

Хмельницький національний університет  
Факультет: Інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра: Технології машинобудування

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на здобуття ступеня вищої освіти бакалавра

Технологія виготовлення деталі «гільза 715.154.002»  
з використанням верстатів з ЧПК  
Назва теми

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13  
Шифр і назва галузі знань

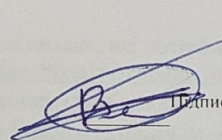
Спеціальність 131 Прикладна механіка  
Шифр і назва спеціальності

Спеціалізація Технології машинобудування  
Назва

Освітня програма Технології машинобудування  
Назва

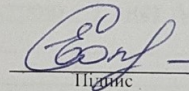
Шифр ДП.ПМ.ФІТА.25.03.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТ-21-1

  
Підпис

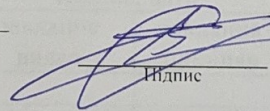
Володимир ВАСІЛЬЄВ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник к.т.н., доцент  
Науковий ступінь, звання

  
Підпис

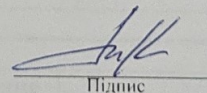
Катерина СОКОЛАН  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

  
Підпис

Сергій БИСЬ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

**До захисту допускаю:**  
Завідувач кафедри технології  
машинобудування  
Назва

  
Підпис

Віталій ТКАЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата

Хмельницький 2025

Хмельницький національний університет  
факультет Інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра Технології машинобудування

Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалавр) \_\_\_\_\_  
Галузь знань: 13 \_\_\_\_\_  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 131 Прикладна механіка \_\_\_\_\_  
Освітня програма \_\_\_\_\_ Технології машинобудування \_\_\_\_\_

ЗА ПЕРЕДЖУЮ  
Викладач кафедри  
технології машинобудування  
\_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**  
Васильєву Володимирі Володимировичу

1. Тема роботи (проєкту) \_\_\_\_\_ Технологія виготовлення деталей з діаметром 715.154.002- з використанням верстатів з ЧПК \_\_\_\_\_

Керівник роботи (проєкту) \_\_\_\_\_ Соколан Катерина Станіславівна, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  
Підписати на ім'я керівника, доцентів спеціальності, інших викладачів

Затверджено наказом ректора від 7 лютого 2025 р. № 23 \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) \_\_\_\_\_ 1.06.2025 р. \_\_\_\_\_

3. Викідні дані до проєкту (роботи) Обзор літературних джерел Креслення деталі.

4. Зміст розрахунково-технологічної записки (зміст питання, які потрібно розробити): Вступ, Загальний розділ, Технологічний розділ, Конструктивний розділ, Розділ оцінки вартості, Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням об'ємів креслення): 1. Креслення деталі – 1 лист А2; 2. Креслення з'єднання – 1 лист А2; 3. Графічне з'єднання – 1 лист А1; 4. Карта налагодки – 1 лист А1; 5. Складальний креслення верстатного пристрою – 1 лист А1; 6. Складальний креслення контрольного пристрою – 1 лист А1.

**6. Консультації розділів проєкту (роботи)**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання віддані	завдання прийняті
I	Соколан К.С., к.т.н., доцент		
II	Соколан К.С., к.т.н., доцент		
III	Соколан К.С., к.т.н., доцент		
IV	Соколан К.С., к.т.н., доцент		

7. Дата відати завдання \_\_\_\_\_ 23.09.2025 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Прогноз
1	Розділ I	1.03.2025 р.	
2	Розділ II	1.04.2025 р.	
3	Розділ III	1.05.2025 р.	
4	Розділ IV	1.06.2025 р.	

Студент \_\_\_\_\_

Володимир ВАСІЛЬЄВ \_\_\_\_\_

Керівник роботи (проєкту) \_\_\_\_\_ Катерина СОКОЛАН \_\_\_\_\_

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ Технології машинобудування  
 ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Технологія виготовлення деталі з алюмінію  
 Автор Засцьков С.В. УНУ, 154, 001 з Викор.  
 Освітня програма Технології машинобудування Версії з ЧПК  
 Рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
 Спеціальність 131 Діагностика механіки  
 Науковий керівник: Скокаш К.С.

На основі аналізу кваліфікаційної роботи на дотримання вимог академічної доброчесності (у т.ч. відсутності ознак академічного плагіату) з урахуванням результатів перевірки роботи спеціалізованим програмним засобом(ами) комісія зробила такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Ознаки академічного плагіату	
1.1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	
1.2	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
1.3	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
1.4	Робота містить наявні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
2	Інші види порушень академічної доброчесності	

Підтвердження:

Текст плагіат - 18,1%  
Anti - Plagiarism V-15,274 - 4%

Дата

Завідувач кафедри

М.Т.Ткачук С.П.  
 Ім'я Прізвище

Гарант освітньої програми

С.В.Милько С.В.  
 Ім'я Прізвище

Керівник кваліфікаційної роботи

С.В.Скокаш К.С.  
 Ім'я Прізвище

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

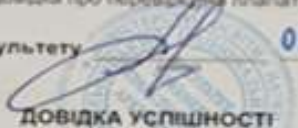
Направляється студент Васильєв Володимир Володимирович на захист дипломного проєкту (роботи)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Гільза 715.154.002" з використанням верстатів з ЧПК

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагиат додаються.

Декан факультету

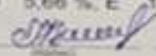


**ОЛЕГ ПОЛУШУК**

### ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Васильєв В. В. за період навчання на факультеті інженерів, транспорту та архітектури з 2021 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 35,71 %, добре 53,57 %, задовільно 10,71 %, шкалою СКТС: А 30,19 %, В 35,85 %, С 26,42 %, D 5,66 %, E 1,89 %.

Методист факультету



### ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Васильєв Володимир отримав завдання на дипломний проєкт об'єкту ваги виконання роботи - згідно графіка. Ста час роботи над проєктом Васильєв Володимир показав серйозні творчі здібності та вміння використовувати країну інтер'єр

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

Керівник дипломного проєкту

Відмінно  
Бож. Соколан К.С.

10.07.2025 р.

### ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Васильєв В. В. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

Тихоновіч  
Віктор ТРАЧУК

11.06 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

студента **Васільєва В.В.**

Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Гільза 715.154.002» з використанням верстатів з ЧПК»

Тема кваліфікаційної роботи та її зміст відповідають вимогам до кваліфікаційних робіт бакалаврів.

Васільєв В.В. розробив технологічний процес механічного оброблення деталі, обґрунтував метод виготовлення заготовки, спроектував верстатний та контрольний пристрої.

При розробленні технологічного процесу механічного оброблення деталі Кірик П.О. застосував сучасне обладнання з ЧПК та сучасні різальні інструменти провідної фірми Sandvik.

В розділі «Охорона праці» Васільєв В.В. провів аналіз безпечності експлуатації токарних верстатів з ЧПК та зробив висновки про відповідність безпечної роботи за зазначеними верстатами вимогам міжнародних та європейських стандартів.

В якості зауважень, можна вказати на те, що в додатку «А» - «Технологічний процес виготовлення деталі» є маршрутно - операційні карти, але немає ескізних карт.

В цілому кваліфікаційна робота бакалавра Васільєва В.В. виконана на хорошому інженерному рівні. Кваліфікаційна робота заслуговує оцінки «Відмінно».

РЕЦЕНЗЕНТ

*д.т.н., декан ФІТА Толіщук О.С.*

(прізвище, ім'я по батькові, посада, місце роботи)

...21... травня..... 2025 р.

*Толіщук О.С.*  
(підпис)

Завідувачу кафедри ТМ  
Канд. техн.наук, доц. Ткачуку В.П.

Васільєва В.В.

ПІІ здобувача вищої освіти

ФІТА, 4 курс, групи ПМТ-21-1

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (StrikePlagiarism та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

21.05.2025

дата



підпис

## РЕФЕРАТ

Завданням наданої кваліфікаційної роботи було розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі «гільза», виготовленого із сталі 20 ДСТУ 7809:2015.

В розрахунково-пояснювальній записці даної роботи надано розроблений технологічний процес механічного оброблення деталі «гільза», проведено розрахунок собівартості двох методів отримання заготовки, розрахунок припусків на поверхню  $\varnothing 60h7$ . Для спроектованого технологічного процесу обране сучасне обладнання та металорізальний інструмент фірми Sandvik.

Для операції 015 «Токарна з ЧПК згенеровано керуючу програму.

Призначено режими різання для операцій механічного оброблення за традиційною методикою (для операцій, що проводяться на універсальному обладнанні) та за калькулятором фірми Sandvik Coromant.

В конструкторському розділі спроектовано верстатний пристрій для закріплення деталі при свердлуванні отвору  $\varnothing 8H14$  та контрольний пристрій для контролювання радіального биття поверхні  $\varnothing 60h7$ .

В розділі «Охорона праці» наведено аналіз безпечності експлуатації токарних верстатів з ЧПК та відповідність безпечної роботи вимогам міжнародним та європейським стандартам.

Кваліфікаційна робота бакалавра містить 76 сторінок розрахунково-пояснювальної записки та 4 листа формату A1, 2 листа формату A2 графічної частини.

**Ключові слова:** деталь гільза, верстати з ЧПК, різальний інструмент, режими різання, пристрій, технологічний процес.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ			
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата				
Розроб.	Васильєв В.В.				Технологія виготовлення деталі «гільза 715.154.002» з використанням верстатів з ЧПК	Літера	Аркуш	Аркушів
Перев.	Соколан К.С.					н		
Н. контр.	Бись С.С.				ХНУ гр. ПМТ-21-1			
Затв.	Ткачук В.П.							

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Стан питання та постановка задачі	8
1.2 Аналіз об'єкта виробництва	9
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі	12
1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу	18
2.2 Вибір виду і обґрунтування методу отримання заготовки	20
2.3 Вибір технологічних баз	28
2.4 Розробка технологічних операцій	29
2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку	35
2.6 Вибір режимів різання	38
2.7 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій	51
2.8 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК	52
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	54
3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталі при свердлуванні отвору $\varnothing 8H14$	54
3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою	66
ОХОРОНА ПРАЦІ	70
4.1. Безпечність експлуатації токарних верстатів з ЧПК	70
ВИСНОВКИ	75
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	76
ДОДАТКИ	

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## ВСТУП

В сучасному світі розвиток виробництва тісно пов'язаний з цифровізацією машинобудування, що підвищує ефективність виробництва за рахунок використання сучасних технологій, реалізованих за допомогою високопродуктивного обладнання з ЧПК.

Ефективність застосування металообробного обладнання з ЧПК доведена досвідом промислово розвинених країн. Переваги такого обладнання полягають в можливості концентрації операцій за рахунок великих технологічних можливостей, які закладені в такі верстати їх виробниками. На підприємствах машинобудівної галузі в Україні останнім часом почали широко використовувати металообробне обладнання з ЧПК. Але ефективність його застосування відбувається лише за умови, коли максимальну кількість часу верстат проводить обробку різанням, а відсоток допоміжного часу мінімальний.

На машинобудівних підприємствах України технологічний процес механічного оброблення деталі реалізується за допомогою спеціального програмного забезпечення – САМ систем, якими оснащені робочі місця технологів – програмістів.

САМ системи автоматизують роботу технологів та забезпечують їх інструментами, за допомогою яких процес розроблення керуючої програми реалізується на використанні графічної інформації, закладеної конструктором в електронній геометричній моделі деталі. Крім того, в САМ систему закладені різні стратегії оброблення геометричних елементів деталі, які, в залежності від режимів різання, можуть бути оброблені при максимальній продуктивності верстата з мінімальними витратами часу та з заданими показниками якості обробленої поверхні та точності розміру і геометричної форми.

Інструменти САМ системи забезпечують також вибір різальних інструментів чи створення нових, спеціальних інструментів та враховують зміну форми заготовки після виконання відповідного етапу оброблення. Можлива також візуалізація

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

оброблення шляхом твердо тільної верифікації, при якій зображується не тільки траєкторія руху різального інструменту, але й процес знімання стружки, можливе порівняння отримання після оброблення результату з геометрією моделі деталі, автоматично генерується траєкторія руху інструментів та допоміжні переміщення тощо. Крім того, в текстовій частині САМ системи зображується розроблений технологічний процес оброблення заготовки з деталізацією по операційних переходах.

Така організація створення технологічних процесів дозволяє скоротити велику кількість як технологічної, так і конструкторської документації, що, в результаті, також призводить до підвищення ефективності виробництва.

Такий підхід до розроблення технологічних процесів механічного оброблення заготовок став основою для нового типу відносин на машинобудівних підприємствах – електронного документообігу між конструкторами, технологами, операторами верстатів з ЧПК, а також із заготівельними підрозділами. Джерело такого потоку інформації – геометрична модель деталі.

Суттєвим фактором підвищення зростання ефективності використання обладнання з ЧПК є запровадження систем моніторингу високоточних верстатів за допомогою датчиків, які знімають покази з основних елементів верстатів з ЧПК. Це дозволить отримати інформацію про причини падіння продуктивності обладнання і оперативно застосувати необхідні заходи для усунення виявлених недоліків.

В даній роботі для деталі «гільза» розробляється сучасний технологічний процес механічного оброблення, який повинен мати вищу ефективність за рахунок зростання продуктивності праці; заміни універсальних верстатів; скорочення термінів підготовки виробництва і технологічного оснащення; зниження браку; підвищення точності обробки; скорочення розмірних і слюсарних операцій.

Висока ефективність застосування верстатів з ЧПК досягається лише на основі вирішення всього комплексу питань, пов'язаних з їхньою експлуатацією, яка передбачає:

- автоматизацію розрахунку і запису керуючих програм;

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ</b>	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

- технологічну підготовку різального, вимірювального кріпильного інструменту, оснащення;
- організацію обслуговування і ремонту верстатів.

Ефективність використання верстатів з ЧПК зростає з підвищенням точності, ускладненням умов оброблення, у разі багатоінструментального багатоопераційного оброблення деталей з однієї установки тощо.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ</b>	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

# 1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Стан питання та постановка задачі

Дипломне проектування бакалавра для деяких студентів є проміжним, а для деяких - заключним етапом навчання за спеціальністю.

Дипломне проектування бакалавра має на меті систематизацію, закріплення та розширення теоретичних і практичних знань за фахом, застосування цих знань при розв'язанні конкретних технічних і виробничих завдань; розвиток навичок ведення самостійної роботи, оволодіння підходами до розрахунку і проектування сучасних технологічних процесів механічного оброблення деталей машин.

Дипломне проектування має максимально наближатися до реального виробництва та розроблятися під конкретне підприємство.

Технологічний процес механічного оброблення деталі «гільза» розроблено під конкретне підприємство. Метою даної дипломної роботи є розроблення сучасного технологічного процесу механічної обробки деталі, в якому застосовуються ефективні верстати з ЧПК, а також сконструйовано спеціальний верстатний та контрольний пристрій для підвищення ефективності виробництва.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## 1.2 Аналіз об'єкта виробництва

Деталь гільза 715.154.002 є несучою конструкцією вібраційного механізму, що дозволяє виконувати поступально-обертальний та зворотно-поступальний рухи виконуючого механізму бурякозбирального агрегату.

Деталь є тілом обертання. Діаметральні розміри гільзи не мають ступінчастих переходів, тому є можливість обробки прохідними різцями за один установ.

Розглянемо функціональне призначення кожної поверхні.

На поверхні  $\varnothing 60h7$  кріпиться підшипник кочення, тому вона виконана з високим квалітетом точності – IT7 і високою чистотою поверхні – Ra0,8.

Поверхня  $\varnothing 48H7$  виконана з шорсткістю Ra1,7 та квалітетом точності IT7 і призначена для встановлення підшипника ковзання.

Виточка R3 призначена для встановлення гофрованого кожуха, який захищає конструкцію від бруду.

Канавки  $b=1,9$  та  $b=2,2$  призначені для встановлення стопорних кілець, які запобігають осьовому зсуву підшипників.

Канавка  $b=21$   $\varnothing 54h14$  призначена для встановлення кільця з масляною, через яку заповнюється солідолом внутрішня порожнина гільзи.

Виточки  $\varnothing 59,5$   $b=22_{-0,1}$  призначені для встановлення розпірних кілець між підшипниками.

Конфігурація деталі дозволяє застосування високопродуктивних режимів різання; достатньо жорстка поверхня дозволяє отримати високу точність обробки.

Конструкція деталі дозволяє використовувати принцип суміщення баз в технологічному процесі, тобто використовувати одну поверхню в якості баз різного призначення – конструкторської та технологічної.

Вказані на кресленні допустимі відхилення розмірів по IT7 та IT14, шорсткість поверхні – Ra0,8 мкм ; Ra1,6 мкм; Ra3,2 мкм; Ra6,3 мкм. Просторові відхилення геометричних форм розташовані в межах IT7 та IT14. Допуски радіального биття – 0,02 мм та співвісності 0,2 мм можуть бути отримані на верстатах нормальної точності.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Деталь виготовлено із сталі 20, ДСТУ 7809:2015 «Прокат сортовий, калібрований зі спеціальним обробленням поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови». Фізико-механічні властивості і хімічний склад сталі 20 наведені в таблицях 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 - Механічні властивості сталі 20 ДСТУ 7809:2015

Марка	$\sigma_m$	$\sigma_e$	$\delta$ , %	$\alpha$ , $\frac{кгс \cdot м}{см^2}$	Відносне звуження, %	Твердість НВ, не менше
	МПа					
20	360	230	28	5	55	100



Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 20 ДСТУ 7809:2015

C	Si	Mn	Cr	P	S
				Не більше	
0,17-0,23	0,17- 0,37	0,35- 0,65	0,25	0,04	0,04

Сталь 20 ДСТУ 7809:2015 за своїм хімічним складом і фізико-механічними властивостями підходить для виготовлення деталі і повністю задовольняє всі вимоги, вказані на кресленику, тому марку сталі немає необхідності замінювати іншою.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ</b>	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Аналіз технічних умов на виготовлення деталі

Технічні умови на поверхню	Кінцева операція	Модель верстата і інструмент	Пристрій для базування	Пристрій для контролю
Радіальне биття 	Шліфувальна	3A184, шліфувальний круг	Центр обертаючий, повідковий патрон	Калібр - скоба
Відхилення від співвісності 	Токарна	16K20Ф3, різець розточний T5K10	Патрон трьохкулачковий	Калібр - пробка

### 1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

За своєю формою, конструкцією та технологічним ознакам деталь гільза належить до класу циліндрів – деталі загальномашинобудівного призначення – тіла обертання. Це дає можливість вести оброблення на верстатах токарної групи.

Деталь достатньо жорстка для застосування концентрації переходів.

Розміри деталі можна контролювати прямим методом. Конструкція деталі дозволяє застосовувати принцип суміщення баз.

Розміри заготовки можуть бути максимально наближені до розмірів готової деталі.

Деталь має хороші базові поверхні. Конструкція деталі забезпечує добру доступність інструменту, що дозволяє застосовувати високопродуктивні режими обробки. Нетехнологічним є велика довжина наскрізного отвору, але обробка всього отвору не ведеться, а обробляються тільки спряжені поверхні.

Результати аналізу технологічності зводимо в таблицю 1.4.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Результати аналізу технологічності деталі гільза

Найменування поверхонь	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності IT	Параметр шорсткості Ra
Ø60h7	1	1	7	0,8
Ø48H7	2	1	7	1,6
Ø59,5h16	2	2	16	6,3
Ø54h14	1	1	14	6,3
2,2H16	1	1	16	6,3
Ø50,5h16	2	2	16	6,3
1,9H16	1	1	16	6,3
фаски 3x15 <sup>0</sup>	2	1	14	6,3
Ø8H14	1	1	14	6,3
21h14	1	1	14	6,3
200h14	1	1	14	6,3
фаски 1,6x45 <sup>0</sup>	2	1	14	6,3
Σ	17	14		

Кількісна оцінка технологічності:

1. За коефіцієнтом уніфікації:

$$K_y = \frac{Q_y}{Q_e},$$

де  $Q_y$  - число уніфікованих елементів,  $Q_y = 14$ ;

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		17

$Q_e$  - число елементів,  $Q_e = 17$ .

$$K_y = \frac{14}{17} = 0,82 \geq 0,6.$$

2. За коефіцієнтом точності обробки:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}},$$

де  $A_{cp}$  - середня точність обробки.

$$A_{cp} = \frac{14 \cdot 8 + 7 \cdot 3 + 16 \cdot 6}{17} = 13,47;$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{13,47} = 0,92.$$

3. За коефіцієнтом шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}},$$

де  $B_{cp}$  - середня шорсткість:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$B_{cp} = \frac{6,3 \cdot 14 + 0,8 \cdot 1 + 1,6 \cdot 2}{17} = 4,58;$$

$$K_{ш} = \frac{1}{4,58} = 0,18.$$

Виходячи з проведеного аналізу можна сказати, що деталь технологічна і не викликає труднощів при обробці.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

#### 1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

За відомою методикою для механічних цехів попередньо можна встановити тип виробництва, знаючи річну програму випуску деталей та масу заготовки (деталі). До 200 кг рекомендується призначати такий тип виробництва:

- одиничне виробництво при програмі до 1000 шт./рік;
- дрібносерійне виробництво - 1000 - 5000 шт./рік;
- середньо серійне виробництво - 5000 - 10000 шт/рік;
- багатосерійне виробництво - 10000 -100000 шт./рік;
- масове виробництво - більше, ніж 100000 шт./рік.

Оскільки річна програма випуску деталей  $N = 20000$  штук та маса готової деталі  $m = 2,4$  кг попередньо можна встановити тип виробництва – серійне виробництво.

Для кожного підприємства існує своя форма організації виробництва. Це залежить від наступних чинників:

- конструктивних і технологічних особливостей виробів, які на ньому випускаються;
- типу виробництва;
- виробничої програми.

У конкретних умовах та або інша форма організації виробництва приймається в результаті ретельного аналізу усіх факторів, пов'язаних з підготовкою та функціонуванням виробничого процесу і є результатом його доцільності. Приймаємо поточно-перемінну (поточно-серійну) форму організації виробництва.

Для такої форми організації виробництва необхідно знати добовий випуск виробів:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$N_{\partial} = \frac{N_p}{253},$$

де  $N_p$  - річна програма випуску виробів,  $N_p = 20000$  шт.

$$N_{\partial} = \frac{20000}{253} \approx 80 \text{ деталей.}$$

При поточно-перемінній (поточно-серійній) формі організації виробництва необхідно розрахувати запуск виробів у виробництво, який здійснюється партіями з визначеною періодичністю, що є ознакою серійного виробництва.

Кількість деталей в партії можна визначати за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi_{\partial}},$$

де  $N$  - кількість деталей одного найменування і розміру в річному об'ємі випуску виробів, шт;

$a$  - періодичність запуску партії деталей в днях. Приймаємо  $a = 3$  дні;

$\Phi_{\partial}$  - число робочих днів в році. При п'ятиденному робочому тижні і тривалості робочого дня 8 годин  $\Phi_{\partial} = 253$ .

Тоді:

$$n = \frac{20000 \cdot 3}{253} = 237 \text{ шт.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу.

Предметом аналізу є процес виготовлення деталі „гільза”, виготовленої із прокату. Тип виробництва – дрібносерійне. Об’єм випуску – 20000 штук в рік.

Прийняту в даному варіанті технологічного процесу загальну послідовність обробки логічно вважати доцільною, оскільки при цьому дотримуються принципи послідовності формування властивостей деталі, що обробляється. Метод отримання заготовки пропонується замінити на заготовку із трубного прокату, що дасть можливість суттєво зменшити витрати матеріалу.

Також недоцільним в існуючому технологічному процесі є те, що для токарних робіт не використовується обладнання з ЧПК. Для обробки зовнішньої поверхні використовується верстат 1К62. Обробка ведеться з двома установками, спочатку обробляють одну сторону гільзи, потім переустановлюють і обробляють іншу сторону. Це призводить до накопичення похибки і, як наслідок, до зменшення точності обробки і незабезпечення вимог щодо радіального биття поверхні  $\varnothing 60h7$  (див. рис. 2.1).

Глухі отвори  $\varnothing 6,3$  на довжину 2,5 мм з плоским дном виконуються спеціальним інструментом (рис. 2.1). Обробку цих отворів пропонується замінити на свердлування отворів  $\varnothing 6,3$  свердлом з кутом при вершині  $2\varphi = 160^\circ$  (рис. 2.1).

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

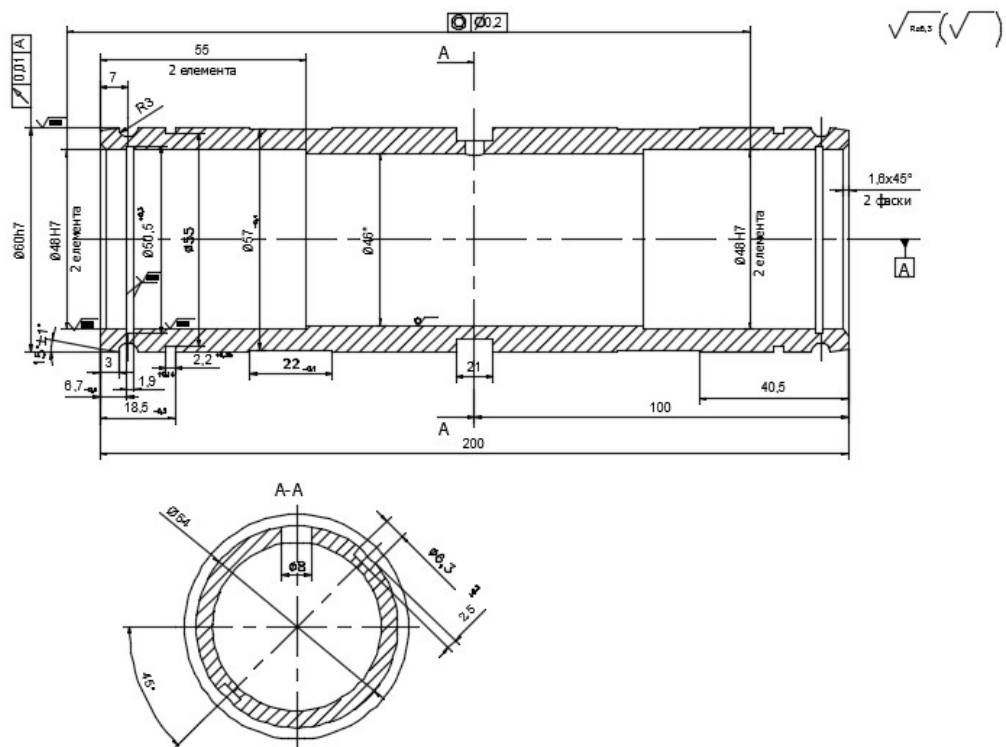


Рисунок 2.1 – Кресленик деталі «гільза»



Рисунок 2.2 – 3D модель деталі «гільза»

Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ

Арк.

23

## 2.2 Вибір заготовки та техніко – економічне обґрунтування методу її одержання

Проаналізуємо метод отримання заготовки, який би забезпечував як технологічність виготовлення з неї деталі, так і мінімальну собівартості, тобто був оптимальним.

Для цього порівнюємо два варіанти виготовлення заготовки: із круглого прокату за ДСТУ 7809:2015 «Прокат сортовий, калібрований зі спеціальним обробленням поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови» [1] та із трубного прокату за ДСТУ 8943:2019 «Труби сталеві електрозварні. Технічні умови» [2].

### Собівартість заготовки із прокату.

Проводимо економічне обґрунтування вибору заготовки.

Діаметр прокату визначаємо за [1]. Приймаємо  $D_3 = 68$  мм,  $L_3 = 205$  мм.

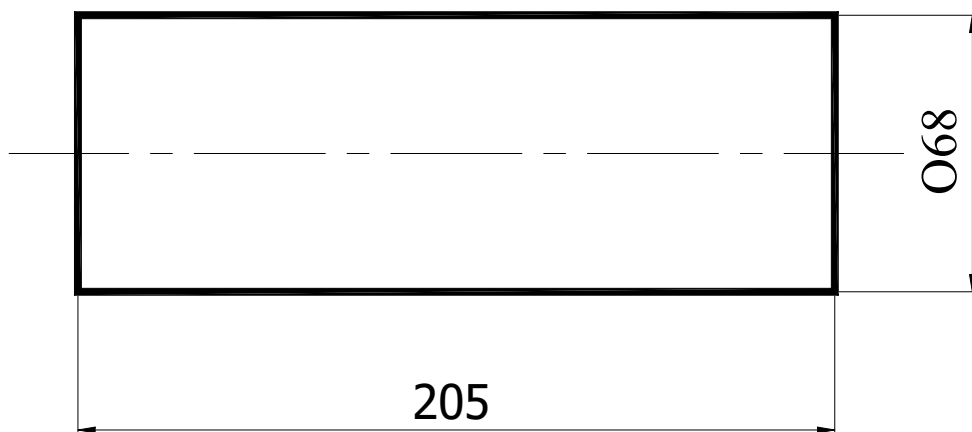


Рис. 2.3 – Ескіз заготовки із круглого прокату

Собівартість заготовки із прокату розраховується за формулою:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$S_{заг} = M + \sum C_{o.з.},$$

де  $M$  - витрати на матеріал заготовки, грн;

$\sum C_{o.з.}$  - технологічна собівартість операцій правки, калібрування та розрізання на штучні заготовки:

$$C_{o.з.} = \frac{C_{н.з.} \cdot T_{ум(ум.к.)}}{60 \cdot 100},$$

де - приведені витрати на робочому місці,  $C_{н.з.} = 121$  коп/год;

$T_{ум(ум.к.)}$  - штучний або штучно – калькуляційний час виконання заготівельної операції,  $T_{ум(ум.к.)} = 3,6$  хв.

$$C_{o.з.} = \frac{121 \cdot 3,6}{60 \cdot 100} = 0,073 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріал заготовки:

$$M = \frac{QS}{1000} - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000},$$

де  $Q$  - маса заготовки, кг;

$S$  - ціна 1 кг матеріалу заготовки,  $S = 18000$  грн за 1 тону;

$q$  - маса готової деталі,  $q = 2,4$  кг;

$S_{відх}$  - ціна 1 т відходів,  $S_{відх} = 1100$  грн за 1 тону.

Масу заготовки визначаємо за формулою:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$Q = V \cdot \rho, \text{ кг};$$

де  $V$  - об'єм заготовки,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  - густина матеріалу заготовки,  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ .

Об'єм заготовки:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L_3 = \frac{3,14 \cdot 6,8^2}{4} \cdot 20,5 = 744 \text{ см}^3.$$

Маса заготовки:

$$Q_3 = \rho \cdot V_3 = 7,8 \cdot 744 = 5,8 \text{ кг}.$$

Маса деталі  $q = 2,4 \text{ кг}$  (див. кресленик).

Витрати на матеріал:

$$M = \frac{5,8 \cdot 18000}{1000} - (5,8 - 2,4) \frac{1100}{1000} = 99,9 \text{ грн}.$$

Отже,

$$S_{\text{заг}} = 99,9 + 0,073 = 100,06 \text{ грн}.$$

Собівартість заготовки із трубного прокату.

Діаметр трубного прокату визначаємо за ДСТУ 8943:2019.

Приймаємо  $D_3 = 68 \text{ мм}$ ,  $L_3 = 205 \text{ мм}$ .

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Вартість заготовок, отриманих методом прокату розраховується за формулою:

$$S_{заг} = M + \sum C_{o.з.},$$

де  $M$  - витрати на матеріал заготовки, грн;

$\sum C_{o.з.}$  - технологічна собівартість операцій правки, калібрування і розрізання на штучні заготовки:

$$C_{o.з.} = \frac{C_{н.з.} \cdot T_{ум(ум.к.)}}{60 \cdot 100},$$

де - приведені витрати на робочому місці,  $C_{н.з.} = 121$  коп/год;

$T_{ум(ум.к.)}$  - штучний або штучно – калькуляційний час виконання заготівельної операції,  $T_{ум(ум.к.)} = 3,6$  хв.

$$C_{o.з.} = \frac{121 \cdot 3,6}{60 \cdot 100} = 0,073 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріал заготовки:

$$M = \frac{QS}{1000} - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000},$$

де  $Q$  - маса заготовки, кг;

$S$  - ціна 1 кг матеріалу заготовки,  $S = 21000$  грн за 1 тону;

$q$  - маса готової деталі,  $q = 2,4$  кг;

$S_{відх}$  - ціна 1 т відходів,  $S_{відх} = 1100$  грн за 1 тону.

Масу заготовки визначаємо за формулою:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$Q = V \cdot \rho, \text{ кг};$$

де  $V$  - об'єм заготовки,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  - густина матеріалу заготовки,  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ .

Об'єм заготовки:

$$V_3 = V_1 - V_2 = \frac{\pi \cdot D_{31}^2}{4} \cdot L_3 - \frac{\pi \cdot D_{32}^2}{4} \cdot L_3 = \frac{3,14 \cdot 6,8^2}{4} \cdot 20,5 - \frac{3,14 \cdot 4,6^2}{4} \cdot 20,5 = 404 \text{ см}^3.$$

Маса заготовки:

$$Q_3 = \rho \cdot V_3 = 7,8 \cdot 404 = 3,14 \text{ кг}.$$

Маса деталі  $q = 2,4 \text{ кг}$  (див. кресленик).

Витрати на матеріал:

$$M = \frac{3,14 \cdot 21000}{1000} - (3,14 - 2,4) \frac{1100}{1000} = 63,5 \text{ грн}.$$

Отже,

$$S_{\text{заг}} = 63,5 + 0,073 = 64,2 \text{ грн}.$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

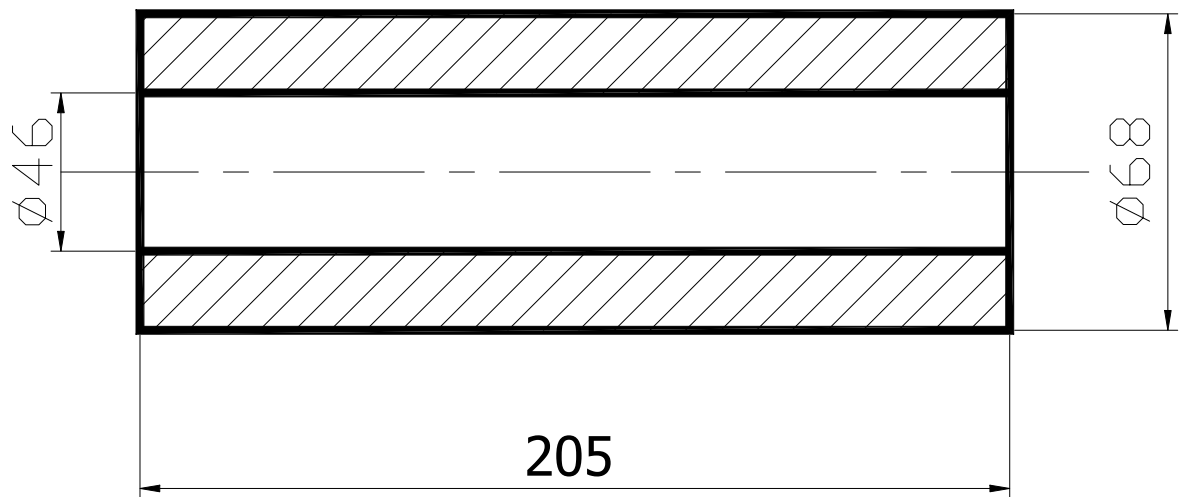


Рис. 2.4 Ескіз заготовки із трубного прокату

Із проведеного аналізу можна зробити висновок про те, що отримання заготовки із трубного прокату більш економічний метод, ніж заготовки із круглого прокату.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Результати порівняння двох методів отримання заготовки зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Співставлення двох методів отримання заготовки

Найменування показників	I варіант	II варіант
Вид заготовки	Прокат круглий	Прокат трубний
Клас точності	III	II
Вага заготовки, кг	5,8	3,14
Вартість заготовки, грн	10,06	6,42
Коефіцієнт використання матеріалу, $K_{в.м.}$	0,41	0,76

Оскільки прокат може бути довжиною 6 або 9 м, то визначаємо, яка довжина прокату більш економічна.

Для цього необхідно визначити, скільки заготовок можна отримати з прокату довжиною 6 м:

$$X = \frac{L_{np}}{L_3},$$

$$X_1 = \frac{6000}{205} = 29,26 \text{ шт.}$$

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ</b>	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Приймаємо 29 штук.

Визначаємо, скільки заготовок можна отримати із прокату довжиною 9 м:

$$X_2 = \frac{9000}{205} = 43,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо 43 штуки.

Залишок довжини визначається в залежності від прийнятої довжини прокату.

З довжини 6 м:

$$L_1 = L_{np} - L_3 \cdot X_1 = 6000 - 205 \cdot 29 = 55 \text{ мм},$$

$$П_1 = \frac{L_1 \cdot 100}{L_{np1}} = \frac{55 \cdot 100}{6000} = 0,9\%.$$

З прокату довжиною 9 м:

$$L_2 = L_{np} - L_3 \cdot X_2 = 9000 - 205 \cdot 43 = 185 \text{ мм},$$

$$П_2 = \frac{L_2 \cdot 100}{L_{np2}} = \frac{185 \cdot 100}{9000} = 2\%.$$

З розрахунків видно, що прокат довжиною 6 м для виготовлення заготовок більш економічний.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат матеріалу на одну деталь з врахуванням всіх технологічних неминучих витрат:

$$Q_{em} = \frac{Q \cdot (100 + P_{em})}{100} = \frac{3,14 \cdot (100 + 0,9)}{100} = 3,16 \text{ кг.}$$

Витрати на матеріал заготовки:

$$M = \frac{QS}{1000} - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000} = \frac{2100 \cdot 3,16}{1000} - (3,16 - 2,4) \cdot \frac{110}{1000} = 6,4 \text{ грн.}$$

### 2.3 Вибір технологічних баз

При проведенні аналізу точності технологічного процесу механічного оброблення заготовки технологічні бази показують, використовуючи умовні позначення опор і зажимів [4].

Спочатку необхідно обробити поверхню, яка буде служити базою для наступних операцій (чорнова база). За цією рекомендацією в якості чорнової бази вибираємо зовнішню циліндричну та торцеву поверхню з переустановкою, центральний отвір. Обрані поверхні будуть забезпечувати саме зручне встановлення заготовки на верстатний пристрій, зможуть використовуватись для установки та закріплення заготовки впродовж всього технологічного циклу, можуть, за необхідності, служити технологічними і вимірювальними базами.

Детальний опис базових поверхонь, як і способи встановлення заготовки на операціях механічного оброблення наведемо в наступному розділі у вигляді зведеної таблиці.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## 2.4 Розроблення технологічних операцій

При виборі варіанта технологічного маршруту механічної обробки деталі “гільза” розробимо план оброблення поверхонь (табл. 2.2).

Технологічний маршрут механічного оброблення деталі “гільза” наведемо у вигляді таблиці 2.3.

Технологічний процес механічного оброблення деталі “гільза” наведемо у вигляді таблиці 2.4.

Таблиця 2.2 – План оброблення окремих поверхонь деталі

Позначення поверхні	Параметр шорсткості	Квалітет точності	Метод обробки
Ø48H7	1,6	H7	Розточування чорнове, чистове, тонке
Ø54h14 Ø59,5h14 Ø55,5h14	6,3	h14	Точіння чорнове, чистове, тонке
Ø8H14	6,3	H14	Свердлування
R3	6,3	14	Чорнове точіння
Торцеві поверхні	6,3	h14	Підрізання одноразове
Фаски 3x15 <sup>0</sup>	6,3	14	Точіння одноразове
Ø60h7	0,8	h7	Точіння чорнове, чистове, тонке

Таблиця 2.3 - Технологічний маршрут механічного оброблення деталі “гільза”

№ операції	Найменування операції	Зміст технологічного переходу	Тип і модель верстата
010	<i>Токарна з ЧПК</i>	1. Точити $\varnothing 60h7$ начорно. 2. Точити начисто.	Оброблювальний центр з ЧПК HAAS TL-1
015	<i>Токарна з ЧПК</i>	1. Підрізати торець $\varnothing 60h7$ . 2. Розточити отвір $\varnothing 48H7$ начорно. 3. Розточити отвір $\varnothing 48H7$ начисто. 4. Розточити отвір $\varnothing 48H7$ тонко. 5. Точити канавку $\varnothing 50,5^{+0,3}$ , $\varphi=1,9H9$ . 6. Зняти фаску $1,6 \times 45^0$ . 7. Зняти фаску $3 \times 15^0$ .	Токарний з ЧПК HAAS TL-1
020	<i>Токарна з ЧПК</i>	1. Підрізати торець $\varnothing 60h7$ , витримавши розмір $l=200$ мм. 2. Розточити отвір $\varnothing 48H7$ начорно. 3. Розточити отвір $\varnothing 48H7$ начисто. 4. Розточити отвір $\varnothing 48H7$ тонко. 5. Точити канавку $\varnothing 50,5^{+0,3}$ , $\varphi=1,9H9$ . 6. Зняти фаску $1,6 \times 45^0$ .	Токарний з ЧПК HAAS TL-1

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		34

№ операції	Найменування операції	Зміст технологічного переходу	Тип і модель верстата
		7. Зняти фаску $3 \times 15^0$ .	
025	<i>Токарна з ЧПК</i>	1. Точити канавку $\varnothing 54h14$ , $e=21H14$ . 2. Точити дві канавки $\varnothing 59,5_{-0,5}$ , $e=22_{-1,0}$ мм. 3. Точити дві канавки $\varnothing 55_{-0,4}$ , $e=2,2^{+0,25}$ мм. 4. Точити дві радіусні канавки R3, $\varnothing 57,4h14$ .	Токарний з ЧПК HAAS TL-1
030	<i>Свердлувальна</i>	1. Свердлити отвір $\varnothing 8H14$ мм.	Вертикально-свердлувальний 2H125
035	<i>Свердлувальна</i>	1. Свердлити 2 отвори $\varnothing 6,3H14$ .	Вертикально-свердлувальний 2H125
040	<i>Круглошліфувальна</i>	1. Шліфувати поверхню $\varnothing 60h7$ начисто.	Круглошліфувальний 3M131

Таблиця 2.4 - Технологічний процес механічної обробки деталі "гільза"

№ опер ації	Найменування і зміст операції	Технологіч на база	Пристрій	Інструмент	
				Ріжучий	Вимірювал ьний
010	Токарна з ЧПК 1. Точити $\varnothing 60h7$ начорно. 2. Точити начисто.	Поверхня $\varnothing 48H7$ , торець	Оправка розтисна, центр обертаючий ся	Різець T-Max P C5-DSDNN-00065-19 Різець CoroTurn 107	Штангенц иркуль ШЦ I 125-0,1 ДСТУ ISO /ЕС 17025:2017
015	Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець $\varnothing 60h7$ . 2. Розточити отвір $\varnothing 48H7$ начорно. 3. Розточити отвір $\varnothing 48H7$ начисто. 4. Розточити отвір $\varnothing 48H7$ тонко. 5. Точити канавку $\varnothing 50,5^{+0,3}$ , $v=1,9H9$ . 6. Зняти фаску $1,6 \times 45^0$ . 7. Зняти фаску $3 \times 15^0$ .	Поверхня $\varnothing 60h7$ , торець	Патрон трьохкулач ковий	Різець T-Max P C5-DSDNN-00065-19 Свердло CoroDrill 880 Свердло CoroTurn 107 Різець CoroCut 2 Різець фасонний, T5K10	Штангенц иркуль ШЦ I 125-0,1 ДСТУ ISO /ЕС 17025:2017 Калібр-пробка

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		36

020	<p><i>Токарна з ЧПК</i></p> <p>1. Підрізати торець <math>\varnothing 60h7</math>, витримавши розмір <math>l=200</math> мм.</p> <p>2. Розточити отвір <math>\varnothing 48H7</math> начорно.</p> <p>3. Розточити отвір <math>\varnothing 48H7</math> начисто.</p> <p>4. Розточити отвір <math>\varnothing 48H7</math> тонко.</p> <p>5. Точити канавку <math>\varnothing 50,5^{+0,3}</math>, <math>\varphi=1,9H9</math>.</p> <p>6. Зняти фаску <math>1,6 \times 45^0</math>.</p> <p>7. Зняти фаску <math>3 \times 15^0</math>.</p>	Поверхня $\varnothing 60h7$ , торець	Патрон трьохкулачковий	Різець T-Max P C5-DSDNN-00065-19 Свердло CoroDrill 880 Свердло CoroTurn 107 Різець CoroCut 2 Різець фасонний, T5K10	Штангенциркуль ШЦ I 125-0,1 ДСТУ ISO /IEC 17025:2017 Калібр-пробка
025	<p><i>Токарна з ЧПК</i></p> <p>1. Точити канавку <math>\varnothing 54h14</math>, <math>\varphi=21H14</math>.</p> <p>2. Точити дві канавки <math>\varnothing 59,5_{-0,5}</math>, <math>\varphi=22_{-1,0}</math> мм.</p> <p>3. Точити дві канавки <math>\varnothing 57_{-0,4}</math>, <math>\varphi=2,2^{+0,25}</math> мм.</p> <p>4. Точити дві</p>	Поверхня $\varnothing 48h7$ , торець, фаски	Оправка розтисна, центр обертаючийся	Різець CoroCut 2 Різець фасонний, T5K10	Штангенциркуль ШЦ I 125-0,1 ДСТУ ISO /IEC 17025:2017 Шаблон

	радіусні канавки R3, Ø57,4h14.				
<b>030</b>	Свердлувальна 1. Свердлити отвір Ø8H14 мм.	Поверхня Ø60h7, торець	Пристрій спеціальний	Свердло Coro Drill 860	Калібр- пробка
<b>035</b>	Свердлувальна 1. Свердлити 2 отвори Ø6,3H14.	Поверхня Ø60h7, торець	Пристрій спеціальний	Свердло Coro Drill 860	Калібр- пробка
<b>040</b>	Круглошліфувальна 1. Шліфувати поверхню Ø60h7 начисто.	Фаски	Патрон повідковий, центр обертаючий ся	Круг шліфувальн ий	Калібр- скоба

## 2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку

### 2.5.1 Аналітичний розрахунок припусків

Для зручності результати розрахунків наведемо у вигляді таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Карта розрахунку припусків на обробку та граничних розмірів по технологічних переходах  $\varnothing 60h7$

Технологічні перех. обробл. поверх. $\varnothing 60h7$	Елементи припуска, мкм				Розрахунковий припуск $z_{\min}$ , мкм	Розрахунковий розмір $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мм	
	$R_z$	$T$	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$z_{\min}^{ep}$	$z_{\max}^{ep}$
Заготовка	150	250	260	-	-	64,27	1,9	62,37	64,27	-	-
1. Точіння чорнове	100	100	15,6	300	2,36	62	0,74	61,17	61,92	1,2	2,36
2. Точіння чистове	20	30	0,62 4	0,06	1,15	60,7	0,19	60,57	60,76	0,6	1,15
3. Шліфування попереднє	10	15	0	0	0,516	60,24	0,07 4	60,17	60,244	0,4	0,51 6
4. Шліфування чистове	-	-	-	-	0,244	60	0,03	59,97	60	0,2	0,24 4

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		39

Маршрут оброблення поверхні  $\varnothing 60h7$  складається із чорнового, чистового точіння, попереднього та чистового шліфування.

Знаходимо значення просторової похибки:

$$\rho = \rho_k = \Delta_k \cdot l,$$

де  $\rho_{кор}$  - величина короблення заготовки;

$\Delta_k$  - питома кривизна заготовки, мкм на 1 мм довжини;

$l$  - довжина заготовки в мм.

$$\rho_{кор.} = 1,3 \cdot 200 = 260 \text{ мкм.}$$

Залишкова величина просторових відхилень:

Після чорнового точіння:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 260 = 15,6 \text{ мкм,}$$

Після чистового точіння:

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 15,6 = 0,624 \text{ мкм,}$$

Після шліфування остаточна кривизна буде настільки мала, що її можна не враховувати при розрахунках.

При встановленні заготовки похибка установки з'являється на операції точіння, яка визначається за формулою:

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ</b>	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2},$$

де  $\varepsilon_0$  - похибка базування,  $\varepsilon_0 = 0$ ;

$\varepsilon_3$  - похибка закріплення,  $\varepsilon_3 = 300$  мкм.

Отже, похибка установки:

$$\varepsilon_y = 300 + 0 = 300 \text{ мкм.}$$

Усі розраховані значення описаних величин вносимо в таблицю 2.5.

Загальні припуски  $2z_{o_{\min}}$  та  $2z_{o_{\max}}$ :

$$2z_{o_{\min}} = 1,2 + 0,6 + 0,4 + 0,2 = 2,4 \text{ мм};$$

$$2z_{o_{\max}} = 2,36 + 1,15 + 0,516 + 0,244 = 4,27 \text{ мм.}$$

### 2.5.2 Визначення припусків табличним методом

На інші поверхні припуск не розраховується, оскільки вони виконані з напуском – технологічно необхідним шаром матеріалу, який видаляється до припуску.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## 2.6 Вибір режимів різання

В сучасному машинобудуванні, на підприємствах із одиничним та малосерійним типом виробництва, інженери – технологи все більше використовують не аналітичний метод розрахунку режимів різання, а автоматизований розрахунок, що, в свою чергу, зменшує трудомісткість і вартість процесу виготовлення деталі. Автоматизація розрахунків, крім того, зменшує час на розроблення технологічного процесу і виготовлення виробів. Тому результати вибору режимів різання покажемо у вигляді таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Режими різання

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв
010	<i>Токарна з ЧПК</i>						
	1. Точити $\varnothing 60h7$ начорно.	2,5	205	0,697	1420	281	0,1314
	2. Точити начисто.	1,5	205	0,726	1510	284	0,1194

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв

1. Точити  $\varnothing 60h7$  начорно.



T-Max P

C5-DSDNN-00065-19  
Инструмент

SNMG 19 06 24-PR 4425  
Пластина

Carpo (разжимной цанговый механизм) - размер C5

Интерфейс со стороны станка ADINTMS

Стойкость, дет. TLIFEC

Время обработки на элемент TMF

Carpo (разжимной цанговый механизм) - размер C5

96.5 Поверхности

00:13.140 мин:с

Save for later

ШАГИ 1

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА

Скорость резания VC 281 m/min

Подача на оборот FN 0.697 mm

Число проходов в направлении AP NORAP 1

Глубина резания AP 2.5 mm

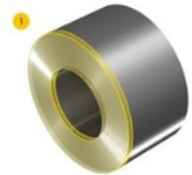
CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Carbon dioxide emission per component CPC 12.1 g

Work per component WPC 0.0942 kWh



Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв



T-Max P

D55NR 2020K 12  
Инструмент

SNMG 12 04 16-PR 4425  
Пластина

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Интерфейс со стороны станка ADINTMS

Rectangular shank -metric: 20 x 20

Стойкость, дет. TLIFEC 3880 Поверхности

Время обработки на элемент TMF 00:00.358 мин:с

Save for later

ШАГИ 1

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Скорость резания VC 279 m/min

Подача на оборот FN 0.707 mm

Число проходов в направлении AP NORAP 1

Глубина резания AP 2.5 mm


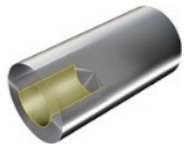
CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Carbon dioxide emission per component CPC 0.317 g




Work per component WPC 0.00257 kWh

015	Токарна з ЧПК						
	2. Розточити отвір Ø48H7 начорно.	0,75	202,5	0,233	995	150	0,5448
	3. Розточити отвір Ø48H7 начисто.	0,3	202,5	0,233	995	150	0,5448
	4. Розточити отвір Ø48H7 тонко.	0,2	202,5	0,233	995	150	0,5448

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв

**CoroDrill 880**

-  880-D4800L40-02  
Инструмент
-  880-08 05 W12H-P-GR 4334  
периферийная пластина
-  880-08 05 08H-C-GR 1044  
Центральная пластина

Стойкость, дет. TLIFEC 1650  
Отверстия

Время обработки на элемент TMF 00:05.448  
мин:с

Save for later

Создайте инструментальную сборку

**ШАГИ**

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛАМИ С АСИММЕТРИЧНОЙ ВЕРШИНОЙ

Скорость резания VC 150 m/min

Подача на оборот FN 0.233 mm

Минутная подача у центра инструмента VF 232 mm/min


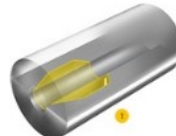
CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Carbon dioxide emission per component CPC 6.63 g

Work per component WPC 0.0517 kWh

015	Токарна з ЧПК 5. Точити канавку $\varnothing 50,5^{+0,3}$ , $v=1,9H9$ .	1,9	1,25	0,25	2220	352	0,00476
-----	---	-----	------	------	------	-----	---------

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв

**CoroTurn 107**

- A20S-SDUCR 11  
Инструмент
- DCMT 11 T3 08-PR 4425  
Пластина

Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 20

Интерфейс со стороны станка ADINTMS

Стойкость, дет. TLIFEC 2780 Поверхности

Время обработки на элемент TMF 00:00.476 мин:с

Save for later

**ШАГИ** 1

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Скорость резания VC 352 m/min

Подача на оборот FN 0.25 mm

Число проходов в направлении AP NORAP 1

Глубина резания AP 1.25 mm


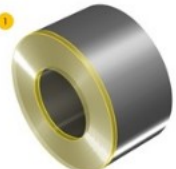
CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Carbon dioxide emission per component CPC 0.206 g


Work per component WPC 0.00161 kWh


015	Токарна з ЧПК 6. Зняти фаску 1,6x45 <sup>0</sup> . 7. Зняти фаску 3x15 <sup>0</sup> .	1,6	1,6	0,4	315	50	0,02
		3	3	0,28	315	60	0,02
020	Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець Ø60h7, витримавши розмір l=200 мм.	2,5	10	0,707	4000	279	0,0358

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв

**T-Max P**

 D55NR 2020K 12  
Инструмент

 SNMG 12 04 16-PR 4425  
Пластина

Rectangular shank - metric: 20 x 20

Интерфейс со стороны станка ADINTMS

Стойкость, дет. TLIFEC 3880 Поверхности

Время обработки на элемент TMF 00:00.358 мин:с

[Save for later](#)

**ШАГИ** 1

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Скорость резания VC 279 m/min

Подача на оборот FN 0.707 mm

Число проходов в направлении AP NORAP 1

Глубина резания AP 2.5 mm


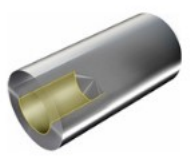
**CO<sub>2</sub> EMISSIONS**

Carbon dioxide emission per component CPC 0.317 g




Work per component WPC 0.00257 kWh

020	Токарна з ЧПК						
	2. Розточити отвір Ø48H7 начорно.	0,75	202,5	0,233	995	150	0,5448
	3. Розточити отвір Ø48H7 начисто.	0,3	202,5	0,233	995	150	0,5448
	4. Розточити отвір Ø48H7 тонко.	0,2	202,5	0,233	995	150	0,5448

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв

CoroDrill 880

-  880-D4800L40-02  
Инструмент
-  880-08 05 W12H-P-GR 4334  
периферийная пластина
-  880-08 05 08H-C-GR 1044  
Центральная пластина

Стойкость, дет. TLIFEC 1650  
Отверстия

Время обработки на элемент TMF 00:05.448  
мин:с

Save for later

Создайте инструментальную сборку

ШАГИ 1

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛАМИ С АСИММЕТРИЧНОЙ ВЕРШИНОЙ

Скорость резания VC 150  
m/min

Подача на оборот FN 0.233  
mm

Минутная подача у центра инструмента VF 232  
mm/min


CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Carbon dioxide emission per component CPC 6.63  
g

Work per component WPC 0.0517  
kWh

020	Токарна з ЧПК 5. Точити канавку $\varnothing 50,5^{+0,3}$ , $v=1,9H9$ .	1,9	1,25	0,25	2220	352	0,00476
-----	---	-----	------	------	------	-----	---------

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв



CoroTurn 107

A205-SDUCR 11  
Инструмент

DCMT 11 T3 08-PR 4425  
Пластина

Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 20

Интерфейс со стороны станка  
ADINTMS

Стойкость, дет.  
TLIFEC 2780 Поверхности

Время обработки на элемент  
TMF 00:00.476 мин:с

Save for later

ШАГИ 1

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Скорость резания 352 m/min

Подача на оборот FN 0.25 mm

Число проходов в направлении AP NORAP 1

Глубина резания AP 1.25 mm

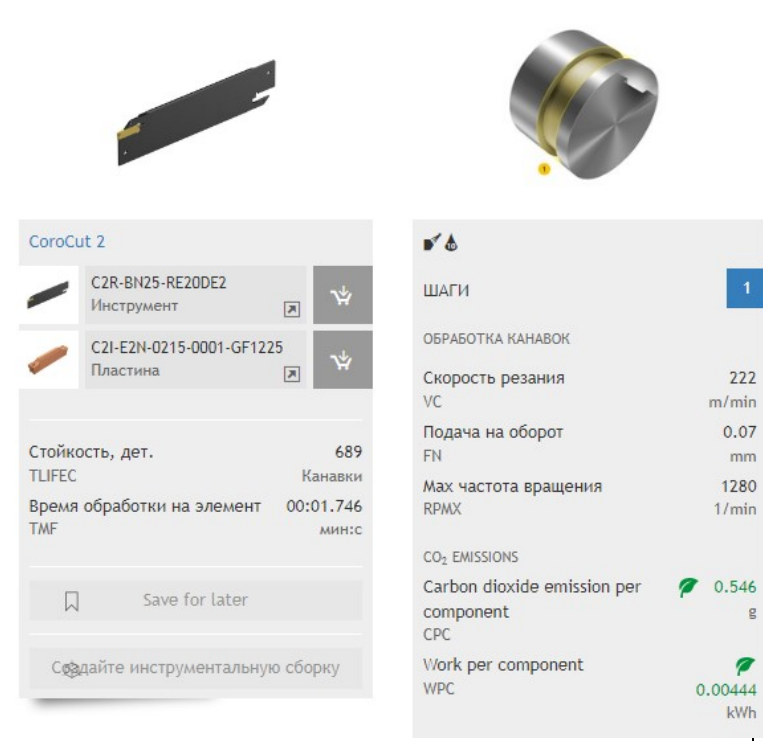
CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Carbon dioxide emission per component CPC 0.206 g

Work per component WPC 0.00161 kWh

020	Токарна з ЧПК 6. Зняти фаску 1,6x45 <sup>0</sup> . 7. Зняти фаску 3x15 <sup>0</sup> .	1,6	1,6	0,4	315	50	0,02
		3	3	0,28	315	60	0,02
025	Токарна з ЧПК 1. Точити канавку Ø54h14, ϕ=21H14. 2. Точити дві канавки Ø59,5, 0,5, ϕ=22 <sub>-1,0</sub> мм.	21	8	0,15	1020	173	0,354
		22	0,5	0,15	1020	173	0,068



Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв
		 <p>The screenshot shows the CoroCut 2 software interface. On the left, two tool options are listed: 'C2R-BN25-RE20DE2' (Instrument) and 'C2I-E2N-0215-0001-GF1225' (Plate). Below this, a table shows 'TLIFEC' (Tool Life) as 689 grooves and 'Time of processing per element' as 00:01.746 minutes. On the right, a 'STEPS' (ШАГИ) section is titled 'OBROBKA KANAVOK' (Groove Processing). It lists parameters: Cutting speed (222 m/min), Feed (0.07 mm), Max. rotation speed (1280 RPM), CO2 emissions (0.546 g/component), and Work per component (0.00444 kWh).</p>					
025	Токарна з ЧПК 4. Точити дві радіусні канавки R3, Ø57,4h14.	3,0	2,8	0,2	200	35,79	0,14
030	Свердлувальна 1. Свердлийти отвір Ø8H14 мм.	4,0	10	0,27	1250	177	0,037

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв

CoroDrill 860

860.1-0800-028A1-PM P1BM  
Инструмент

Стойкость, дет. 13700  
TLIFEC Отверстия

Время обработки на элемент 00:00.370  
TMF мин:с

Save for later

Создайте инструментальную сборку

ШАГИ 1

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛАМИ С СИММЕТРИЧНОЙ ВЕРШИНОЙ

Скорость резания 177  
VC m/min

Подача на оборот 0.27  
FN mm

Минутная подача у центра инструмента 1900  
VF mm/min


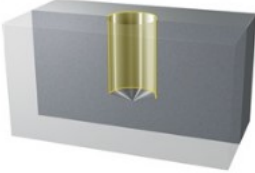
CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Carbon dioxide emission per component 0.392  
CPC g

Work per component 0.00318  
WPC kWh

035	Свердлувальна 1. Свердлити 2 отвори Ø6,3H14.	3,15	10	0,22	1250	177	0,035
-----	--	------	----	------	------	-----	-------

Ном ер опер ації	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$t$ , мм	$L$ , мм	$S_o$ , мм/о б	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$T_o$ , хв

CoroDrill 860

860.1-0630-024A1-PM P1VM  
Инструмент

Стойкость, дет. 14100  
TLIFEC Отверстия

Время обработки на элемент 00:00.350  
TMF мин:с

Save for later

Создайте инструментальную сборку

ШАГИ 1

СВЕРЛЕНИЕ СВЕРЛАМИ С СИММЕТРИЧНОЙ ВЕРШИНОЙ

Скорость резания 177  
VC m/min

Подача на оборот 0.22  
FN mm

Минутная подача у центра инструмента 1960  
VF mm/min

CO<sub>2</sub> EMISSIONS

Carbon dioxide emission per component 0.351  
CPC g

Work per component 0.00285  
WPC kWh

040	<i>Круглошлифовальная</i> 1. Шліфувати поверхню Ø60h7 начисто.	0,25	200	0,01	185	35 м/с	1,6
-----	--	------	-----	------	-----	--------	-----

## 2.7 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій

На всі операції технологічного процесу механічного оброблення деталі «Гільза» проводимо розрахунок технічних норм часу. Результати проведених розрахунків зводимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 - Зведена відомість норм штучно – калькуляційного часу по операціях

Ном ер опер ації	Назва операції	$T_o$ , ХВ	$T_{оп}$ ХВ	$T_{шт}$ ХВ	$T_{доп}$					$T_{н.з.}$ ХВ	$T_{шт.к.}$ , ХВ
					$t_{в.з}$	$t_{з.в}$	$t_{кер}$	$t_{зуп}$	$t_{вим}$		
					ХВ	ХВ	ХВ	ХВ	ХВ		
010	Токарна з ЧПК	2,35	2,91	3,11	0,02	0,35	0,02	0,05	0,12	8,0	3,14
015	Токарна з ЧПК	2,1	2,41	2,68	0,024	0,19	0,09	0,05	0,12	8,0	2,76
020	Токарна з ЧПК	2,1	2,41	2,68	0,024	0,17	0,11	0,05	0,12	8,0	2,76
025	Токарна з ЧПК	0,87	1,241	1,41	0,24	0,11	0,02	0,05	0,12	10	1,52
030	Свердлувальна	0,105	0,455	0,5	0,24	0,09	0,02	0,05	0,12	10	0,6
035	Свердлувальна	0,095	0,465	0,5	0,26	0,09	0,02	0,05	0,12	10	0,6
040	Круглошліфувальна	1,6	1,884	2,1	0,024	0,17	0,09	0,05	0,12	8,0	2,18

## 2.8 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

Токарні верстати фірми Haas поєднують у собі функціональність і простоту універсального токарного верстата з гнучкістю простої у використанні системи ЧПК Haas.

Оператори на верстатах Haas можуть почати оброблення деталі за лічені хвилини. Така здатність обумовлена наявністю стандартного маховика і високоточного пристрою цифрової індикації. За допомогою системи інтуїтивного програмування Haas вони швидко і просто перейдуть до повністю автоматичної роботи з ЧПК.

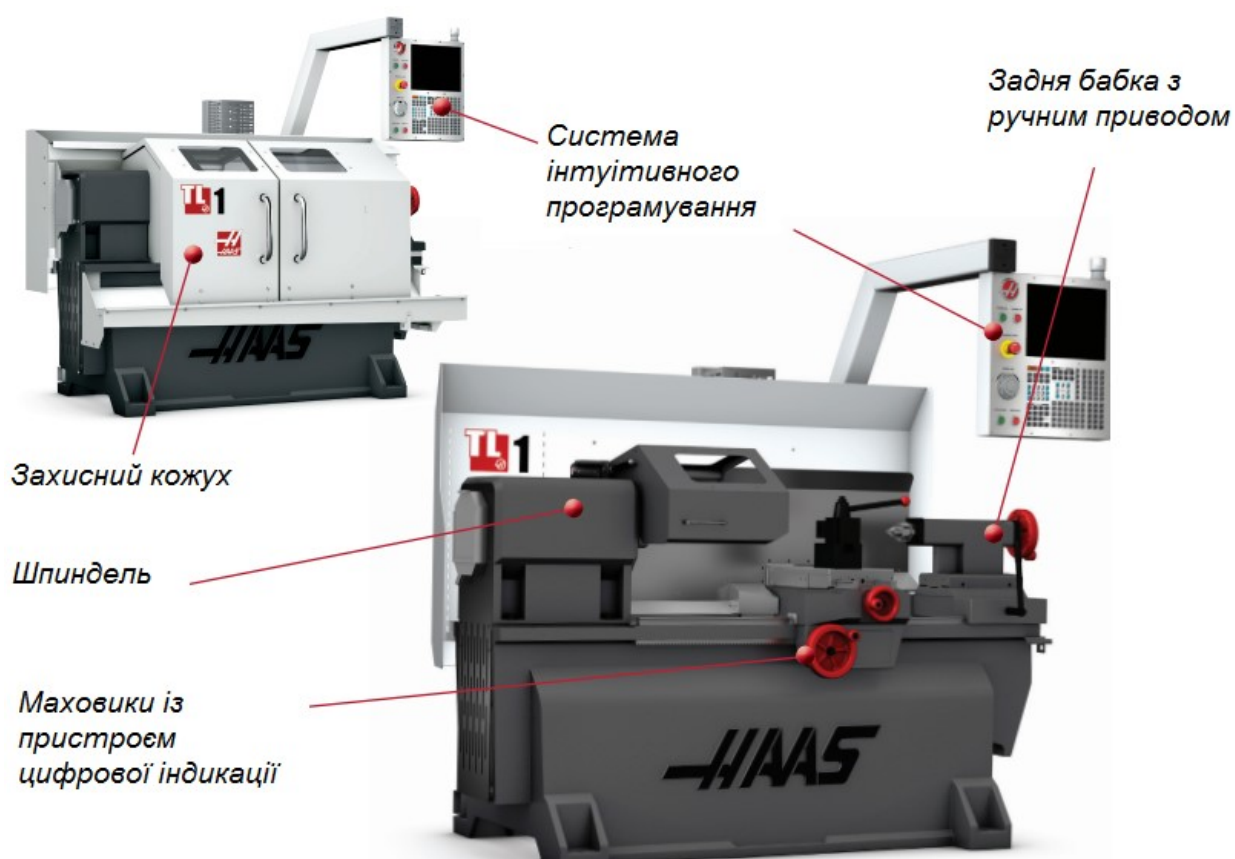
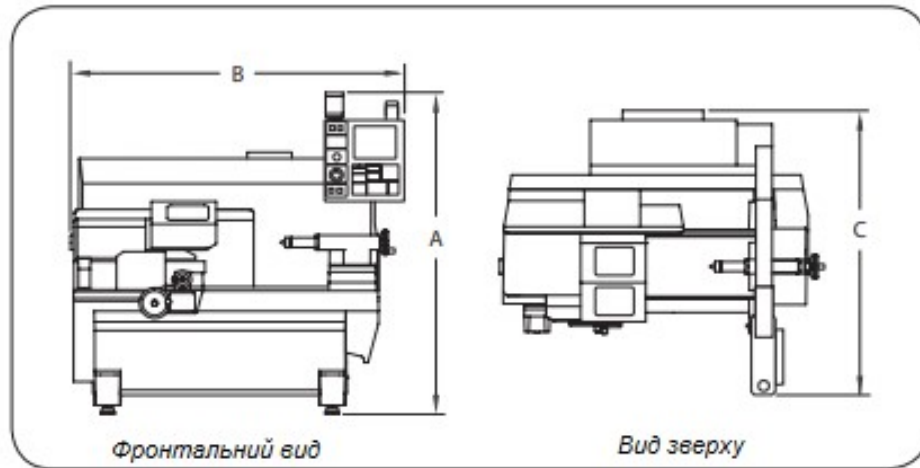


Рисунок 2.5 Токарний центр моделі HAAS TL-1

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		



	TL-1	TL-2	TL-3	TL-3W
<i>A. Максимальна робоча висота</i>	1 956 мм	1 981 мм	2 032 мм	2 083 мм
<i>Б. Максимальна робоча ширина</i>	2 057 мм	2 515 мм	3 073 мм	3 099 мм
<i>В. Максимальна робоча глибина</i>	1 727 мм	1 727 мм	2 083 мм	2 159 мм

Рисунок 2.6 – Розміри токарних центрів моделі HAAS TL

Керуючу програму для операції 015 «Токарна з ЧПК» наведемо в додатку В.

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталі при свердлуванні отвору  $\varnothing 8H14$

3.1.1 Вибір схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої

Верстатні пристрої - це засоби технологічного оснащення, що призначені для встановлення заготовок на металорізальні верстати. Встановлення заготовок зазвичай складається з двох етапів:

- Базування - надання заготівці положення, заданого відносно системи координат металорізального верстата.
- Закріплення - фіксування положення заготовки, яке було досягнуте під час базування.

Схема базування заготовки при свердлуванні отвору  $\varnothing 8H14$  наведена на рис. 3.1.

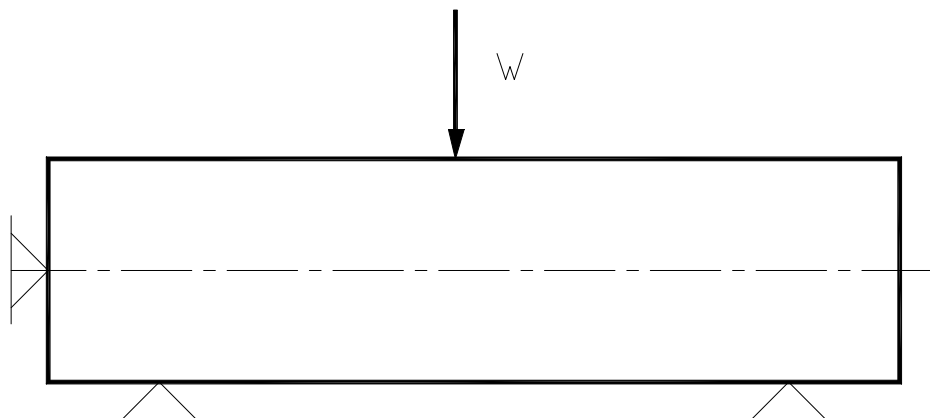


Рисунок 3.1 Схема базування

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Дана схема базування з точки зору точності оброблення обрана тому, що встановлена заготовка деталі «гільза» на призмі не здійснює зміщення у напрямку осі Х.

Деталь „гільза” жорстка, тому немає необхідності у самовстановлюючих опорах.

Елементи:

- дві нерухомі призми з кутом  $2\alpha = 90^0$  для базування по циліндричній поверхні;
- штир з плоскою головкою для базування по торцю.

### 3.1.2 Розрахунок пристрою на точність

Похибка базування для даної схеми пристрою становить:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot T_d \cdot \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right),$$

де  $T_d$  - допуск на діаметр;  $T_d = 0,87$  мм;

$\alpha$  - половина кута призми;  $\alpha = 45^0$ .

Отже,

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot 0,87 \cdot \left( \frac{1}{\sin 45^0} - 1 \right) = 0,179 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення у призмі:

,

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

де  $K_{Rz}$  - коефіцієнт, який враховує шорсткість поверхні заготовки,  $K_{Rz} = 0,005$ ;

$Rz$  - параметр шорсткості заготовки, по якій вона базується,  $Rz = 20$  мкм;

$K_{HB}$  - коефіцієнт, який враховує твердість заготовки,  $K_{HB} = 15$ ;

$HB$  - твердість заготовки, для сталі 20 приймаємо  $HB = 200$ ;

$C_1$  - коефіцієнт, який розраховується за формулою:

$$C_1 = 0,086 + \frac{8,4}{D_3}, ;$$

$$C_1 = 0,086 + \frac{8,4}{68} = 0,3.$$

$Q = W$  - сила закріплення;

$l$  - довжина поверхні, по якій проходить контакт заготовки з опорою;  $l = 5$  см;

$n$  - показник степені,  $n = 0,7$ .

$$\varepsilon_3 = [(0,005 \cdot 20 + 15 \cdot 200) + 0,294] \cdot \left( \frac{2074}{19,6} \cdot 5 \right)^{0,7} = 0,004 \text{ мм}$$

Визначаємо похибку, яка характеризує неточність положення елементів пристрою  $E_{np}$ :

$$E_{np} = \sqrt{(E_{\partial e}^2 + E_{zn}^2 + E_{\phi}^2)},$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

де  $E_{\partial e}$  - похибка виготовлення елементів,  $E_{\partial e} = 0,005$ , рекомендовано  $E_{\partial e} \leq 0,001 \dots 0,005$ ;

$E_{\phi}$  - похибка фіксації пристрою на верстаті,  $E_{\phi} = 0,01$ , рекомендовано  $E_{\phi} \leq 0,01 \dots 0,02$ ;

$E_{zn}$  - похибка зношування елементів пристрою,  $E_{zn} = 0$ , оскільки свердлування ведеться у напрямку затиску заготовки.

Отже,

$$E_{np} = \sqrt{(0,005^2 + 0^2 + 0,01^2)} = 0,011 \text{ мм.}$$

Похибка установки:

$$E_y = \sqrt{(E_0^2 + E_3^2 + E_{np}^2)},$$

$$E_y = \sqrt{(0,179^2 + 0^2 + 0,011^2)} = 0,18 \text{ мм.}$$

Допустима підсумкова похибка пристрою:

$$E_{\partial on} = TH - KW,$$

де  $TH$  - поле допуску на виготовлення розміру деталі,  $TH = 0,87$  мм;

$K$  - коефіцієнт,  $K = 0,6 \dots 1,0$ , приймаємо  $K = 0,6$ ;

$W$  - досяжна точність обробки на даному верстаті,  $W = 60$  мкм.

$$E_{\partial on} = 0,87 - 0,6 \cdot 0,06 = 0,834 \text{ мм.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Перевіряємо виконання умови:

$$E_y \leq E_{дон};$$

$$E_y = 0,18 \text{ мм} \leq E_{дон} = 0,834.$$

Умова виконується.

### 3.1.3 Розрахунок сили закріплення заготовки

Сила закріплення заготовки в пристрої для свердлуванні розраховується за формулою:

$$W = \frac{M_{кр}}{d \cdot f},$$

де  $M_{кр}$  - крутний момент;

$d$  - діаметр заготовки;

$f$  - коефіцієнт тертя,  $f = 0,16$ .

Отже, сила затискання заготовки в пристрою становить:

$$W = \frac{7,14}{0,06 \cdot 0,16} = 774,4 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \geq 2,5,$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

де  $K_0$  - коефіцієнт гарантійного запасу;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  - коефіцієнти, що враховують збільшення сили різання при чорновій обробці, затупленні інструменту, перервне різання, нестабільність сили закріплення, незручного розташування рукоятки, базування плоскої поверхні на плоских опорах.

Приймаємо:

$$K_0 = 1,5, K_1 = 1,0, K_2 = 1,16, K_3 = 1,0, K_4 = 1,0, K_5 = 1,0, K_6 = 1,5.$$

Отже, коефіцієнт запасу:

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,16 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 3,6 \geq 2,5$$

Умова виконується.

Сила затискання:

$$W = 774,4 \cdot 3,6 = 12680 \text{ Н}.$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3.1.2 Вибір кінематичної схеми пристрою і його конструктивних елементів

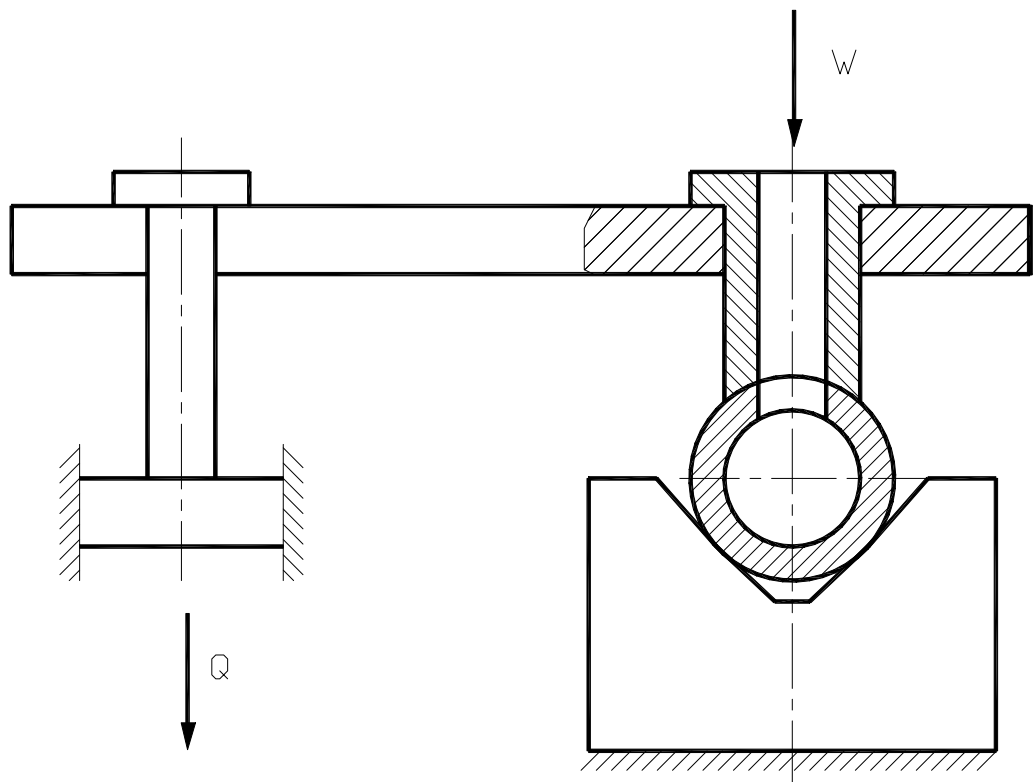


Рис. 3.2 Кінематична схема для розрахунку

Приймаємо закріплення заготовки кондукторною плитою від привода – пневматичного циліндра. Заготовку базуємо на прижимі та по торцю.

Для встановлення заготовки приймаємо діаметр призми  $D = 60$  мм.

Для базування заготовки по торцю приймаємо упор кутовий.

Розміри інших деталей вибираємо конструктивно при кресленні пристрою.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3.1.5 Вибір матеріалів та технічних умов основних деталей пристрою

Матеріал призми вибираємо сталь 20Х з гартуванням  $HRC\ 55...60$ ;  $h = 0,8...1,2$  мм.

Інші матеріали підбираємо аналогічно.

### 3.1.6 Розрахунок основних параметрів приводу затискного механізму

Визначаємо величину сили  $Q$ , що діє на друге плече важеля. За кінематичною схемою робочий тиск створюється в безштоковій порожнині, в такому випадку зусилля на поршні складе:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \cdot g,$$

де  $D$  - діаметр пневматичного циліндра;

$p$  - тиск в пневмережі;  $p = 0,4$  МПа;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії,  $\eta = 0,9$ ;

$g$  - зусилля пружини.

$$D = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot p \cdot \eta} + g},$$

$$D = \sqrt{\frac{2680 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 97 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр циліндра  $D = 100$  мм, діаметр штока  $d = 25$  мм.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Визначаємо величину ходу поршня пневмоциліндра. Величина переміщення важеля:

$$S_W = \Delta_{\text{зап}} + TH + \frac{W_{\text{д}}}{I_e} + \Delta S_W,$$

де  $\Delta_{\text{зап}}$  - гарантований зазор вільної установки,  $\Delta_{\text{зап}} = 0,4$  мм;

$TH$  - допуск на розмір заготовки,  $TH = 0,62$  мм;

$W_{\text{д}}$  - дійсна сила затиску;

$\Delta S_W$  - затиск переміщення,  $\Delta S_W = 0,4$  мм;

$I_e = 2000$  Н/мм.

Отже,

$$S_W = 0,4 + 0,62 + \frac{2680}{2000} + 0,4 = 2,65 \text{ мм}.$$

Приймаємо хід поршня  $L_x = 10$  мм.

### 3.1.7 Розрахунок елементів пристрою на надійність

Розрахунок різьби болтів, що слугують для кріплення кондукторної плити.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

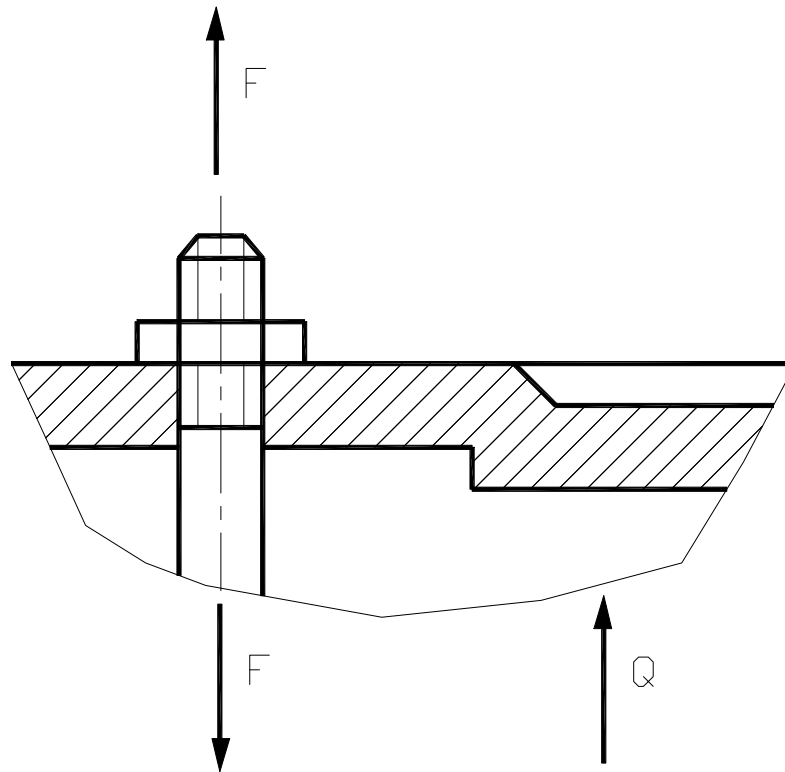


Рис. 3.3 Схема для розрахунку

З попередніх розрахунків відоме значення сили закріплення:  $Q_p = 2100$  Н. Ця сила діє на кришку пневматичного циліндра за умови, що тиск в пневматичній мережі найбільший і дорівнює  $P_n = 0,63$  МПа.

При кількості болтів  $z = 4$ ; матеріал болтів – сталь класу міцності 5, 6; матеріал ущільнення – гума.

Для різьбових з'єднань коефіцієнт запасу міцності  $S_m = 4,5$  і діаметр різьби знаходиться в межах 6...16 мм.

Межа текучості для матеріалу болтів  $\sigma_m = 300$  Н/мм<sup>2</sup>.

Допустиме напруження на розтягування:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_m}{[S_m]} = \frac{300}{4,5} = 66,7 \text{ Н/мм}^2.$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Навантаження на один болт:

$$F = \frac{Q_p}{z} = \frac{2680}{4} = 670 \text{ Н} .$$

При постійному навантаженні коефіцієнт запасу попереднього затягування  
 $K_{зам} = 1,75$  .

Сила попереднього затягування:

$$F_3 = K_{зам} \cdot F = 1,75 \cdot 670 = 1172 \text{ Н} .$$

Розрахунковий діаметр болта:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_3}{\pi \cdot [\sigma_p]}} ,$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 1172}{3,14 \cdot 66,7}} = 4,8 \text{ мм} .$$

Приймається діаметр різьби М6х1,25 мм.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3.1.8 Розробка технічних умов на пристрій, компонування і опис його роботи

Виходячи із експлуатаційних умов та вимог до якості виготовленої деталі, до свердловальних пристроїв, пред'являють наступні вимоги:

- Плавне, без заїдань, переміщення рухомих частин пристрою;
- поверхні тертя необхідно змастити мастилом;
- відхилення від правильного розміщення поверхонь, а саме, співвісності, не повинно перевищувати встановлених величин;
- відхилення від правильного розміщення поверхонь, а саме, паралельності базових поверхонь, не повинно перевищувати встановленої величини.

В зв'язку з неточністю розташування базових поверхонь можуть виникнути похибки допуску правильного взаємного розміщення поверхонь. Тому на точність таких поверхонь накладаємо вимоги, які слід забезпечити при складанні пристрою:

- допуск співвісності поверхонь призм не повинен перевищувати 0,05 мм;
- допуск паралельності поверхонь призм відносно площини пристрою не повинен перевищувати 0,02 мм.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3.1.9 Питання техніки безпеки при роботі з пристроєм

Зовнішні елементи пристрою не повинні мати нерівностей, зазубрин та гострих кромок.

Параметр шорсткості зовнішніх поверхонь повинен бути меншим за  $Ra = 1,25$  мкм.

Висота від підлоги до органів керування пристроєм має становити 1000-1600 мм.

Пневматичний циліндр оснащується редуктором тиску.

Корпуси органів керування пневматичного привода пофарбовані різним кольором.

### 3.2 Проектування контрольно – вимірювального пристрою

#### 3.2.1 Розроблення схеми вимірювання

#### 3.2.1 Розробка схеми вимірювання

За технічними вимогами кресленника необхідно контролювати радіальне биття поверхні  $\varnothing 60h7$ . Схема вимірювання деталі наведена на рис. 3.3.

Для контролювання радіального биття проектуємо наступний пристрій.

На плиту встановлюємо кронштейн із установочним пальцем, на який кріпимо деталь по отвору  $\varnothing 48H7$  і підтискаємо деталь по фасці  $1,5 \times 45^0$ . Контролювання радіального биття виконуємо індикатором, встановленим на індикаторній стійці.

В точці дотику індикатора з поверхнею деталі стрілку індикатора встановлюємо на нуль. Обертаючи деталь в центрах по індикатору визначаємо відхилення.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

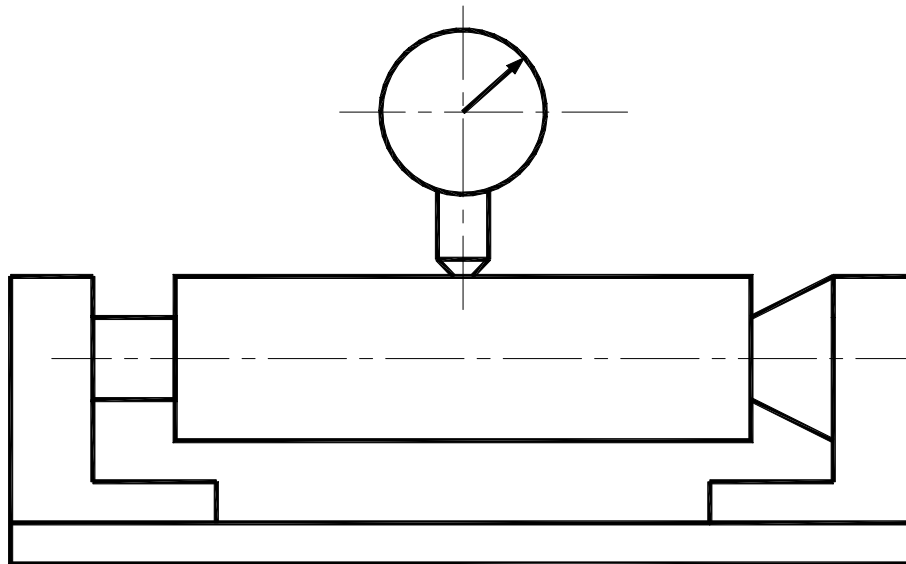


Рис. 3.4 Схема вимірювання радіального биття

### 3.2.2 Розрахунок пристрою на точність

Сумарна похибка контрольно-вимірювального пристрою визначається за формулою:

$$\varepsilon = \frac{1}{k} \cdot \sqrt{(k_y \cdot \varepsilon_y)^2 + (k_n \cdot \varepsilon_n)^2 + (k_{p.c.} \cdot \varepsilon_{p.c.})^2},$$

де  $\varepsilon$ ,  $\varepsilon_y$ ,  $\varepsilon_n$ ,  $\varepsilon_{p.c.}$  - сумарна похибка вимірювання та її складові, зумовлені відповідно неточністю встановлення, налагодження та розмірного спрацювання робочих поверхонь щупів;

$k$ ,  $k_y$ ,  $k_n$ ,  $k_{p.c.}$  - коефіцієнти відносного розсіювання відповідно для сумарної похибки та її складових.

Похибку розмірного налаштування як систематичну величину виносимо з-під кореня та вилучаємо із сумарної похибки. Для цього внесена корекція у вимірювальну систему. Похибка розмірного спрацювання, що є наслідком спрацювання робочих поверхонь щупів, є надто малою. Це можна пояснити малою

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

величиною зусилля притискання щупів до поверхонь, що контролюються. До того ж робочі поверхні щупів стійкі проти спрацювання. Тому робимо висновок про те, що сумарну похибку контрольно-вимірювального пристрою зумовлюють похибки встановлення виробів у пристрої. Взнявши до уваги вище сказане та склад похибки встановлення, маємо:

$$\varepsilon = \varepsilon_y = \frac{1}{k_y} \cdot \sqrt{(k_{\delta} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + (k_3 \cdot \varepsilon_3)^2 + (k_{np} \cdot \varepsilon_{np})^2}$$

де  $\varepsilon_{\delta}$ ,  $\varepsilon_3$ ,  $\varepsilon_{np}$  - відповідно похибки базування, закріплення виробів у пристроях та виготовлення самих пристроїв, мм;

$k_{\delta}$ ,  $k_3$ ,  $k_{np}$  - коефіцієнти розсіювання зазначених похибок.

Похибки закріплення виробів та виготовлення самих пристроїв вилучаємо із розрахунків, оскільки  $\varepsilon_{np}$  є величиною систематичною; її легко компенсувати при налаштуванні пристрою, а похибка закріплення немає значних величин, оскільки закріплення виробів в контрольних пристроях не виконується із значним зусиллям затискання. Виходячи із вищесказаного, похибку контрольно-вимірювального пристрою визначаємо як похибку базування деталі у пристрої за формулою:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\delta} < \eta \cdot T,$$

де  $\eta$  - коефіцієнт запасу,  $\eta = 2,5$ ;

$T$  - допуск на розмір, що контролюється, згідно завдання  $T = 0,02$  мм.

Похибка базування визначається за формулою:

$$\varepsilon_{\delta} = T_{L_u} - \frac{T_{D_u}}{\operatorname{tg} \alpha},$$

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ</b>	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

де  $T_{L_u}$  - допуск на глибину лівого центрального отвору, при  $L = 11,5$  мм,  $T_{L_u} = 0,07$

мм;

$T_{D_u}$  - допуск на діаметр центрального гнізда, 14952-75  $T_{D_u} = 0,07$  мм;

$\alpha$  - половина кута центрального гнізда,  $2\alpha = 120^0$ .

$$\varepsilon_{\delta} = 0,07 - \frac{0,07}{\operatorname{tg}60^0} = 0,029 \text{ мм.}$$

Висновок про можливість контролювання спроектованим пристроєм, робимо , якщо виконується умова:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\delta} < \varepsilon_{np}^{\delta}$$

Умова виконується:

$$0,029 < 2,5 \cdot 0,02 ,$$

$$0,029 < 0,05 .$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Безпечність експлуатації токарних верстатів з ЧПК

Обладнання можна експлуатувати тільки в закритих приміщеннях. Забороняється експлуатувати обладнання в вибухонебезпечних умовах.

Таблиця 4.1 – Умови експлуатації для забезпечення безпечної роботи

	<i>Мінімум</i>	<i>Максимум</i>
<i>Робоча температура</i>	41 °F (5,0 °C)	122 °F (50,0 °C)
<i>Температура зберігання</i>	-4 °F (-20,0 °C)	158 °F (70,0 °C)
<i>Вологість повітря</i>	<i>Відносна, 20%, без конденсації</i>	<i>Відносна 90%, без конденсації</i>
<i>Висота над рівнем моря</i>	<i>Рівень моря</i>	6 000 фут. (1 829 м)

#### 4.1.1 Рівень шуму

Охорона праці, як наука, розглядає шум як загрозу виробничої безпеки та загрозу здоров'ю робітників верстатників. Тому держава розробила нормативний документ ДБН В.1.2-10:2021 «ЗАХИСТ ВІД ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ» [6], який є обов'язковим для дотримання на всіх виробничих підприємствах.

Для безпечної роботи на токарних верстатах з ЧПК встановлено межі шуму верстата:

- А – виважений рівень звукового тиску складає 69,4 дБ та нижче;
- С – миттєві рівні звукового тиску складають 70,0 дБ та нижче;
- L<sub>WA</sub> – рівень звукової потужності складає 75 дБ та нижче.

На фактичний рівень шуму при різанні матеріалу суттєво впливають такі параметри, як: матеріал деталі, різальний інструмент, режим різання, вид закріплення та інші фактори. Всі ці фактори контролюються виробником і проблема зниження промислового шуму лежить виключно в його компетенції.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Для захисту від негативного впливу промислового шуму необхідно застосовувати індивідуальні засоби захисту слуху, а для зниження рівня шуму необхідно оптимізувати такі фактори як режими різання, оснастку для закріплення заготовки, різальний інструмент тощо.

#### 4.1.2 Робота в автоматичному режимі

Токарні верстати з ЧПК фірми HAAS виконані в закритому виконанні та передбачають безлюдну експлуатацію, але конкретний технологічний процес механічного оброблення деталі без наглядання за цим процесом части є нездійсненим з точки зору технології. Тому при необхідності контролювання технологічного процесу та для запобігання ушкоджень, травм операторів, для зниження ризиків виникнення пожежі, зниження ризику нанесення ушкоджень не тільки персоналу, але й обладнанню, необхідно встановлювати автоматичну систему пожежогасіння.

Оцінку ризиків від експлуатації металообробного обладнання слід проводити за ДСТУ ISO 16732-1:2018 «Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику. Частина 1» [7].

Проектування автоматичної системи пожежогасіння слід здійснювати за вимогами ДСТУ EN 13565-1:2015 «Стаціонарні системи пожежогасіння. Системи пінного пожежогасіння. Частина 1. Вимоги до компонентів та методи їх випробування (EN 13565-1:2003+A1:2007, IDT)» [8].

Вибір автоматичної системи пожежогасіння (АСПГ) слід здійснювати, користуючись ДСТУ 2273. Вони, згідно національного стандарту, поділяються за конструкцією, характером впливу на осередок пожежі та способом гасіння. Підбір АСПГ робиться відповідно до конкретних умов виробництва.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		



Рисунок 4.1 – Робота верстата HAAS в автоматичному режимі

Всі верстати HAAS обладнані замком на дверцятах оператора та перемикачем з ключем на боковій стороні підвісного пульта керування для блокування чи розблокування режиму налагодження верстата.

Режим налагодження в більшості випадків заблоковано, перемикач з ключем знаходиться у вертикальному положенні. При такому режимі дверцята зачинено, також їх зачинено при виконанні керуючої програми, при обертанні шпинделя. У випадку, коли цикл механічного оброблення закінчується, дверцята розблоковуються в автоматичному режимі.

Категорично забороняється відключати захисні функції верстата, які передбачені виробником. У разі недотримання цієї вимоги верстат буде нести небезпеку.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		76

#### 4.1.3 Безпечна робота роботизованих пристроїв

Верстат роботизованим пристроєм може виконувати програму з відчиненими дверцятами, незалежно від положення кнопки запуску. Але при відчинених дверцятах швидкість обертання шпинделя верстата обмежена до нижньої заводської межі. При зачинених дверцятах це обмеження знімається і запрограмована швидкість обертання шпинделя відновлюється.

Тобто інтерфейс між роботом та верстатом з ЧПК враховує вимоги до безпечної роботи обох машин.

Рух робота в режимі ручного переміщення дозволено виключно в режимі налагодження та тільки при обмеженій швидкості. Висока швидкість допускається, але для безпечної роботи оператора необхідно дотримуватись вимоги про те, що зазор повинен бути не меншим за 500 мм. Це потребує налаштування та перевірки зони DCS/зони безпеки.

Освітлення робот під час роботи не потребує. Але, для завантаження чи вивантаження деталей, а також для проведення технічного обслуговування чи сервісного обслуговування необхідно встановити освітлення.

Всі роботи HAAS оснащено системою DCS компанії FANUC, яка дозволяє користувачу визначати межі швидкості і положення для робота. Якщо робот виходить за встановлені межі, система DCS зупиняє робот та виключає живлення електродвигунів.

Оператору необхідно перевіряти правильність налаштування зон DCS під час встановлення робота кожні шість місяців. Також необхідно перевіряти зони DCS після налаштування кожного нового завдання.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		



Рисунок 4.2 – Огорожа для безпечної роботи верстата  
з роботизованим пристроєм

При роботі з роботом, а саме: при завантаженні, розвантаженні деталей, крім вище зазначених заходів безпеки треба застосовувати засоби індивідуального захисту, такі як: рукавиці для захисту рук від гострих кромки, окуляри для захисту очей, взуття із захисною поверхнею тощо. Засоби індивідуального захисту повинні відповідати ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація» [9].

Розроблений фірмою HAAS виробничий модуль, який складається із верстата з ЧПК та робота, пройшов оцінку відповідності за європейськими вимогами та отримав знак «СЕ». Якщо обладнання модернізувалось, то оцінку відповідності вимогам технічного регламенту «Безпечність машин» слід проходити повторно.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		78

## ВИСНОВКИ

В наданій кваліфікаційні роботі проводилось розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі «гільза», виготовленого із сталі 20 ДСТУ 7809:2015.

В РПЗ кваліфікаційної роботи бакалавра показано технологічний процес механічного оброблення деталі, проведено економічний розрахунок собівартості двох методів отримання заготовки, аналітичний розрахунок припусків на поверхню  $\varnothing 60h7$ . Для спроектованого технологічного процесу обране сучасне обладнання та металорізальний інструмент фірми Sandvik.

Для операції 015 «Токарна з ЧПК згенеровано керуючу програму.

Призначено режими різання для операцій механічного оброблення деталі «гільза» як за традиційною методикою (для операцій, що проводяться на універсальному обладнанні), так і за калькулятором фірми Sandvik Coromant.

В конструкторському розділі спроектовано спеціальний пристрій для закріплення деталі на свердлувальній операції при свердлуванні отвору  $\varnothing 8H14$  та контрольний пристрій для контролювання радіального биття поверхні  $\varnothing 60h7$ .

В розділі «Охорона праці» наведено аналіз безпечності експлуатації токарних верстатів з ЧПК та відповідність безпечної роботи вимогам міжнародним та європейським стандартам.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 7809:2015 «Прокат сортовий, калібрований зі спеціальним обробленням поверхні з вуглецевої якісної конструкційної сталі. Загальні технічні умови»
2. ДСТУ 8943:2019 «Труби сталеві електрозварні. Технічні умови».
3. ДСТУ 3211:2009 Металобрухт та відходи.
4. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні.
5. НПАОП 28.5-1.02-07. Правила охорони праці при термічній обробці металів.
6. ДБН В.1.2-10:2021 «ЗАХИСТ ВІД ШУМУ ТА ВІБРАЦІЇ».
7. ДСТУ ISO 16732-1:2018 «Інжиніринг пожежної безпеки. Оцінювання пожежного ризику. Частина 1».
8. ДСТУ EN 13565-1:2015 «Стаціонарні системи пожежогасіння. Системи пінного пожежогасіння. Частина 1». Вимоги до компонентів та методи їх випробування (EN 13565-1:2003+A1:2007, IDT)».
9. ДСТУ 7239:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація».
10. ДСТУ EN 1550:2018 Безпечність металорізальних верстатів. Вимоги щодо безпеки у разі проектування та виготовлення патронів для оброблюваних деталей (EN 1550:1997 + A1:2008, IDT).
11. МАШІНТЕХ. [Електронний ресурс]. – Режим до ступу до каталогу: <https://www.met.ua/p/vertikalni-obrobni-tsentri-avia-seriya-x-5/>.
12. Basics of mechanical engineering: integrating science, technology and common sense / Paul D. Ronney Department of Aerospace and Mechanical Engineering University of Southern California – 2021; 142 p. / <http://ronney.usc.edu/ame101/>
13. Sandvik. Coromant. Каталог [Електронний ресурс]. – Режим доступу до каталогу: <http://www.sandvik.coromant.com>
14. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур та ін. – Львів : Новий Світ, 2022. – 422 с.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.03.00.ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		