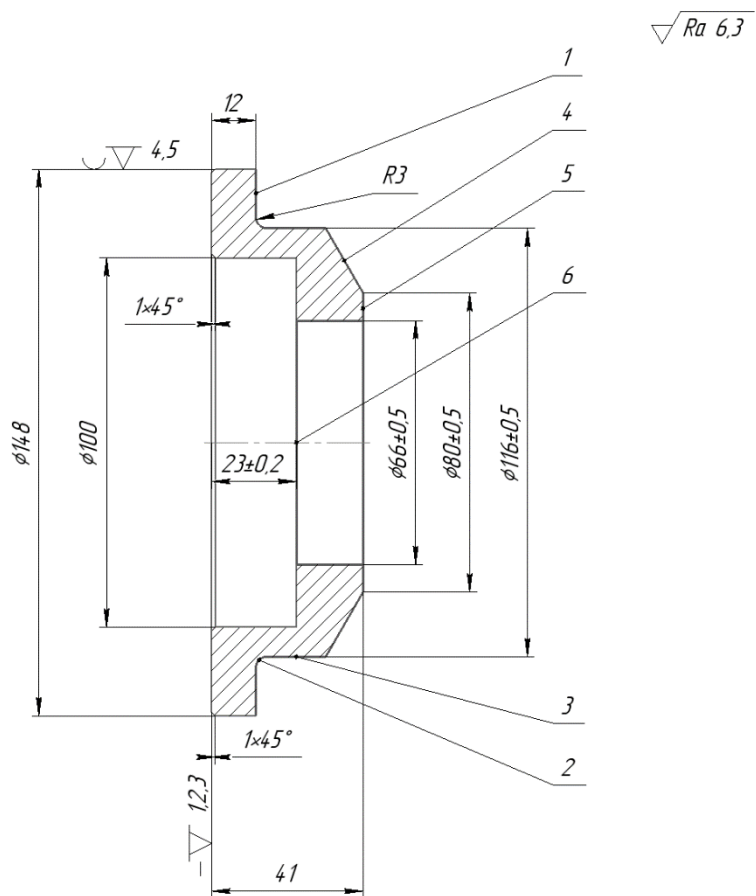


Рисунок 6.3 – Базування деталі на операції 070

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40



На 070 операції проводиться обробка поверхонь  $\varnothing 152 (+0,5;-0,5)$ ,  $16 (+0,5;-0,5)$  з шорсткістю Ra 6,3 мкм, а також обробка отвору діаметром  $\varnothing 96 (+0,5;-0,5)$  на глибину 23 (+0,2;-0,2) і шорсткістю Ra 6,3 мкм.

Так як обробка лінійних розмірів буде проводитись з одного установа і точність розмірів буде визначатися налаштуванням обладнання, то похибка базування дорівнюватиме нулю. Співвісність отворів і паралельність торців також забезпечуватиметься лише геометричною точністю верстата.

Точність діаметральних розмірів отворів забезпечуватиметься за рахунок конструкції ріжучого інструменту та правильно визначених режимів різання.

До всіх оброблюваних поверхонь забезпечується вільний підхід ріжучого інструменту, а встановлення заготовки у трикулачковий токарний патрон забезпечить достатню жорсткість при обробці.

На підставі виконаного аналізу можна зробити висновок про те, що структура операції складається з одного установа, одного допоміжного та двох технологічних переходів.

Таблиця 6.3 - Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	Назви баз
1,2,3	III, IV, V	Встановлювальна
4,5	I, II	Подвійна опорна
6	VI	Опорна

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

X,y,z/l, $\alpha$	X	Y	Z	Назви баз
<i>l</i>	0	0	1	Встановлювальна
$\alpha$	1	1	0	
<i>l</i>	1	1	0	Подвійна опорна
$\alpha$	0	0	0	
<i>l</i>	0	0	0	Опорна
$\alpha$	0	0	1	

На операції 090 відбувається свердління шести отворів М8-7Н з одного установа. Із усього комплексу поверхонь, що утворять заготовку, на головну базову

поверхню може претендувати циліндричний отвір  $\varnothing 100H7$ . На його користь свідчить таке:

- він найбільш точно оброблений: IT6,  $T_{\varnothing 100H7} = 35$  мкм;
- він досить чисто оброблений: шорсткість його поверхні  $R_a = 1,6$  мкм;
- саме ця поверхня є вимірювальною базою для перевірки биття  $\varnothing 148h6$ .

Тому, беручи дану поверхню як базову, нам вдається поєднати технологічну базу з вимірювальною за параметром биття.

Циліндрична поверхня  $\varnothing 100H7$ , будучи прийнятою в якості головної базової, позбавляє заготовку чотирьох ступенів свободи, тобто є подвійною опорною базою.

Розрахунок похибки базування на операції 090

Функції опорної бази рівною мірою можуть виконувати два торці (рис. 6.4).

Визначимо похибки базування за першим варіантом:

$$\varepsilon_{612} \neq 0$$

$$\varepsilon_{612} = T_{23} + T_{41} = 400 + 620 = 1020 \text{ мкм.}$$

Порівняємо дану похибку із допуском на розмір 12. Оскільки  $T_{12} = 430$  мкм, то похибка базування  $\varepsilon_{612} = 1020$  мкм значно перевершує допуск  $T_{12}$ , що неприпустимо.

При базуванні за другим варіантом:

$$\varepsilon_{612} = T_{23} = 400 = 400 \text{ мкм.}$$

Тут похибка базування  $\varepsilon_{612}$  менше допуску на розмір 12. Тому перевагу віддаємо даній схемі.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Схема базування не впливає на точність діаметральних розмірів ( $\phi 148h6$ , діаметр фаски). Ці параметри при обробці визначаються точністю настроювання інструмента на розмір. Тому похибка базування оброблюваної поверхні  $\phi 148h6$  і фаски  $1 \times 45$  у радіальному напрямку дорівнює нулю.

Точнісні параметри базових поверхонь, що були розглянуті, відповідають точнісним параметрам оброблюваних поверхонь, що забезпечує виконання вимог, пропонуваніх до обробки.

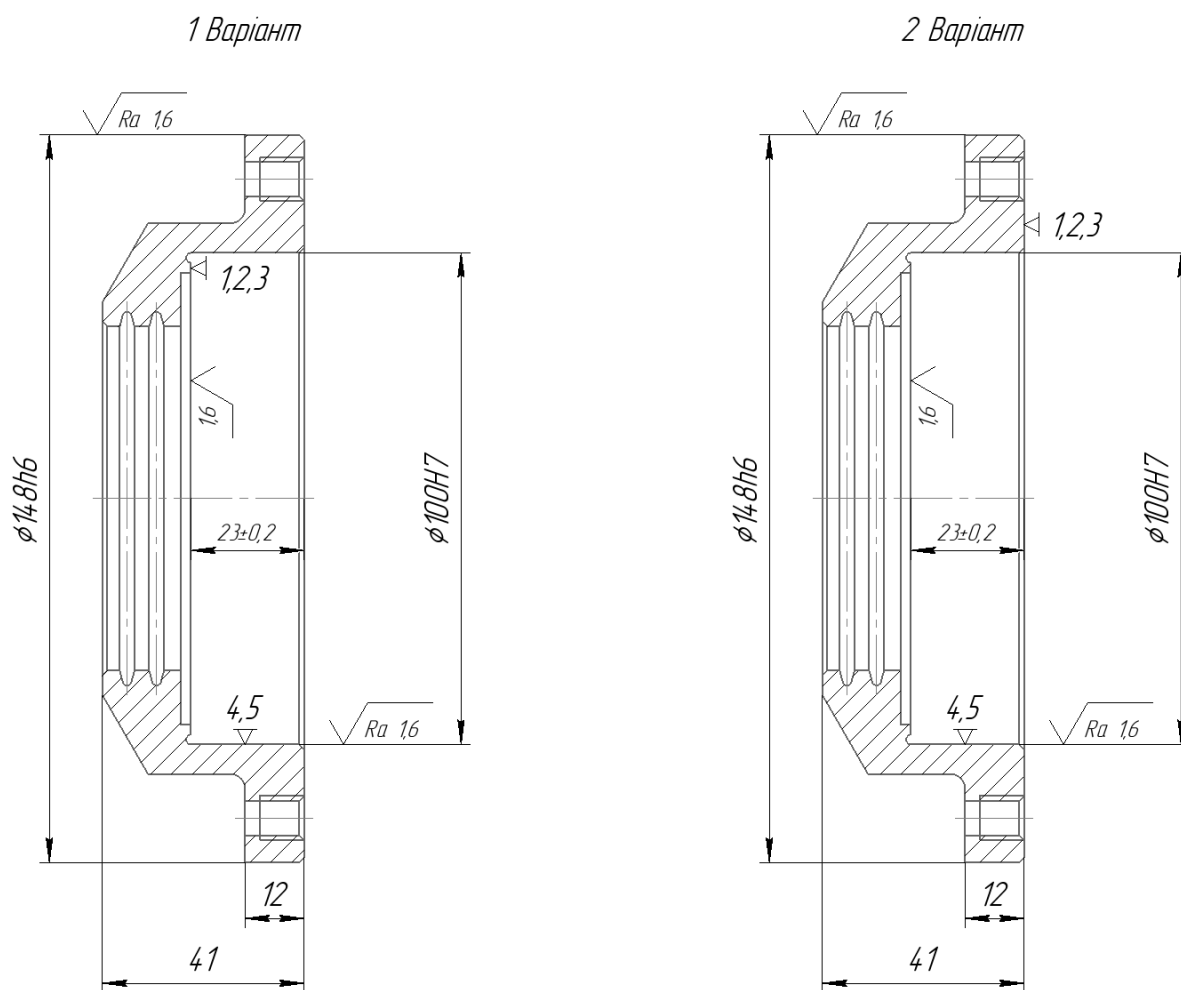


Рисунок 6.4 – базування деталі на операції 090

Таблиця 6.5 - Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	Назви баз
1,2,3	III, IV, V	Встановлювальна
4,5	I, II	Подвійна опорна
6	VI	Опорна

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 20510054-00 ПЗ

Лист

43

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

X,y,z/l, $\alpha$	X	Y	Z	Назви баз
l	0	0	1	Встановлювальна
$\alpha$	1	1	0	
l	1	1	0	Подвійна опорна
$\alpha$	0	0	0	
l	0	0	0	Опорна
$\alpha$	0	0	1	

### 6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Згідно з завданням для обробки заготовки на операції 070 використовується токарний верстат моделі КТ141, який цілком підходить за своїми параметрами для обробки заготовки на даній операції. Доцільність обробки деталі на токарному верстаті підтверджується виходячи з таких міркувань: заготовка – коло, а на верстатах такого типу подача та затискач прокату можуть бути механізовані за допомогою пристроїв; деталь може бути оброблена послідовно – паралельною участю кількох інструментів; цикл обробки деталі автоматизований і вимагає налагодження верстата кожної наступної деталі.

Верстат дозволяє забезпечити продуктивність залежно від типу виробництва, конфігурації та точності розмірів, технічних вимог щодо якості оброблених поверхонь заготовки. Потужність верстата достатня для виконання операції із використанням різних режимів різання. Технічна характеристика верстата наведена у таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Основні параметри токарного верстата моделі КТ141

Параметри верстата моделі КТ141	Числові дані
Найбільші розміри заготовки (діаметр x довжина), мм	200 x 100
Кількість різальних інструментів, що встановлюються на верстаті (max)	99
Частота обертання шпинделя, об/хв (12 ступенів; перемикання за програмою)	56–900; 160–500
Потужність головного двигуна, кВт	15

Для обробки отворів на операції 090 були розглянуті два вертикально – свердильних верстаті MCFV 1060 і 2C132. Проаналізувавши, був вибраний вертикальний оброблювальний центр моделі MCFV 1060, так як даний верстат має більшу робочу поверхню столу та систему ЧПУ, котра дає можливість зменшити час обробки і відповідно зменшує собівартість деталі, а також виключає людський фактор в процесі обробки. Використання верстату з ЧПК забезпечує відсутність необхідності попередніх розмічувальних операцій у зв'язку з тим що буде відбуватись автоматичний вихід ріжучого інструменту у вихідні точки.

Вибір обладнання був проведений з взяттям до уваги таких технологічних ознак:

а) потужність двигуна: верстат даної моделі оснащений 10 кВт двигуном, якого достатньо для свердління отворів;

б) габарити робочого простору: дане обладнання має стіл 1270x590x760 мм, що цілком задовольняє наші потреби;

В таблиці 6.8 наведені порівняння технічних характеристик верстатів.

Таблиця 6.8 – Порівняння технічних характеристик верстатів

Характеристика	Значення	
	MCFV 1060	2C132
Робоча зона, мм	1270x590x760	400x1600x250
Потужність двигуна, кВт	10	4
Кількість осей, шт	4	3
Точність позиціонування, мм	0,01	0,01
Максимальна подача, мм/хв	40000	4800
Максимальна робоча подача, мм/хв	15000	4800
Частота обертів шпинделя, об/хв	10000	2000
Живлення, В	380	380
Маса верстату, кг	6700	1200
Габаритні розміри верстата, мм	2750x2120 x3150	1050x850 x3000

## 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Вибір верстатних пристроїв виконують враховуючи тип виробництва, тривалість випуску та коефіцієнт завантаження верстатів. При виборі різальних інструментів увагу звертають на матеріал заготовки, геометрію різальної частини інструментів, габарити заготовки.

При виборі контрольно-вимірювальних інструментів до уваги беруться точність вимірювання, трудомісткість вимірювання та тип виробництва.

Аналіз геометричної форми оброблювальних поверхонь дає підставу застосувати на операції 070 токарні різці двох типів (контурний та канавковий) та центрувальні свердла. Враховуючи матеріал заготовки (сталь 35 ГОСТ 1050-88), для обробки її поверхонь вибираємо матеріал різальної частини інструмента – твердий сплав марки ВК6М і швидкорізальну сталь Р6М5 для центровочних сверدل з якої як правило і виготовляються дані інструменти. Запропонованою маркою різальної частини різця можна обробляти поверхні заготовки на чорнових і чистових режимах різання. Позначення різців: 2101-0641 ВК6М ГОСТ 20872-80, тип 1, позначення свердла 2300-5355 Р6М5 ГОСТ 886-77.

Допоміжний інструмент необхідний тоді, коли розміри не збігаються під інструмент у шпинделі верстата і на самому інструменті. В даному випадку для установки різців і центровочних сверدلів на верстаті КТ141 застосовуються стандартні оправки, які можуть поставлятися з верстатом під конкретний конус шпинделя. Отже, допоміжні інструменти не потрібні.

Враховуючи необхідну точність вимірювань та тип виробництва, як вимірювальний інструмент для контролю лінійних розмірів приймається штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89. Для контролю розмірів конуса центрального отвору потрібно використовувати особливий шаблон. Контроль шорсткості оброблених поверхонь може бути виконаний за допомогою зразків шорсткості ГОСТ 9378-93.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Тип верстатного пристосування у середньосерійному виробництві, в даному випадку, для операції 070 застосовується трикулачковий патрон. Його підбирають згідно з розмірами заготовки. Позначення трикулачкового патрона: патрон 7102-0079-1-1 ГОСТ 24351-80 (із кріпленням на шпинделі верстата через перехідний фланець; клиновий; кріплення кулачків за допомогою хрестового шпонкового паза).

Таблиця 6.9 – комплексна операція 090 на оброблюваному центрі з ЧПК

Зміст переходу	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент та верстатні пристрої	Вимірювальний інструмент
А.1 Встановити, закріпити, зняти заготовку		Спеціальний верстатний пристрій з механізованим приводом	
А.2 Свердлити 6 отворів М8-7Н розташованих на Ø130 мм	2300-5355 Р6М5 ГОСТ 886-77	Патрон 1-40-6-90 ГОСТ 26539-85	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0-1, ГОСТ 166-89, зразки шорсткості ГОСТ 3789-73

### 6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунок режимів різання виконуємо табличним методом на переходи підрізання торців та свердління отворів.

Підрізання торців. Так як шорсткість торців Ra 6,3 мкм, то обмежимося чорною обробкою.

Свердління отворів. Операція свердління відноситься до чорної операції, обмежимося чорною обробкою.

Результати розрахунків режимів різання та норм часу наведемо у таблиці 6.3.

Таблиця 6.10 – Режими різання та норми часу на операцію 070

Номер PI	№ пов.	i	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	L, мм	To, хв	Тд, хв	Тшт, хв
PI №1	1	2	2,0	150	105,2/78,5	500	10	0,14	1,4	0,82
	2	2	2,0	150	150,7/105,2	500	18	0,24		
	3	2	2,0	150	105,2/78,5	500	10	0,14		
	4	2	2,0	150	150,7/105,2	500	18	0,24		
	5	2	2,0	150	105,2/78,5	500	10	0,14		
PI 2	6	2	1,57	0,05	14,85	1500	9	0,12		
PI №1	1	2	2,0	150	105,2/78,5	500	10	0,14		
Всього								0,42		

Проведемо розрахунок аналітичним методом свердління отвору М8-7Н мм на операції 090. Вихідні данні: оброблюваний матеріал сталь 35 з межею міцності  $\sigma_b = 500$  МПа, матеріал ріжучої частини свердла Р6М5, ЗОР – емульсія, заготовка попередньо оброблена, верстат – вертикально оброблювальний центр NCFV 1060

1. Глибина різання дорівнює  $t = \frac{5,5}{2} = 2,75$  мм.

2. Подача складатиме  $S_r = 0,11$  мм/об, з урахуванням коефіцієнтів

$K_1 = 0,7$  – коефіцієнт на глибину;

$K_0 = 0,5$  – коефіцієнт на якість поверхні;

$K_{ж} = 0,75$  – коефіцієнт жорсткості системи ТС;

$K_i = 0,6$  – коефіцієнт враховуючий матеріал ріжучого інструменту, тоді

$S = 0,11 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 0,6 = 0,029$ , приймаємо  $S_{пр} = 0,03$  мм/об.

3. Стійкість ріжучого інструменту  $T = 15$  хв. [4, табл.30]

Знаходимо швидкість різання за формулою [4, с.276]

$$V = \frac{C_v * D^g}{T^m * S^y} * K_v, \quad (6.22)$$

де  $C_v = 3,5$ ,  $g = 0,5$ ,  $y = 0,45$ ,  $m = 0,12$  – коефіцієнти та показники в формулі швидкості різання [4, табл.28, с.278];

$K_v$  – поправочний коефіцієнт на швидкість різання, враховуючий фактичні умови різання та знаходиться за формулою [4, с.276]:

											Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							48



$$K_V = K^{MI} * K^{PI} * K^{III}, \quad (6.23)$$

де  $K^{MI} = 1,0$  - поправочний коефіцієнт, на оброблюваний матеріал [4. табл. 4];

$K^{PI} = 0,9$  – поправочний коефіцієнт, враховуючий поверхню заготовки [4, табл.5];

$K^{III} = 1,0$  – поправочний коефіцієнт, враховуючий інструментальний матеріал [4, табл.6]. Тоді:

$$K_V = 1,0 * 0,9 * 1,0 = 0,9, \quad (6.24)$$

З урахуванням показників знаходимо швидкість різання:

$$V = \frac{36,3 * 5,5^{0,25}}{15^{0,125} * 0,03^{0,55}} * 0,9 = 27,2 \text{ м/хв.}$$

4. Знаходимо частоту обертання шпинделя по формулі

$$n_{ш} = \frac{1000 * V}{\pi * D}, \quad (6.25)$$

$$n_{ш} = \frac{1000 * 27,2}{3,14 * 5,5} = 1578 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо значення обертання шпинделя з паспортним  $n_{ш} = 1600$  об/хв.

З урахуванням прийнятого значення розраховуємо фактичну швидкість різання по формулі:

$$V_{\phi} = \frac{\pi * D * n}{1000}, \quad (6.26)$$

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$V_{\phi} = \frac{3,14 * 5,5 * 1600}{1000} = 27,6 \text{ м/хв.}$$

5. Знаходимо крутний момент по формулі [4, с. 277]:

$$M_{кр} = 10C_M * D^q * S^y * K_p, \quad (6.27)$$

де  $C_M = 0,005$ ,  $q = 2,0$ ,  $y = 0,8$  – коефіцієнти та показники в формулі [4, табл.32];

$K_p$  – поправочний коефіцієнт враховуючий вплив оброблюваного матеріалу [4, табл.9];

$$K_p = K_{MP} = 2,75, \quad (6.28)$$

де  $K_{MP} = 2,75$  – показник [4, табл.32].

З урахуванням поправочних коефіцієнтів маємо:

$$M_{кр} = 10 * 0,005 * 5,5^{2,0} * 0,03^{0,8} * 2,75 = 0,25 \text{ Нм.}$$

6. Знаходимо осьове зусилля по формулі:

$$P_o = 10C_p D_q S_y K_p, \quad (6.29)$$

де  $C_p = 9,8$ ,  $q = 1,0$ ,  $y = 0,7$  – коефіцієнти та показники сил різання [4, табл.32].

$$P_o = 9,8 * 5,5 * 0,2^{0,7} * 0,63 = 48 \text{ Н.}$$

Знаходимо потужність необхідну для обробки по формулі:

$$N = \frac{M_{кр} * n}{9750}, \quad (6.30)$$

$$N = \frac{0,25 * 1600}{9750} = 0,4 \text{ кВт.}$$

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

7. Потужність різання менше потужності верстата з урахуванням ККД (0,8) ( $0,4 < 10 * 0,8$  кВт), обробка можлива.

8. Розраховуємо основний час обробки отворів М8-7Н розташованих на  $\varnothing 130$  по формулі:

$$T_o = \frac{L_p}{S * n}, \quad (6.31)$$

$$l_p = l + l_1' + l_2'', \quad (6.32)$$

де  $l_1' = 0,4 D = 2,2$  мм, беремо 3 мм, при подвійному заточуванні врізування свердла;

$l_2'' = 2,5$  мм, перебіг свердла; беремо  $l_2'' = 2$  мм.

Тоді:

$$l_p = 28 + 3 + 2 = 33 \text{ мм.}$$

$n = 1600$  об/хв – частота обертів шпинделя;

$S = 0,03$  мм/об – подача;

$$T_{o1} = \frac{33}{1600 * 0,03} = 0,7 \text{ хв.}$$

Розрахуємо основний час для отворів  $\varnothing 5,5$  розташованих на  $\varnothing 130$

$$l_p = 4 + 3 + 2 = 9 \text{ мм.}$$

$n = 1600$  об/хв – частота обертів шпинделя;

$S = 0,03$  мм/об – подача;

$$T_{o1} = \frac{9}{1600 * 0,03} = 0,19 \text{ хв.}$$

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Таблиця 6.11 – Параметри режимів обробки на операцію 090

Номер і текст переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T <sub>o</sub> , хв
	t, мм	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	i		
Свердлити М8-7Н	2,75	0,03	1600	27,6	1	28	0,7х8
	2,75	0,03	1600	27,6	1	4	0,19х6
Всього							6,74

## 6.6 Технічне нормування операцій

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{N}, \quad (6.33)$$

де  $T_{\text{п.з}}$  – підготовчо-заклучний час;

$T_{\text{шт}}$  – штучний час;

$n = 24$  – кількість деталей у партії.

Визначаємо підготовчо-заклучний час [2, дод. 6.4, ст. 216]:

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}}, \quad (6.34)$$

де  $T_{\text{пз1}} = 12$  хв – час на наладку верстата і встановлення пристрою;

$T_{\text{пз2}} = 16$  хв – час на допоміжні прийоми.

$$T_{\text{пз}} = 12 + 16 = 28 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{від}} + T_{\text{об}}, \quad (6.35)$$

Визначаємо допоміжний час за формулою:

$$T_d = T_{\text{уст}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{вим}}, \quad (6.36)$$

де  $T_{уст} = 3,5$  хв - час на установку і зняття заготовки вручну;

$T_{п} = 0,7$  хв – допоміжний час з управління при свердлінні;

$T_{вим} = 1$  хв – час на вимірювання.

$$T_{д} = 3,5 + 0,7 + 1 = 5,2 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_{ца} + T_{д}, \quad (6.37)$$

$$T_{ца} = T_{о} + T_{мд}, \quad (6.38)$$

де  $T_{мд}$  – машинно допоміжний час.

$$T_{оп} = 9,8 + 5,2 = 15 \text{ хв.}$$

Визначаємо час обслуговування робочого місця:

$$T_{оп} = T_{оп} * 5\% = 15 * 0,05 = 0,75 \text{ хв.}, \quad (6.39)$$

Визначаємо час на відпочинок робітника:

$$T_{від} = T_{оп} * 4\% = 15 * 0,04 = 0,6 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час:

$$T_{шт} = 15 + 5,2 = 0,6 + 0,75 = 21,55 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт-к}} = 21,55 + \frac{28}{24} = 22,7 \text{ хв.}$$

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Розробка пристрою для обробки деталі – «Корпус підшипника» на операції 090 вертикально-свердлильній з ЧПК.

Впровадження проєктованого пристрою дозволить встановлювати деталь на операції без попередньої наладки завдяки застосуванню спеціального установчого елемента – оправки-стакану Ø100Н7. Торець оправки забезпечить однакові лінійні розміри для всіх деталей партії при базуванні на ньому, усуваючи потребу в прив'язці інструментів для кожної деталі.

Жорсткість пристрою дозволяє використовувати потужності верстата на максимум. Щоб забезпечити необхідну жорсткість, потрібно виконувати розрахунки на міцність для елементів конструкції, які зазнають найбільших напружень, збільшувати їх розміри, таким чином зменшуючи напруження і підвищуючи загальну жорсткість пристрою.

Швидкий затиск і розтиск деталі забезпечується за допомогою силових пневматичних приводів. Для цього в конструкції верстатного пристрою потрібно передбачити встановлення пневмоциліндру або пневмокамери. Висока швидкість розтиску та затиску скоротить допоміжний час на операції. Також необхідно передбачити присутність швидкозмінної шайби в конструкції.

Конструкція пристрою гарантуватиме безпеку і зручність роботи. Для цього під час проєктування кожного елемента верстатного пристрою слід збільшити кількість округлень і зменшити кількість гострих кутів і граней, які можуть спричинити травми при контакті.

Матеріали елементів та деталей верстатного пристрою вибираємо таким чином, щоб вони відповідали вимогам механічних навантажень та не вступали в хімічні реакції з середовищем, деталями та елементами.

Кожний матеріал для виготовлення деталей пристрою має бути міцним та зносостійким.

Тому для рухомих деталей обираємо сталь з поверхневим зміцненням, що збільшить термін використання деталей. Крім того, така сталь матиме в'язку

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

структуру, яка краще витримує динамічні навантаження при ударах порівняно зі сталлю з об'ємним загартуванням.

Обираємо матеріали для корпусних деталей з урахуванням мінімальної собівартості конструкції пристрою, забезпечуючи при цьому необхідну точність. В складних конструкціях корпусу доцільніше буде використовувати чавун тому що він має гарні ливарні характеристики. Для простих форм корпусу краще обирати сталь, яку легко зварювати. Зварна конструкція буде дешевшою, оскільки не доведеться використовувати спеціальні ливарні форми.

Цей пристрій використовується для установки та закріплення групи деталей, які мають подібні конструктивні та технологічні розміри, методи обробки та схожі настановні поверхні.

При базуванні деталі на вертикально-свердлильній операції (рис. 7.1) для закріплення деталі в пристрої, деталь позбавляється 5 ступенів вільності. Існують дві технологічні бази: перша формується на торці деталі (обмежує 3 напрямки), а друга - подвійна опорна база, що утворюється на внутрішній циліндричній поверхні  $\varnothing 100H7$  (обмежує 2 напрямки).

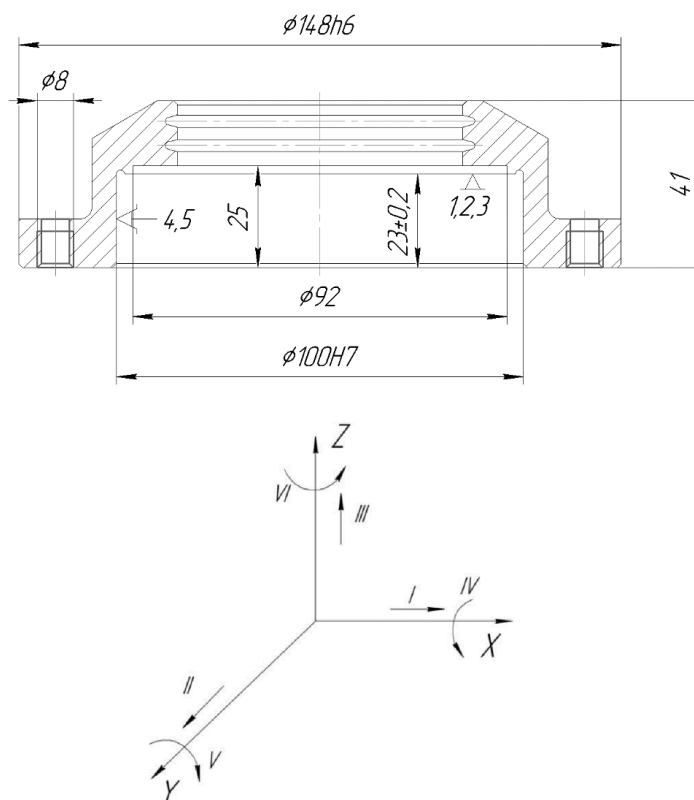


Рисунок 7.1 – Схема базування заготовки в пристрої

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56



Зв'язки, забезпечувані базами, та позбавлені ступені вільності наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Зв'язки, забезпечувані базами

База	Забезпечені зв'язки	Позбавлені ступені вільності
УБ	1,2,3	III, IV, V
ПОБ	4,5	I, II

Таблиця 7.2 – Матриця зв'язків.

УБ	X	Y	Z	
	0	0	1	↔
	1	1	0	
ПОБ	1	1	0	↔
	0	0	0	

Проведемо заміну теоретичної схеми базування установчими елементами пристрою. Установчою базою буде торець оправки, а подвійною-опорною – циліндрична поверхня оправки  $\varnothing 100H7$ . Схема встановлення деталі в установчих елементах пристрою, наведена на рисунку 7.2.

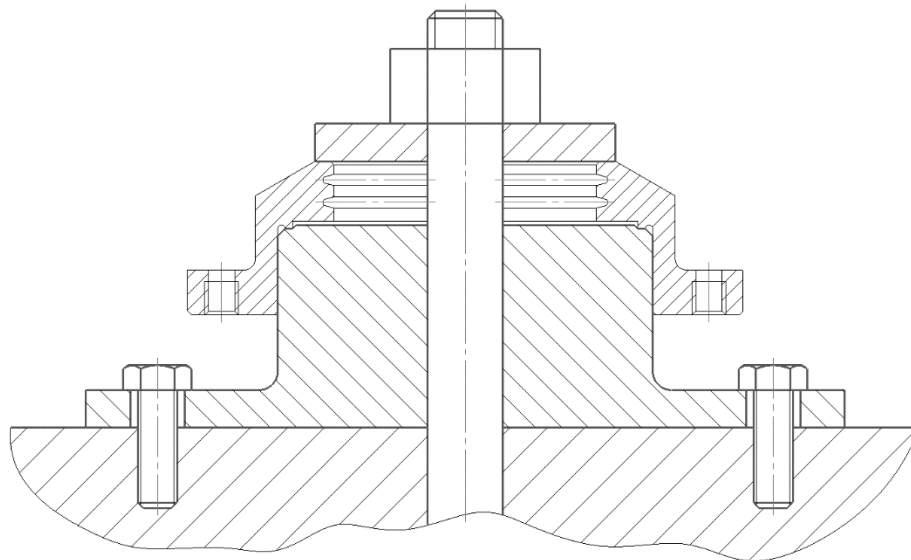


Рисунок 7.2 – Деталь, встановлена на оправку

Під час проектування верстатного пристрою використовуємо правила вибору баз, контролю і зняття деталі, зручного встановлення, стабільного взаємного

положення заготовки і ріжучого інструменту при обробці, а також умов, що забезпечують безпеку обслуговування і роботи даного пристрою.

В процесі проектування верстатного пристрою проводимо розрахунок похибки базування в залежності від виду установки заготовки за загальноприйнятими формулами.

Під час розробки конструкції верстатного пристрою необхідно прагнути до підвищення режимів різання, зменшення часу на установку і знімання оброблюваної деталі.

Визначаємо похибку базування.

Похибка базування при обробці даної деталі у лінійному напрямку:

$$\varepsilon_6 = T_{41} = 0,5 > T_5 = 0,3,$$

Фактична похибка є більшою за допустиму, але оскільки ця схема базування є надійною та зручною у технологічному процесі зменшимо допуск на розмір 41 мм та будемо виготовляти його за 11 квалітетом з допуском 0,25 мм, що не призведе до втрати продуктивності для верстату з ЧПК, адже дана поверхня вимагає обробку з шорсткістю Ra1,6, що і так потребує чистової стадії обробки. Таким чином після зміни допуску на розмір 41 мм отримуємо

$$\varepsilon_6 = T_{41} = 0,25 < T_5 = 0,3,$$

Для досягнення перпендикулярності вісі деталі при встановленні у пристрій призначимо допуск торцевого биття поверхні оправки відносно її циліндричної поверхні 0,01 мм, що треба врахувати при виготовленні пристрою.

Розрахуємо похибку базування на розміри пазів у радіальному напрямку.

Фактична похибка буде визначатись зазором між деталлю та оправкою.

$$\varepsilon_6 = \frac{H12 + h7}{2} = \frac{0,3 + 0,03}{2} = 0,165 \text{ мм.}$$

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Допустима похибка  $\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3$  мм.

З умови базування:

$\varepsilon_{\text{доп}} \geq \varepsilon_{\text{б}}, 0,3 \geq 0,165$  – умова виконується, значить, що при обробці пазів при даному базуванні буде досягнута необхідна точність.

Розрахунок сил затиску заготовки.

При проектуванні верстатного пристрою особливу увагу слід приділити вибору затискних пристроїв та розрахунку сили затиску оброблюваних заготовок. Сила затиску має забезпечувати надійне закріплення заготовок у пристрої, запобігаючи їх зсуву, повороту або вібраціям під час обробки.

Розрахуємо силу затиску заготовки, яка потрібна для обробки деталі на операції. Для цього намалюємо схему дії сил затиску та сил різання, що діють на заготовку в процесі обробки (рис. 7.3).

Найбільша сила буде виникати при обробці тому знайдемо тангенціальну складову сили різання, тобто радіальну складову  $P_r$  та силу  $P_z$ , користуючись літературою [18]. Сила  $P_x$  значно менша за інші дві складові результуючої сили, діє лише в процесі заходу у паз при врізанні під кутом, тому нею можна знехтувати, оскільки її буде поглинати основа пристрою:

$$P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B_r * Z}{D^q * n^W} * K_{MP} (H), \quad (7.1)$$

де  $C_p = 12,5$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$t = 2,5$  мм – глибина різання;

$S_o = 0,2$  мм / зуб – подача;

$D = 5$  мм – діаметр свердла;

$n = 2000$  об / хв – частота обертання;

$K_{MP} = 1$  – коефіцієнт, що залежить від властивостей оброблюваного матеріалу;

$x = 0,9$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$y = 0,8$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$q = 0,73$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$w = - 0,13$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$n = 1$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки.

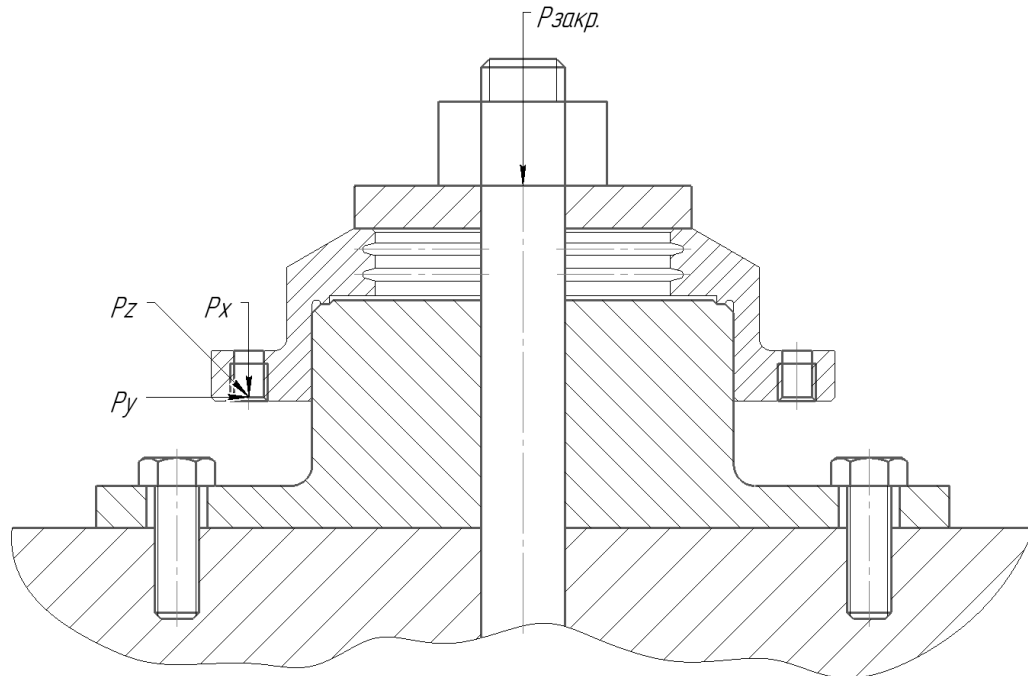


Рисунок 7.3 – Схема сил, що діють на заготовку

З урахуванням цих величин розрахувати силу різання:

$$P_z = \frac{10 * 12,5 * 10^{0,9} * 0,01^{0,8} * 5^1 * 4}{10^{0,73} * 3057^{-0,13}} * 1 = 264 \text{ (Н)}$$

Радіальна складова:

$$P_y = 0,5 * P_z, \tag{7.2}$$

$$P_y = 0,5 * 264 = 132 \text{ Н.}$$

Складаємо рівняння рівноваги. Для цього до заготовки прикладаються сили, що врівноважують сили різання:

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$P_z - F_{\text{ТР}} = 0, \quad (7.3)$$

де  $F_{\text{ТР}}$  – сила тертя, що врівноважує  $P_z$ .

$$F_{\text{ТР}} = N * f, \quad (7.4)$$

де  $N$  – сила реакції опори, що виникає внаслідок притискаючої сили  $Q$ ;

$f$  – коефіцієнт тертя;  $f = 0,25$  [6].

$$P_z = N * f, \quad (7.5)$$

З формули (7.5) знаходимо:

$$N = \frac{P_z}{f}, \quad (7.6)$$

Тобто

$$N = \frac{264}{0,25} = 1056 \text{ Н.}$$

$$|\bar{N}| = |\bar{Q}|, \quad (7.7)$$

тобто

$$N \approx Q \approx 1056 \text{ Н.}$$

Таким чином необхідна сила затиску заготовки  $Q \approx 1056 \text{ Н.}$

Визначаємо коефіцієнт запасу  $K$ :

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6, \quad (7.8)$$

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

де  $K_0 = 1,5$  – постійний коефіцієнт запасу при всіх випадках обробки;

$K_1 = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки – оброблене або необроблене;

$K_2 = 1,3$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні різального інструменту;

$K_3 = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при обробці переривистих поверхонь на деталі;

$K_4 = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, що розвивається приводом пристрою;

$K_5 = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує зручне розташування рукоятки для ручних пристроїв затискних;

$K_6 = 1,5$  – коефіцієнт, який враховується при наявності моментів, які прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі.

За формулою 7.8:

$$K = 1,5 * 1,0 * 1,3 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,5 = 2,925$$

При цьому сила на штоку приводу з коефіцієнтом запасу дорівнюватиме:

$$Q = 1056 * 2,925 = 3089 \text{ Н.}$$

Вибір і розрахунок силового приводу.

В даному випадку у якості пневмоприводу обираємо пневмокамеру, адже нам не потрібен великий хід штока при закріпленні, а враховуючи її довговічність, простоту виготовлення, дешевизну та надійність, вона має суттєві переваги над пневмоциліндром в даному технологічному процесі.

Дійсна сила на поршні розраховується за формулою:

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

$$W = \frac{\pi D + d}{16} * p, \quad (7.9)$$

де:  $p$  – розрахунковий тиск,  $p = 0,4$  МПа;

$D$  – діаметр пневмокамери;

$d$  – діаметр штока, 10 мм;

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{16Q}{\pi * p}}, \quad (7.10)$$

$$D = \sqrt{16^2 + \frac{16 * 3089}{3,14 * 0,4}} = 154 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $D = 160$  мм по ГОСТ 9887-70.

Товщину діафрагми  $h_d$  вибирають залежно від її діаметра  $D_{\Pi}$ :  $h_d$  4...8 мм, приймаємо товщину 4 мм.

Дійсна сила на штоку розраховується за формулою:

$$W = \frac{3,14}{16} (160^2 + 10^2) * 0,4 = 3184 \text{ Н.}$$

Дана сила більша за необхідну силу затиску заготовки, отже, пристрій забезпечує фіксоване положення деталі при обробці.

В даному пристрої використана стандартна пневмокамера, в якій діаметр штока - 10 мм, діаметр 160 мм.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

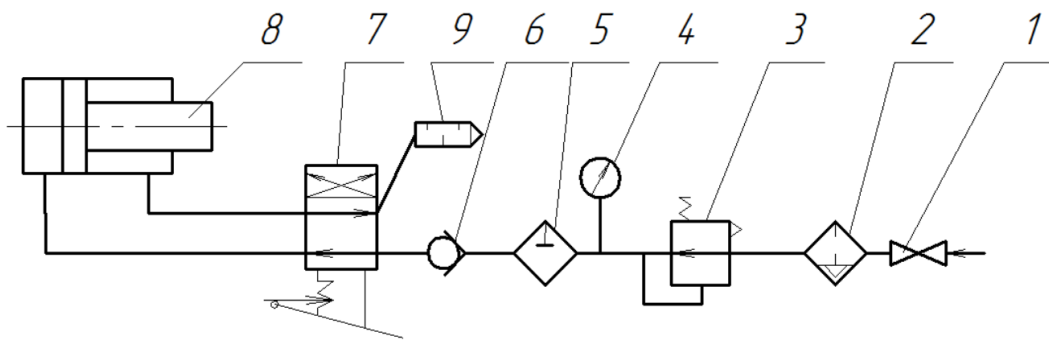


Рисунок 7.4 – Схема підключення до пневмережі

1. Кран – вентиль
2. Фільтр вологовідділювач
3. Редукційний пневмоклапан
4. Манометр
5. Маслорозпилювач
6. Зворотній клапан
7. Пневморозподілювач
8. Пневмокамера
9. Пневмоглушник

Схема підводу повітря у пневмокамеру наведена на рисунку 7.5.

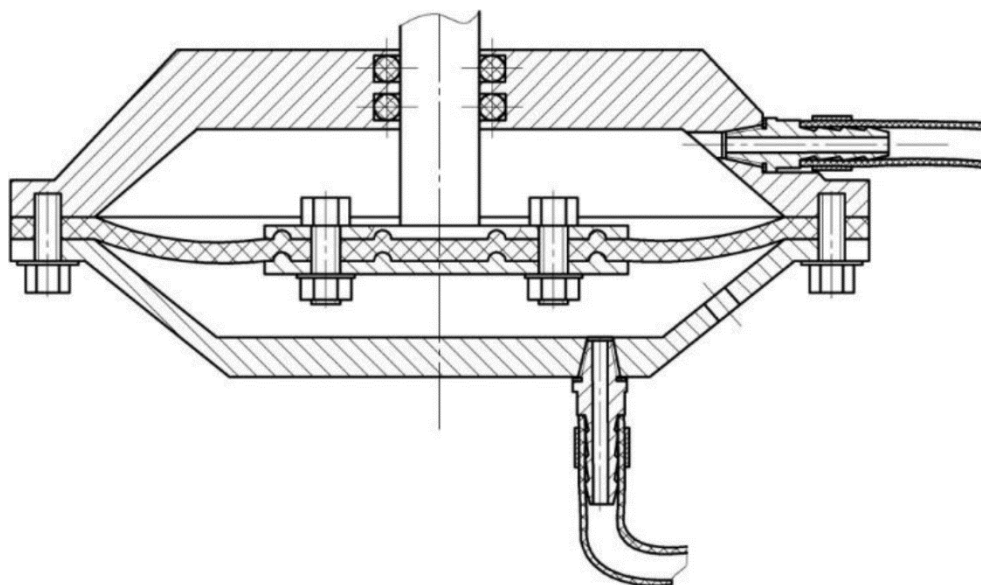


Рисунок 7.5 – Схема підводу повітря у пневмокамеру

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 20510054-00 ПЗ

Лист

64



### Розрахунок деталі на міцність

Розраховуємо на рим – болтах різьбу М8х1,25 на міцність (це найменший діаметр різі, що допускається ГОСТ), так як на них впливають значні навантаження при підйомі пристрою. Приймаємо, що буде використовуватися два рим-болти. Вага пристрою приблизно 30 кг що дорівнює 300 Н, тобто на один рим-болт буде припадати навантаження 150Н.

Розраховуємо необхідну площину різі, для одного рим-болта.

Для того, щоб різьба на рим-болті не була зірвана, необхідно забезпечити певні умови, а саме, щоб діаметр різьби болта був не менше допустимого діаметру по міцності:

$$\sigma_p \leq [\sigma_p], \quad (7.11)$$

Межа текучості для Сталі 40 дорівнює  $\delta_t = 300$  МПа.

$$[\delta]_p = 0,4\delta_t, \quad (7.11)$$

$$[\delta]_p = 0,4 * 300 = 120 \text{ МПа}$$

Небезпечним є перетин, послаблений нарізною різьби (рис. 7.6). Розрахунковий діаметр різьби визначається за формулою:

$$d_p = d - 0,94p, \quad (7.12)$$

де:  $d$  – зовнішній діаметр різьби, мм;

$p$  – крок різьби, мм.

$$d_p = 8 - 0,94 * 1,25 = 6,85 \text{ мм.}$$

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$\sigma_p = \frac{4N}{\pi d_p^2}, \quad (7.13)$$

де  $N$  – максимальна осьова сила, що діє на розтягнення

По формулі:

$$\sigma_p = \frac{4 * 150}{3,14 * (6,85)^2} = 28,3 \text{ МПа}$$

Умова  $\sigma_p \leq [\sigma]_p$  виконується ( $28,3 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$ ) отже рим-болти витримують навантаження на розрив при підйомі пристрою.

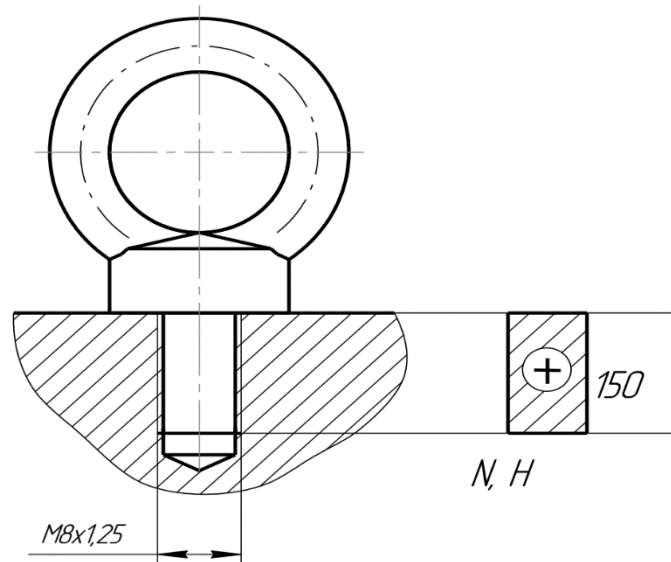


Рисунок 7.6 – Епюра навантажень рим-болта М8х1,25

Складання та експлуатація пристрою.

Зібраний пристрій має забезпечити якісну обробку заготовки по заданих розмірах і задовольняти технічним вимогам креслення загального вигляду.

Складання пристрою. Всі деталі та вузли пристрою піддають візуальному контролю, виявлені дефекти виправити.

1. До столу верстата по шпонкам 19 встановлюється корпус 2 з пневмокамерою та штоком 6.

2. До корпусу пригвинчується стакан 3.

3. Після цього встановлюється швидкозмінна шайба 7.
4. Шайба пригвинчується гайкою 8.
5. Після цього приєднуються метало - рукави 12 за допомогою хомутів 11.

Експлуатація пристрою.

1. Встановити і закріпити пристрій на верстаті.
2. Підготувати базові поверхні до установки заготовки.
3. Встановити заготовку на стакан до упора в торець. 4. Встановити швидкозмінну шайбу.

5. Повернути рукоятку пневморозподільника у положення «Відкрито».

6. Виконати обробку деталі.

7. В процесі експлуатації пристрою виконувати пункти 1 - 7 технічних вимог.

Пристрій зберігати на дерев'яній основі. Вплив атмосферних опадів і агресивного середовища неприпустимі).

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

## ВИСНОВКИ

В цій роботі був виконаний аналіз службового призначення виробу, вузла, деталі, розроблений технологічний процес обробки деталі «Корпус підшипника 1.1640-2.326.02», який входить до складу муфти МЦК-1-4 1.1640-2.326.00СБ. Цей вузол входить до складу Центрифуги 1/2ФГП-631К-01. Проведено аналіз технічних вимог і виявлено технологічні задачі при виготовленні деталі. Було визначено тип виробництва – дрібносерійний та умови організації праці. Вибрано спосіб одержання заготовки – литтям під тиском. Проведено аналіз існуючого типового технологічного процесу, обґрунтовано вибір металорізального верстата, вибір металорізального, вимірювальних інструментів та верстатних пристроїв на операціях 070 токарна із ЧПК та 090 вертикально – свердлильна із ЧПК. Було проведено розрахунки режимів різання для цих операцій та норми часу за табличним методом. Спроектовано верстатний пристрій на операцію 090 вертикально – свердлильна із ЧПК, розроблено та обґрунтовано тип силоутворюючого механізму та схему закріплення, проаналізувано структуру полів зрівноважуючих та збурюючих сил, зроблено опис пристрою та принципу його роботи.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

## ПЕРЕРІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до курсової роботи для студентів, що навчаються за освітньо-кваліфікаційним рівнем «Бакалавр» за напрямом 0902 «Інженерна механіка» усіх форм навчання/ Укладачі Захаркін А.У, Євтухов В.Г.,- Суми: Вид-во СумДУ 2000 23 с.

2. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко. – Київ: НУХТ, 2018. – 195 с.

3. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафеев; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.

4. Мазур, М. П. Основи теорії різання матеріалів: підручник / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. Л. Доброскок, В. О. Залога та ін.; під заг. ред. М. П. Мазура. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2011. – 422 с.

5. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 123 с.

6. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.

7. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 2 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.В.Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 102с.

										ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							69

8. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей: навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. – Тернопіль: ТНТУ , 2016. – 156 с.

9. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення важелів та вилок: навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль: ТНТУ , 2013. – 56 с.

10. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення валів: навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла. – Тернопіль: ТНТУ , 2016. – 198 с.

11. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві: навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 148 с.

12. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення зубчастих коліс : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія» / укладачі : Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 136 с.

13. Паливода, Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Р. Я. Лещук. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

14. Приходько, В. П. Розмірне моделювання та аналіз технологічних процесів [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / В. П. Приходько; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 249 с.

15. Паливода Ю. Є. Розмірні ланцюги : навчально-методичний посібник / укладачі: Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 132 с.

16. Технології формоутворення сучасних складнопрофільних деталей [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Технології виготовлення літальних

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

апаратів», «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові данні. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 380 с.

					ТМ 20510054-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		71