

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі "Шток 3032-317.405" з використанням  
верстатів з ЧПК

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія  
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка  
Шифр і назва спеціальності  
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»  
Назва


Шифр ДП.ПМ.ФІТА.25.07.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТ-21-1  
Шифр

  
Підпис

Павло КІРИК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник канд. техн. наук,  
доцент  
Науковий ступінь, звання

  
Підпис


Катерина СОКОЛАН  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

  
Підпис

Сергій БИСЬ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:  
Завідувач кафедри технології машинобудування  
Назва

  
Підпис

Віталій ТКАЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата « 20 » травня 2025

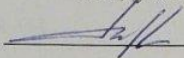
Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування  
Рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
Галузь знань 13 механічна інженерія Шифр і назва  
Спеціальність 131 прикладна механіка Шифр і назва  
Освітня програма «технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

 Віталій ТКАЧУК

7.02.2025

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Кірику Павлу Олександровичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі "Шток 3032-317.405" з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Соколан Катерина Станіславівна, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 07 лютого 2025 р. № 23

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2025

3 Вихідні дані до проєкту (роботи) кресленик деталі "Шток 3032-317.405" та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску 10000 тис.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Вступ

1. Загальний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ
4. Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу: кресленик деталі із 3D моделлю (1 лист А2); кресленик заготовки (1 лист А2); графотехнологія (1 лист А1); карта наладки (1 лист А2); кресленик верстатного пристрою (1 лист А1); кресленик контрольного пристрою (1 лист А2)

6 Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

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

7 Дата видачі завдання 12.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ	10.03.2025	
2 Технологічний розділ	15.04.2025	
3 Конструкторський розділ	12.05.2025	
4 Охорона праці	08.06.2025	

Студент

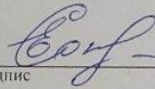


Підпис

Павло КІРИК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проекту (роботи)



Підпис

Катерина СОКОЛАН

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Кірик Павло Олександрович на захист дипломного проєкту (роботи)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі «Шток3032-317.405» з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету



**ОЛЕГ ПОЛІЩУК**

(підпис, ім'я, прізвище)

### ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Кірик П. О. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2021 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 17,86 %, задовільно 82,14 %, шкалою ЄКТС: А 0,00 %, В 0,00 %, С 15,09 %, D 30,19 %, E 54,72 %.

Методист факультету

(підпис, ім'я, прізвище)

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

Студент Кірик Павло працював над дипломним проєктом самостійно, суцільно та згідно графіка. Над час роботи над проєктом показав задовільні теоретичні знання та добрі практичні навички.

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

добре

Керівник дипломного проєкту

Соколан Р.С.

(підпис, ім'я, прізвище)

10.06 2025 р.

### ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Кірик П. О. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технологія машинобудування

11.06

2025 р.

(підпис, ім'я, прізвище)

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

Назва кваліфікаційної роботи Технологія виготовлення деталі  
 Автор Л.О. Керик - шк. № 3032-317, 405" з виконанням  
 Освітня програма Технології машинобудування верстатів з ЧПК  
 Рівень вищої освіти першого (бакалавр)  
 Спеціальність 131 Механічне машинобудування  
 Науковий керівник: К.С. Соколан

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, виправданий 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, виправданий 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 навмисні 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:

Steeke Plagiat - 14,3%  
Anti - plagiarism v- 75.274 - 12,0%

Дата 20.05.25р.

Завідувач кафедри

М.Т. Ткачук  
 Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Гарант освітньої програми

Мелько В.В.  
 Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи

Соколан К.С.  
 Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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

Кірика П.О.

Підздобувач 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.

20.05.25р.

дата



підпис

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

Кірика П.О.

ПІБ студента 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 захвату 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.

20.05.25р.

дата



підпис

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

студента Кірика П.О.

Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Шток 3032-317.405» з використанням верстатів з ЧПК»

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

Кірик П.О. розробив технологічний процес механічного оброблення деталі, метод виготовлення заготовки, схеми базування 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» проведено аналіз факторів, що впливають на умови та безпеку праці, проаналізовано вплив вібрації на виробничу безпеку.

В якості зауважень, можна вказати на те, що в додатку «А» - «Технологічний процес виготовлення деталі» є маршрутні карти, але немає операційних та ескізних карт, фрезерні та свердловальні операції доцільно було б об'єднати в багатоцільову та проводити її на обробному центрі.

В цілому кваліфікаційна робота бакалавра Кірика П.О. виконана на хорошому інженерному рівні. Кваліфікаційна робота заслуговує оцінки «Добре».

РЕЦЕНЗЕНТ

*Дорофєєв Олександр Анатолійович,*  
(прізвище, ім'я по батькові, посада, місце роботи)  
*рецензент кафедри АМ*

..19... травня..... 2025 р.  
..... (підпис)

*О. Дорофєєв*

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Технологія виготовлення деталі "Шток 3032-317.405" з використанням  
верстатів з ЧПК

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія  
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка  
Шифр і назва спеціальності  
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»  
Назва

Шифр ДП.ПМ.ФІТА.25.07.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТ-21-1  
Шифр

Павло КІРИК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ  
Підпис

Керівник канд. техн. наук,  
доцент  
Науковий ступінь, звання

Катерина СОКОЛАН  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ  
Підпис

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

Сергій БИСЬ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ  
Підпис

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування  
Назва

Віталій ТКАЧУК  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ  
Підпис

Дата «    »                      2025

Хмельницький 2025

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування  
Рівень вищої освіти перший (бакалавр)  
Галузь знань 13 механічна інженерія  
Шифр і назва  
Спеціальність 131 прикладна механіка  
Шифр і назва  
Освітня програма «технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

Віталій ТКАЧУК

\_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.2025

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Кірику Павлу Олександровичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі "Шток 3032-317.405" з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Соколан Катерина Станіславівна, к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від 07 лютого 2025 р. № 23

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2025

3 Вихідні дані до проєкту (роботи) кресленик деталі "Шток 3032-317.405" та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску 10000 тис.

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

Вступ

1. Загальний розділ
2. Технологічний розділ
3. Конструкторський розділ
4. Охорона праці

5 Перелік графічного матеріалу: кресленик деталі із 3D моделлю (1 лист А2); кресленик заготовки (1 лист А2); графотехнологія (1 лист А1); карта наладки (1 лист А2); кресленик верстатного пристрою (1 лист А1); кресленик контрольного пристрою (1 лист А2)

6 Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

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

7 Дата видачі завдання 12.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ	10.03.2025	
2 Технологічний розділ	15.04.2025	
3 Конструкторський розділ	12.05.2025	
4 Охорона праці	08.06.2025	

Студент

\_\_\_\_\_ Павло КІРИК \_\_\_\_\_  
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проєкту (роботи)

\_\_\_\_\_ Катерина СОКОЛАН \_\_\_\_\_  
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

## РЕФЕРАТ

Завданням кваліфікаційної роботи є проектування технологічного процесу механічного оброблення деталі «Шток 3032-317.405». Основною вимогою, що стояла перед початком роботи, було створення саме сучасного технологічного процесу, із використанням верстатів з ЧПК.

В РПЗ проведено аналіз деталі «Шток 3032-317.405», матеріал деталі – легована сталь 40X ДСТУ 7806:2015, також аналіз оптимального методу отримання заготовки. В технологічному розділі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Шток 3032-317.405», призначено сучасний різальний інструмент фірми SANDVIK COROMANT, також призначено режими різання для обраного інструменту за допомогою калькулятора Sandvik Coromant CoroPlus.

В конструкторському розділі наведено розрахунок спроектованого пристрою для фрезерної операції. Кресленик пристрою наведено в графічній частині кваліфікаційної роботи. В цьому ж розділі наведено розрахунок пристрою для контролювання радіального биття. Кресленик пристрою наведено в графічній частині.

В розділі з охорони праці проведено аналіз факторів, що впливають на умови та безпеку праці, зокрема, вплив вібрації.

Кваліфікаційна робота, окрім РПЗ на 72 сторінки, містить графічну частину: 4 листа формату А2, 2 листа формату А1.

**Ключові слова:** деталь шток, металорізальне обладнання з ЧПК, різальний інструмент, режими різання, пристрій, технологічний процес.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата					
Розроб.	Кірик П.О.				Технологія виготовлення деталі Шток 3032-317.405 з використанням верстатів з ЧПК	Літера	Аркуш	Аркушів	
Перев.	Соколан К.С.					н			
Н. контр.	Бись С.С.					ХНУ			
Затв.	Ткачук В.П.					гр. ПМТ-21-1			

# ЗМІСТ

## ВСТУП

### 1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

- 1.1 Аналіз об'єкта виробництва
- 1.2 Призначення та конструкція штока 3032-317.405
- 1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі
- 1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

### 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

- 2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу
- 2.2 Вибір виду і обґрунтування методу отримання заготовки
- 2.3 Вибір технологічних баз
- 2.4 Вибір технологічного маршруту оброблення деталі
- 2.5 Розробка технологічних операцій
- 2.6 Розрахунок припусків на механічну обробку
- 2.7 Вибір режимів різання
- 2.8 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій
- 2.9 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

- 3.1 Проектування верстатного пристрою для оброблення деталі при механічній обробці
- 3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою

### ОХОРОНА ПРАЦІ

- 4.1. Аналіз факторів, що впливають на умови та безпеку праці
- 4.2 Вібрація на виробництві. Основні заходи захисту
- 4.3 Захист від вібрації

### ВИСНОВКИ

### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### ДОДАТКИ

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Машинобудівна галузь є основною технологічною базою, що визначає розвиток усієї промисловості будь-якої країни. Тому темпи зростання машинобудування мають значно перевищувати аналогічні показники інших галузей народного господарства.

В сучасному виробництві перед машинобудуванням стоїть величезна кількість складних і важливих завдань, таких як: планування і розробка перспективних технологій; створення високопродуктивних енерго- і матеріалозберігаючих технологій; підвищення якості та технічного рівня машинобудівної продукції; застосування засобів автоматизації та механізації виробництва.

Метою даної роботи є проектування технологічного процесу виготовлення деталі - «шток» і розробка пристосування для фрезерної операції.

Спроектований технологічний процес має задовольняти вимогам економічності виготовлення деталі.

В даній роботі не всі операції механічного оброблення деталі виконуються на сучасних верстатах з ЧПК.

Під час токарної обробки на верстатах з ЧПК тонких деталей типу вал, коли довжина набагато перевищує діаметр довгого вала, наприклад, штоків, полірованих стрижнів, ходових гвинтів тощо, через погану жорсткість цих валів у поєднанні з впливом сили різання, теплоти в зоні різання та вібрації під час токарної обробки на верстатах з ЧПК легко отримати такі дефекти, як згинання, конусність тощо. Крім того, під час токарної обробки на верстатах з ЧПК буде створюватися вібрація, яка вплине на шорсткість поверхні. Щоб запобігти цьому явищу, можна застосовувати спеціальні опорні пристосування.

Особливості оброблення тонкого вала на верстаті з ЧПК:

1. Радіальна сила різання, що виникає під час токарного оброблення з ЧПК, призводить до вигину деталей, вібрації та впливає на точність оброблення на верстаті з ЧПК і шорсткість поверхні.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

2. Вага, деформація і вібрація деталей, оброблених на верстатах з ЧПК, впливають на циліндричність і шорсткість поверхні заготовки.

3. Коли деталі токарного верстата з ЧПК під час роботи обертаються з високою швидкістю, вони деформуються під дією відцентрової сили, що посилює вигин і вібрацію деталей токарного верстата з ЧПК.

4. Тепло, що продукується під час різання, призведе до подовження і деформації заготовки в осьовому напрямку, спричинить вигин деталей токарного верстата з ЧПК і вплине на якість обробки на верстаті з ЧПК.

Під час чорнової обробки довгої деталі, через великий припуск на різання, сила різання на токарних верстатах з ЧПК надто велика. Тому в даній роботі для чорнових операцій обрано універсальні верстати.

Під час токарної обробки з ЧПК, через вплив тепла в зоні різання, деталі поступово подовжуються і деформуються в міру підвищення температури, що називається «термічною деформацією». Під час токарної обробки з ЧПК звичайних валів термічну деформацію і подовження можна ігнорувати. Однак під час токарного оброблення з ЧПК тонких валів, оскільки заготовка довга і загальне подовження велике, необхідно враховувати ефект термічної деформації. Оскільки заготівля затиснута на одному кінці й утримується на іншому кінці, заготівля не може бути розтягнута, тому вона може тільки зігнутися. Після того, як тонкий вал зігнутий, виконувати токарну обробку з ЧПК важко. Тому верстати з ЧПК для оброблення деталі «шток» використовуються лише на чистових операціях, де відбувається різання малого припуску, тому температурні деформації будуть нижчими, ніж на чорнових операціях.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Аналіз об'єкта виробництва

Термопластавтомат слугує для виготовлення такого виробу як „шприц” спеціальний, зусилля запирання 1600 кН, який призначений для виготовлення методом лиття під тиском деталей виробу - штока і циліндра з таких полімерних матеріалів як поліетилен та поліпропілен.

Дані вироби виготовляють для медичної і мікробіологічної промисловості.

Термопластавтомат проводить виготовлення штока і циліндра шприца в автоматизованому режимі. Також в автоматизованому режимі відбувається видалення готових виробів із зони лиття, а також операції відділення їх з прес-форми та видалення.

Технічна характеристика термопластавтомата наведена в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика машини

№ п/п	Найменування параметрів	Дані
1	Найбільше зусилля запирання інструмента, кН. (т.с.): , не менше	1600
2	Найбільший хід рухомої плити при найбільшій висоті інструмента, мм не більше	425
3	Висота встановлюваного інструменту, мм найменша найбільша	500 200
4	Відстань між колонами в світлі механізму запирання, мм горизонтальна вертикальна	500

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

		400
5	Найбільше зусилля гідравлічного виштовхувача, кн., (т.с.), не менше	35 (3,5)
6	Найбільший об'єм впорскування на цикл за цикл, см <sup>3</sup> , не менше	392
7	Найбільший тиск литва на зливі з циліндрів впорскування при наборі дози, МПа	160
8	Діаметр шнека, що пластифікує, мм	50 <sup>-0,16</sup> <sub>-0,21</sub>
9	Число сухих циклів, хв-1, не менше	40
10	Об'ємна швидкість впорскування, см <sup>3</sup> /с, не менше	235
11	Габаритні розміри, мм, не більше: довжина; ширина; висота; висота з вакуумним завантажувачем	5150±50 1200±40 2025±50 2600±50
12	Вага, кг	7200±100

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		18

## 1.2 Призначення та конструкція штока 3032-317.405

Деталь шток 3032-317.405 входить в циліндр притискання, одну із складових термопластавтомата.

Циліндр притискання слугує для передачі осьового зусилля з передньої плити на рухому каретку механізму впорскування. Циліндр притискання здійснює притискання сопла матеріального циліндра до ливникової втулки прес-форми, яка встановлюється на передній плиті механізму запирання. Шток знаходиться під дією осьового зусилля розтягування, що прикладається до різьбової шийки М30 деталі. По циліндричній поверхні  $\varnothing 34h6$  на шток встановлюється поршень циліндра притискання та закріплюється гайкою по різьбовому кінцю деталі М27х1,5.

Отвір  $\varnothing 3$  служить для фіксування контргайкою. Переміщення штока в напрямній втулці здійснюється по поверхні  $\varnothing 55f7$ . З'єднання штока з сухарем каретки механізму впорскування здійснюється по поверхні двох лисок шириною  $b = 27_{-0,28}$ .

Деталь шток 3032-317.405 виготовлено із легованої сталі 40Х ДСТУ 7806:2015. Леговані сталі широко використовують для виготовлення великої номенклатури деталей. Завдяки своєму складу сталь 40Х допускає застосування високопродуктивних методів оброблення, оптимальних режимів різання, має високі якості після термічної обробки на вторинну твердість.

Хімічний склад і фізико-механічні властивості сталі 40Х наведені в таблицях 1.2 і 1.3.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		



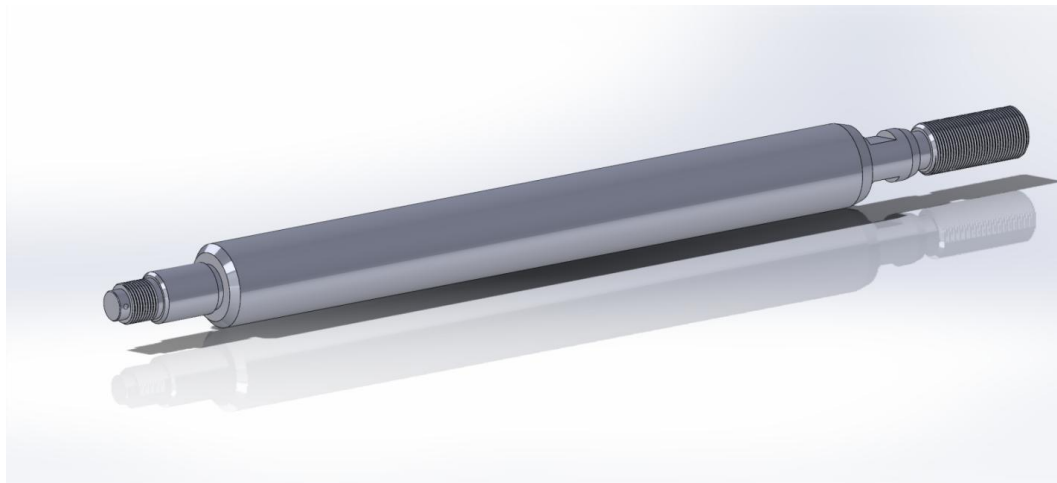


Рисунок 1.2 – Твердотільна модель деталі

### 1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь „шток” є тілом обертання і відноситься до класу валів довжиною 492 мм, максимальним діаметром 55 мм.

Деталь досить проста по конфігурації. Деталь має поверхню  $\varnothing 55f7$  з параметром шорсткості  $Ra = 0,32$  мкм, яку необхідно полірувати, має радіальне биття відносно базової поверхні „А” не більше 0,03 мм та поверхню  $\varnothing 34h6$  з параметром шорсткості  $Ra = 1,25$  мкм і радіальним биттям відносно базової поверхні „А” не більше 0,05 мм.

Поверхні канавок можуть оброблятися прохідним різцем.

Всі інші поверхні оброблені по 14-му квалітету точності, тому з точки зору забезпечення точності і шорсткості не представляють технологічних труднощів, дозволяють вести обробку напрохід і дають можливість обробляти деталь на верстатах з ЧПК. Поверхні деталі не вимагають спеціального оснащення для базування її під час обробки.

Конструкція деталі „шток” є технологічною. Це обумовлюється тим, що в конструкції деталі немає важкодоступних поверхонь для механічної обробки. Всі поверхні є тілами обертання, вони є легкодоступними для обробки ріжучим інструментом. Це зменшує час на налагоджування верстатів, застосування складних пристроїв для закріплення деталі під час обробки.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

#### 1.4 Визначення типу і організаційної форми виробництва

Тип виробництва на даному етапі визначаємо попередньо в залежності від маси деталі та річної програми випуску. При вазі деталі 6,1 кг та річній програмі випуску  $N=10000$  шт. – виробництво середньосерійне.

Форму організації виробництва для серійного типу виробництва обираємо перервно-потоківу. При такій формі організації верстати розташовані за ходом технологічного процесу, на ділянці обробляється партія деталей, які потребують застосування схожих чи однакових методів обробки та узгодження часу виконання операцій на суміжних верстатах, а після закінчення обробки партії деталей верстати переналагоджуються на іншу деталь.

Кількість деталей в партії для одночасного запуску допускається визначати спрощено за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi_0},$$

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

$a$  - періодичність запуску партії деталей в днях. Приймаємо  $a = 12$  днів;

$\Phi_0$  - кількість робочих днів в році. Обираємо п'ятиденний робочий тиждень з тривалістю робочого дня 8 годин  $\Phi_0 = 254$ .

Тоді:

$$n = \frac{10000 \cdot 12}{254} = 472,4$$

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Проведемо корегування розміру партії деталей для зручності планування і організації виробництва і визначимо розрахункове число змін на обробку всієї партії деталей на основних робочих місцях:

$$C = \frac{T_{шт.к.сер.} \cdot n}{476 \cdot 0,8},$$

де  $T_{шт.к.сер.}$  - середній штучно-калькуляційний час на основних операціях, хв.;

$$T_{шт.к.сер.} = 21,62 \text{ хв.};$$

476 – дійсний фонд часу роботи обладнання за зміну;

0,8 – нормативний коефіцієнт завантаження верстатів в серійному виробництві.

Отже,

$$C = \frac{21,62 \cdot 472,4}{476 \cdot 0,8} = 26,83.$$

Приймаємо  $C_{np} = 27$ .

Визначимо число деталей в партії, необхідних для завантаження обладнання на протязі цілого числа змін.

$$n_{np} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{np}}{T_{шт.к.сер.}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 27}{21,62} = 475,5.$$

Попередньо приймаємо  $n = 480$  шт.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу

Аналіз існуючого технологічного процесу механічної обробки деталі 3032-317.405 будемо проводити з точки зору забезпечення якості продукції, зниження собівартості її виготовлення, підвищення продуктивності праці.

В базовому технологічному процесі деталь отримується із круглого сортового прокату, що не є раціональним, оскільки багато металу йде в стружку. Пропонуємо замінити метод отримання заготовки на штампування.

В базовому технологічному процесі обдирочна і чорнова обробка зовнішніх і внутрішніх поверхонь штока проводиться на токарному верстаті з ЧПК мод. 16К30Ф3, потім на ньому ж проводиться чистова обробка всіх поверхонь. Верстат мод 16К30Ф3 є достатньо точним верстатом, тому пропонуємо для обдирочних операцій замінити його на дешевший універсальний верстат мод. 16К20, що призведе до зниження технологічної собівартості деталі.

Вказані вище зміни у технологічному процесі призведуть до зменшення технологічної собівартості виготовлення деталі, до зменшення трудомісткості технологічного процесу та до підвищення коефіцієнту використання матеріалу.

### 2.2 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Порівняємо два методи отримання заготовки – заготовка із круглого сортового прокату (по базовому технологічному процесу) та штампована заготовка (по запропонованому технологічному процесу).

Собівартість заготовки із прокату.

Розрізання прутка на заготовки проводиться на гідравлічному пресі з точністю розрізання  $\pm 2$  мм.

Проводимо економічне обґрунтування вибору заготовки.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Собівартість заготовки із 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:

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

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

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

$$C_{o.з.} = \frac{30000 \cdot 0,9}{60 \cdot 100} = 5 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріал заготовки:

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

де  $Q$  - маса заготовки, кг,  $Q = 10,78$ ;

$S$  - ціна 1 т матеріалу заготовки, грн,  $S = 11000$ ;

$q$  - маса готової деталі, кг  $q = 6,1$ ;

$S_{відх}$  - ціна 1 т відходів, грн,  $S_{відх} = 1200$ .

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Отже, витрати на матеріал становлять:

$$M = \frac{10,78 \cdot 11000}{1000} - (10,78 - 6,1) \frac{1200}{1000} = 113 \text{ грн.}$$

Отже,

$$S_{заг} = 113 + 5 = 118 \text{ грн.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м.} = \frac{6,1}{10,78} = 0,56.$$

Собівартість заготовки – поковки.

Вартість заготовки розраховується за формулою:

$$S_{заг.} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх.}}{1000},$$

де  $C_i$  – базова вартість 1 т заготовок:  $C_i = 19000$  грн.;

$k_T$  – коефіцієнт залежності від класу точності поковки:  $k_T = 1,0$  (3-й клас);

$k_C$  – коефіцієнт залежності від групи складності поковки:  $k_C = 0,84$  (2 група);

$k_B$  – коефіцієнт залежності від маси поковки:  $k_B = 0,87$  (3-5 кг);

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$k_M$  – коефіцієнт залежності від марки матеріалу поковки:  $k_M=1,0$ ;

$k_{II}$  – коефіцієнт залежності від об'єму виготовлення заготовок:  $k_{II}=1,0$  (3-тя група серійності);

$q$  - маса деталі:  $q = 6,1$  кг;

$Q$  - маса заготовки,  $Q = 7,44$ ;

$S_{відх.}$  – ціна за 1 т відходів, грн,  $S_{відх.} = 1200$ .

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м.} = \frac{6,1}{7,44} = 0,82.$$

Ціна заготовки:

$$S_{заг.} = \left( \frac{19000}{1000} \cdot 7,44 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,84 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \right) - (7,44 - 6,1) \cdot \frac{1200}{1000} = 101,7 \text{ грн.}$$

Економічний ефект для співставлення способів отримання заготовок, при яких технологічний процес механічної обробки не змінюється, розраховується за формулою:

$$E_3 = (S_{32} - S_{31}) \cdot N,$$

де  $S_{заг1}$ ,  $S_{заг2}$  - вартість співставлених заготовок, грн;

$N$  - річна програма випуску,  $N = 10000$  шт.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$E_3 = (118 - 101,7) \cdot 10000 = 163000 \text{ грн.}$$

Отримання заготовки методом штампування є більш економічним методом, ніж отримання заготовки із прокату.

### 2.3 Вибір технологічних баз

На першій операції – фрезерно-центрувальній, базовою поверхнею буде слугувати необроблена циліндрична поверхня  $\varnothing 56$  мм.

На подальших операціях центрові отвори і оброблені торці будуть слугувати чистовими базовими поверхнями.

При попередньому точінні, чистовому точінні і шліфуванні центрові отвори забезпечать відсутність похибки базування в радіальному напрямку.

Згідно робочого кресленика деталі, взаємне розташування поверхонь задано відносно осі центрів. Це означає співпадіння конструкційної, вимірювальної і технологічної баз, що є важливою вимогою для забезпечення точності виготовлення деталі.

### 2.4 Вибір технологічного маршруту оброблення деталі

Технологічний маршрут механічної обробки деталі „шток” наведемо у таблиці 2.1.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Технологічний маршрут механічного оброблення деталі “шток”

№ операції	Найменування операції і зміст технологічного переходу	Тип і модель верстата
005	Заготівельна	
010	Маркування	
015	Термічна	Піч
020	Рихтувальна	
025	Наладочна (на партію)	Фрезерно-центрувальний MP-75M
030	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці в розмір 695 мм. 2. Центрувати торці одночасно.	Фрезерно-центрувальний MP-75M
035	Слюсарна 1. Зачистити задирки.	Слюсарна плита
040	Токарна 1. Точити поверхню $\varnothing 57$ мм. 2. Точити поверхню $\varnothing 36$ на довжину 72 мм. 3. Переустановити заготовку. 4. Точити поверхню $\varnothing 36$ на довжину 129 мм.	Токарно-гвинторізний 16K20
045	Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню $\varnothing 56h12$ на довжину 72,9 мм.	Токарно-гвинторізний з ЧПК HAAS TL-1

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		29

№ операції	Найменування операції і зміст технологічного переходу	Тип і модель верстата
	<p>2. Точити поверхню <math>\varnothing 35_{h12}</math> на довжину 72,9 мм начорно.</p> <p>3. Точити поверхню <math>\varnothing 35_{h12}</math> на довжину 72,9 мм начисто.</p> <p>4. Точити поверхню <math>\varnothing 27_{h12}</math> на довжину 31 мм начорно.</p> <p>5. Точити поверхню <math>\varnothing 27_{h12}</math> на довжину 31 мм начисто.</p> <p>6. Точити поверхню <math>\varnothing 20</math> на довжину 8 мм начорно.</p> <p>7. Точити поверхню <math>\varnothing 20</math> на довжину 8 мм начисто.</p> <p>8. Точити 2 фаски <math>0,5 \times 45^{\circ}</math>.</p> <p>9. Точити канавку <math>v=4</math> мм, витримавши розмір <math>\varnothing 31,2</math> мм.</p> <p>10. Точити фаску <math>2 \times 30^{\circ}</math>.</p> <p>11. Точити канавку <math>v=3</math> мм, витримавши розмір <math>\varnothing 33,5</math> мм.</p>	
050	<p>Токарна з ЧПК</p> <p>1. Точити поверхню <math>\varnothing 34</math> на довжину 130 мм.</p> <p>2. Точити фаску, витримуючи кут <math>15^{\circ}</math>.</p> <p>3. Точити поверхню <math>\varnothing 30</math> під різьбу М30 на</p>	Токарно-гвинторізний з ЧПК HAAS TL-1

№ опер ації	Найменування операції і зміст технологічного переходу	Тип і модель верстата
	довжину 84 мм. 4. Точити канавку $\epsilon=10,2$ мм, витримавши розмір $\varnothing 25$ мм та кут $45^{\circ}$ . 5. Точити фаску $2,5 \times 45^{\circ}$ . 6. Точити фаску $10 \times 15^{\circ}$ .	
055	Токарна 1. Нарізати різьбу M27x1,5.	Токарний 16K20
060	Токарна 1. Нарізати різьбу M30.	Токарний 16K20
065	Токарна 1. Точити поверхню $\varnothing 34,5$ ( $\varnothing 34h6$ ). 2. Точити поверхню $\varnothing 55,6$ ( $\varnothing 55f7$ ).	Токарний 16K20
070	Розміточна	Верстак
075	Свердлувальна 1. Свердлити наскрізний отвір $\varnothing 3$ мм.	Радіально-свердлувальний 2M55
080	Слюсарна	Верстак
085	Розміточна	Плита
090	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати лиски, витримуючи розміри 15 мм, 20 мм, $27_{-0,28}$ мм.	Вертикально-фрезерний 6P12
095	Слюсарна	Верстак

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		31

№ операції	Найменування операції і зміст технологічного переходу	Тип і модель верстата
100	Термічна	Піч
105	Рихтовочна	Прес П6330
115	Шліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 55_{-0,142}^{-0,122}$ .	Круглошліфувальний напівавтомат 3М174
120	Контрольна	Стіл ВТК
125	Гальванічна ( $\varnothing 55_{-0,142}^{-0,122}$ ).	
130	Шліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 34h6$ з підшліфовкою торця, витримуючи розмір 73 мм.	Круглошліфувальний напівавтомат 3М174
135	Шліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 55f7$ .	Круглошліфувальний напівавтомат 3М174
140	Токарна 1. Полірувати поверхню $\varnothing 55f7$ , витримуючи параметр шорсткості $Ra = 0,32$ мкм. 2. Полірувати фаску, витримуючи параметр шорсткості $Ra = 1,25$ мкм.	Токарно-гвинторізний 16К20
145	Контрольна	Стіл ВТК

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		32

## 2.5 Розробка технологічних операцій

Детальний технологічний процес механічної обробки деталі „шток” наведемо в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Технологічний процес механічного оброблення штока

№ операції	Найменування операції і зміст технологічного переходу	Інструмент		Пристрій для закріплення
		Різальний	Вимірювальний	
030	Фрезерно-центрувальна 1. Фрезерувати торці в розмір 695 мм. 2. Центрувати торці одночасно.	Фреза торцева 2224-0003. Свердло центрове 2317-0018.	-	Призма
040	Токарна 1. Точити поверхню $\varnothing 57$ мм. 2. Точити поверхню $\varnothing 36$ на довжину 72 мм. 3. Переустановити заготовку. 4. Точити поверхню $\varnothing 36$ на довжину 129 мм.	Різець 2100-0073, T15K6	Штангенциркуль ШЦ-III-125-0,05.	Трьохкулачковий патрон. Центр.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		33

№	Найменування операції і зміст технологічного	Інструмент		Пристрій для закріплення
045	<p>Токарна з ЧПК</p> <p>1. Точити поверхню Ø56h12 на довжину 72,9 мм.</p> <p>2. Точити поверхню Ø35h12 на довжину 72,9 мм начорно.</p> <p>3. Точити поверхню Ø35h12 на довжину 72,9 мм начисто.</p> <p>4. Точити поверхню Ø27h12 на довжину 31 мм начорно.</p> <p>5. Точити поверхню Ø27h12 на довжину 31 мм начисто.</p> <p>6. Точити поверхню Ø20 на довжину 8 мм начорно.</p> <p>7. Точити поверхню Ø20 на довжину 8 мм начисто.</p> <p>8. Точити 2 фаски 0,5x45<sup>0</sup>.</p> <p>9. Точити канавку <math>\varphi=4</math> мм, витримавши розмір Ø31,2 мм.</p> <p>10. Точити фаску 2x30<sup>0</sup>.</p>	<p>1-5. Різець Coro Tum Prime CP-25BR-2020- 12.</p> <p>6,7. Різець T- Max P DSDNN 2525M 15.</p> <p>9,10,11. Різець CoroCut C2R-BN25- NH25DA2.</p>	<p>Штангенци ркуль ШЦ- Ш-125-0,05.</p>	<p>Трьохкулачков ий патрон, 7100-003, тип 1. Центр.</p>

№	Найменування операції і зміст технологічного	Інструмент		Пристрій для закріплення
	11.Точити канавку $\varphi=3$ мм, витримавши розмір $\varnothing 33,5$ мм.			
050	Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню $\varnothing 34$ на довжину 130 мм. 2. Точити фаску, витримуючи кут $15^{\circ}$ . 3. Точити поверхню $\varnothing 30$ під різьбу М30 на довжину 84 мм. 4. Точити канавку $\varphi=10,2$ мм, витримавши розмір $\varnothing 25$ мм та кут $45^{\circ}$ . 5. Точити фаску $2,5 \times 45^{\circ}$ . 6. Точити фаску $10 \times 15^{\circ}$ .	1-3. Різець Coro Tum Prime CP-25BR-2020-12. 4. Різець CoroCut C2R-BN25-NH25DA2.	Штангенциркуль ШЦ-III-125-0,05.	Трьохкулачковий патрон, 7100-003, тип 1. Центр.
055	Токарна 1. Нарізати різьбу М27х1,5.	Різець 2660-0003, Т15К6.	Калібр різьбовий.	Трьохкулачковий патрон, 7100-003, тип 1. Центр.
060	Токарна 1. Нарізати різьбу М30.	Різець 2660-0003, Т15К6.	Калібр різьбовий.	Трьохкулачковий патрон,

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		35

№	Найменування операції і зміст технологічного	Інструмент		Пристрій для закріплення
				7100-003, тип 1. Центр.
065	Токарна 1. Точити поверхню $\varnothing 34,5$ ( $\varnothing 34h6$ ). 2. Точити поверхню $\varnothing 55,6$ ( $\varnothing 55f7$ ).	Різець 2100-0073, T15K6.		Трьохкулачковий патрон, 7100-003, тип 1. Центр.
075	Свердлувальна 1. Свердлити наскрізний отвір $\varnothing 3$ мм.	Свердло 2300-6535.	Штангенциркуль ШЦ-III-125-0,05.	Лещата 7107-0064.
090	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати лиски, витримуючи розміри 15 мм, 20 мм, $27_{-0,28}$ мм.	Фреза 2223-0296.	Штангенциркуль ШЦ-III-125-0,05.	Пристрій спеціальний.
115	Шліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 55_{-0,142}^{-0,122}$ .	Круг ПП 150x32x32, 63A80ПСТ17К 6A1 35м/с.	Мікрометр МК 75-1.	Центр. Хомут.
130	Шліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 34h6$ з підшліфовкою торця, витримуючи розмір 73 мм.	Круг ПП 150x32x32, 63A80ПСТ17К 6A1 35м/с.	Мікрометр МК 75-1.	Центр. Хомут.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		36

№	Найменування операції і зміст технологічного	Інструмент		Пристрій для закріплення
135	Шліфувальна 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 55f7$ .	Круг ПП 450x203x63, 24A10ПС27К5 A1 35м/с.	Калібр-скоба 8113-0142.	Центр. Хомут.
140	Токарна 1. Полірувати поверхню $\varnothing 55f7$ , витримуючи параметр шорсткості $Ra = 0,32$ мкм. 2. Полірувати фаску, витримуючи параметр шорсткості $Ra = 1,25$ мкм.	Круг ПП 150x32x32, 63A80ПСТ17К 6A1 35м/с.	Калібр-скоба 8113-0142.	Центр. Хомут.

## 2.6 Розрахунок припусків на механічну обробку

### 2.6.1 Аналітичний розрахунок припусків

Для зручності результати розрахунків представимо в вигляді таблиці 2.3.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 - Карта розрахунку припусків на обробку та граничних розмірів по технологічних переходах  $\varnothing 55f7^{(-0,03)}_{(-0,06)}$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 55f7^{(-0,03)}_{(-0,06)}$	Елементи припуска, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\min}$ , мкм	Розрахунковий розмір $p, d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	$R_z$	$T$	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}^{zp}$	$2z_{\max}^{zp}$
Заготовка	160	200	5676	-	-	68,218	3200	68,2	71,4	-	-
1.Точіння попереднє	125	120	340	-	12072	56,146	1500	56,1	57,6	12100	13800
2. Точіння чорнове	40	40	284	-	585	55,561	460	55,56	56,02	540	1580
3. Точіння чистове	15	15	227	-	364	55,197	120	55,2	55,32	360	700
4. Шліфування чистове	-	-	-	-	257	54,94	30	54,94	54,94	260	350
Всього:										13260	16430

Технологічний маршрут обробки поверхні  $\varnothing 55f7\begin{pmatrix} -0,03 \\ -0,06 \end{pmatrix}$  складається із триразового точіння і шліфування.

Знаходимо значення просторової похибки:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2},$$

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

$$\rho_{кор.} = \Delta k \cdot l,$$

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

$l$  - довжина заготовки в мм.

$$\rho_{кор.} = 10 \cdot 565 = 5650 \text{ мкм.}$$

$\rho_{ц}$  - похибка центрування, для даного випадку:

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 1} \text{ мм;}$$

де  $\delta_3$  - допуск на розміри по класу точності відповідні даній заготовці.

$$\delta_3 = 4,0 \text{ мм.}$$

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{\left(\frac{4}{2}\right)^2 + 1} = 0,559 \text{ мм.}$$

Отже, значення просторової похибки:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$\rho = \sqrt{5650^2 + 559^2} = 5676 \text{ мкм} = 5,676 \text{ мм.}$$

Залишкова величина просторових відхилень:

Після попереднього точіння:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 5676 = 340 \text{ мкм,}$$

Після чорнового точіння:

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 5676 = 284 \text{ мкм}$$

Після чистового точіння:

$$\rho_3 = 0,04 \cdot 5676 = 227 \text{ мкм}$$

Похибка установки заготовки при обробці в центрах  $\varepsilon_y = 0$ .

Граничні значення припусків  $2z_{\max}$  визначаємо як різницю найменших граничних розмірів, а значення  $2z_{\min}$  визначаємо як різницю найбільших граничних розмірів заготовки переходу, що виконується, та попереднього.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.3.

Загальні припуски  $z_{\min}$  та  $z_{\max}$  визначаємо, сумуючи проміжні.

$$z_{\min} = 12100 + 540 + 360 + 260 = 13260 \text{ мкм;}$$

$$z_{\max} = 13800 + 1580 + 700 + 350 = 16430 \text{ мкм.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Визначаємо номінальний припуск:

$$z_{oном} = 2z_{omin} + EI_3 - EI_D = 13,260 + 1,1 - 0,06 = 14,21.$$

Номінальний діаметр заготовки:

$$d_{зном} = d_{оном} + 2z_{оном} = 55 + 14,21 = 69,21 \text{ мм}.$$

Перевіримо вірність розрахунків:

$$2z_{max} - 2z_{min} = \delta_3 - \delta_d;$$

$$16340 - 13260 = 3200 - 30$$

$$3170 = 3170.$$

Розрахунки проведені правильно.

### 2.6.2 Визначення припусків табличним методом

На всі інші поверхні, що обробляються, припуски і допуски призначаємо табличним методом, значення заносимо в таблицю 2.4.

Точність виготовлення заготовки – нормальна, клас II.

Група сталі – М2.

Степінь складності – С2.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Припуски і допуски на оброблювальні поверхні деталі „шток”

Розмір деталі, мм	Припуск, мм	Розмір заготовки, мм	Допуск, мм
Ø55f7	14,21	55+14,21=69,21	3,2 <sup>(+2,1)</sup> <sub>(-1,1)</sub>
Ø34h6	2·4,3=8,6	34+8,6=42,6	3,2 <sup>(+2,1)</sup> <sub>(-1,1)</sub>
Ø34	2·3,6=7,2	34+7,2=41,2	3,2 <sup>(+2,1)</sup> <sub>(-1,1)</sub>
73	4,6-2,7=1,9	73+1,9=74,9	3,6 <sup>(+2,4)</sup> <sub>(-1,2)</sub>
695	4,6·2=9,2	695+9,2=704,2	6,5 <sup>(+4,0)</sup> <sub>(-2,5)</sub>
130	4,6-3,0=1,6	130+1,6=131,6	4,0 <sup>(+2,5)</sup> <sub>(-1,5)</sub>

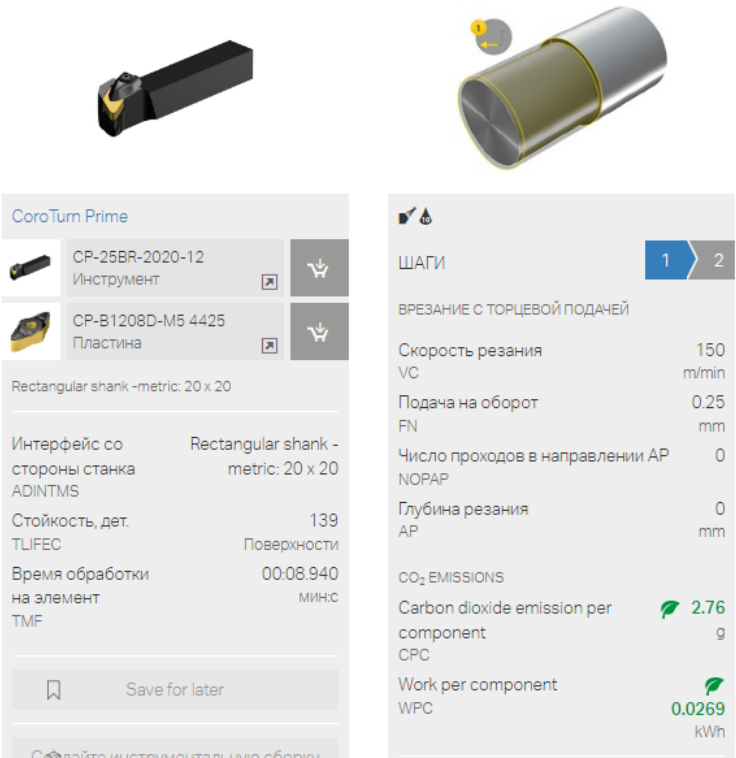
## 2.6 Вибір режимів різання

Результати наведемо у вигляді таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Режими різання

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{xв}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
030	Фрезерно-центрувальна								
	1. Фрезерувати торці в розмір 695 мм.	4,0	1	0,8	500	157	70	400	0,19
	2. Центрувати торці одночасно.	2,5	1	0,1	630	6,23	10	63	0,15
040	Токарна								
	1. Точити поверхню $\varnothing 57$ мм.	3,0	2	0,6	500	89,49	497	300	3,32
	2. Точити поверхню $\varnothing 36$ на довжину 72 мм.	3,0	1	0,6	800	90,43	77	480	0,16
	3. Переустановити заготовку.								
	4. Точити поверхню $\varnothing 36$ на довжину 129 мм.	3,0	1	0,6	800	90,43	134	480	0,3

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		43

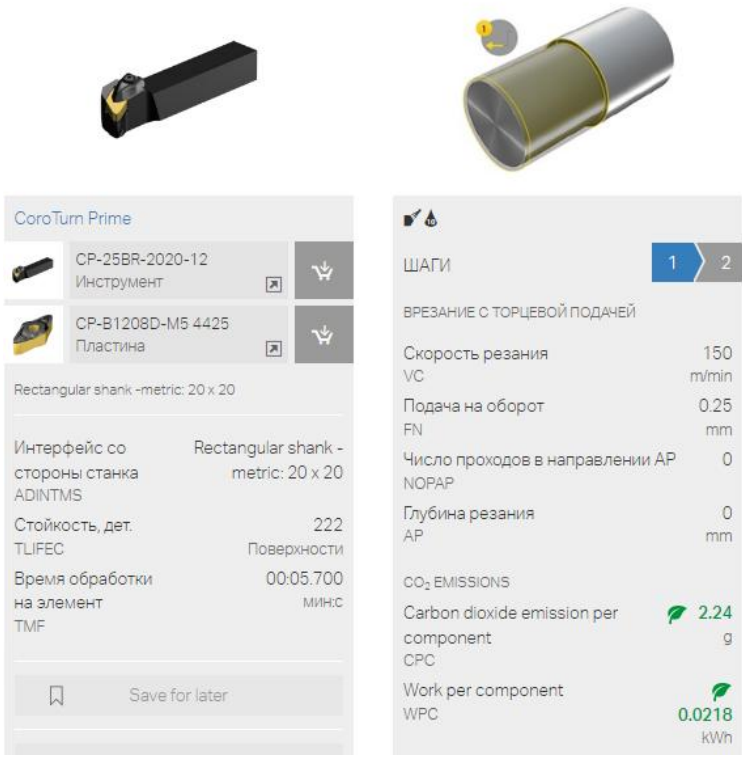
Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
045	Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню Ø56h12 на довжину 72,9 мм.	0,5	1	0,25	1000	150	77	250	0,894
			0,9	1	0,25	1370	150	77	189
	2. Точити поверхню Ø35h12 на довжину 72,9 мм начорно.								

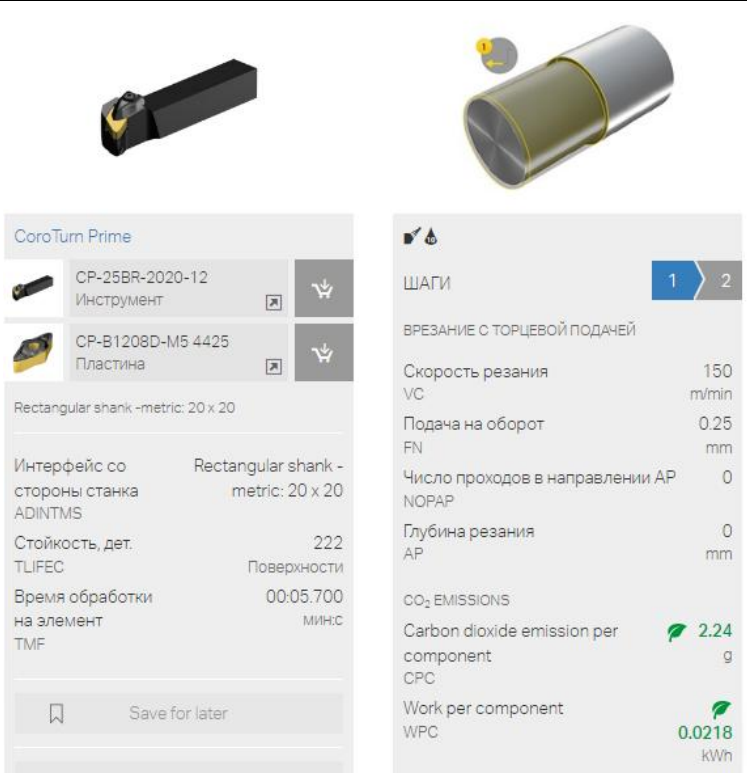
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата
-----	------	---	--------	------


ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ

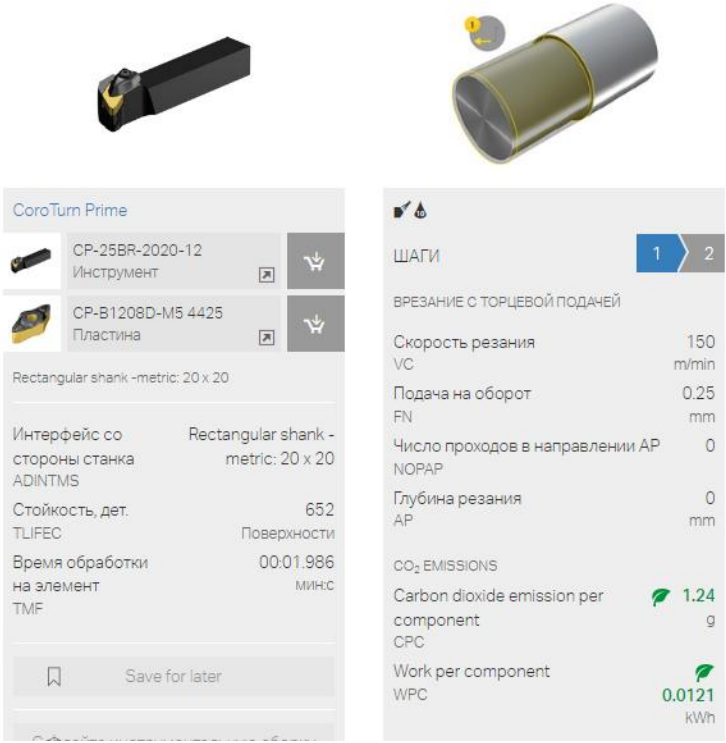
Арк.

44

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
		 <p>The screenshot shows the CoroTurn Prime software interface. On the left, there are two tool selection options: 'CP-25BR-2020-12 Інструмент' and 'CP-B1208D-M5 4425 Пластина'. Below this, it specifies 'Rectangular shank -metric: 20 x 20'. Further down, it lists 'Интерфейс со стороны станка ADINTMS', 'Стойкость, дет. TLIFEC 222 Поверхности', and 'Время обработки на элемент TMF 00:05.700 мин.с'. On the right, there are cutting parameters: 'ШАГИ' (Steps) 1 and 2, 'ВРЕЗАНИЕ С ТОРЦЕВОЙ ПОДАЧЕЙ' (Turning with end feed), 'Скорость резания VC 150 м/мин', 'Подача на оборот FN 0.25 мм', 'Число проходов в направлении AP NORAP 0', 'Глубина резания AP 0 мм', 'CO2 EMISSIONS' (Carbon dioxide emission per component CPC 2.24 g), and 'Work per component WPC 0.0218 kWh'.</p>							
	3. Точити поверхню Ø35h12 на довжину 72,9 мм начисто.	0,5	1	0,25	1370	150	77	189	2,624

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
									
	4. Точити поверхню Ø27h12 на довжину 31 мм начорно.	4,0	1	0,25	1710	150	36	300	0,113

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
		 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="667 651 1011 1205"> <p>CoroTurn Prime</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>CP-25BR-2020-12 Инструмент</li> <li>CP-B1208D-M5 4425 Пластина</li> </ul> <p>Rectangular shank -metric: 20 x 20</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC 652 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF 00.01.986 мин:с</p> <p>Save for later</p> </div> <div data-bbox="1050 651 1394 1205"> <p>ШАГИ 1 2</p> <p>ВРЕЗАНИЕ С ТОРЦЕВОЙ ПОДАЧЕЙ</p> <p>Скорость резания VC 150 m/min</p> <p>Подача на оборот FN 0.25 mm</p> <p>Число проходов в направлении AP NORAP 0</p> <p>Глубина резания AP 0 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC 1.24 g</p> <p>Work per component WPC 0.0121 kWh</p> </div> </div>							
	5. Точити поверхню $\varnothing 27h12$ на довжину 31 мм начисто.	0,5	1	0,25	1710	150	36	300	0,02

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
									
	6. Точити поверхню Ø20 на довжину 8 мм начорно.	3,5	1	0,7	1350	89,2	10	420	0,055

Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ

Арк.

48

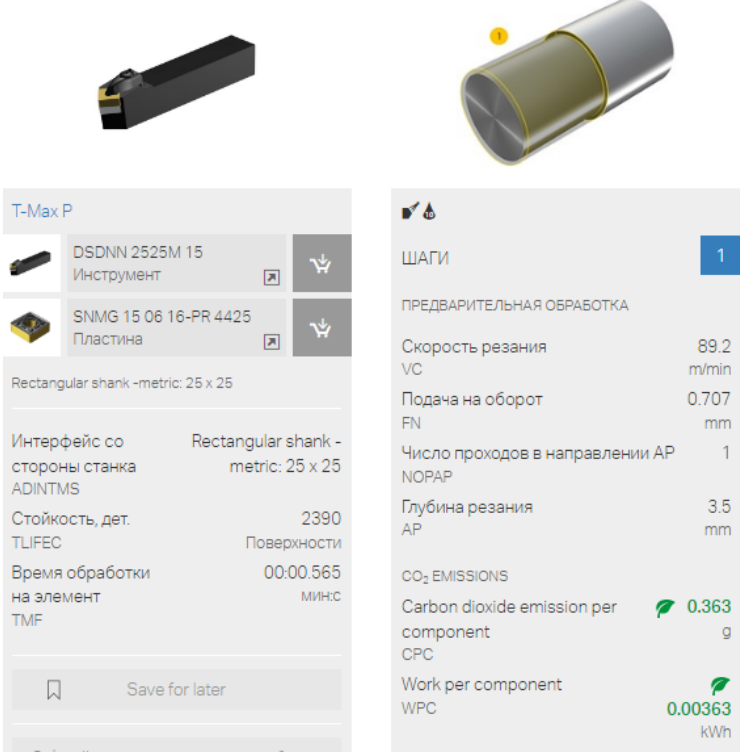
Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
	7. Точити поверхню Ø20 на довжину 8 мм начисто.	0,5	1	0,7	1350	89,2	10	300	0,018

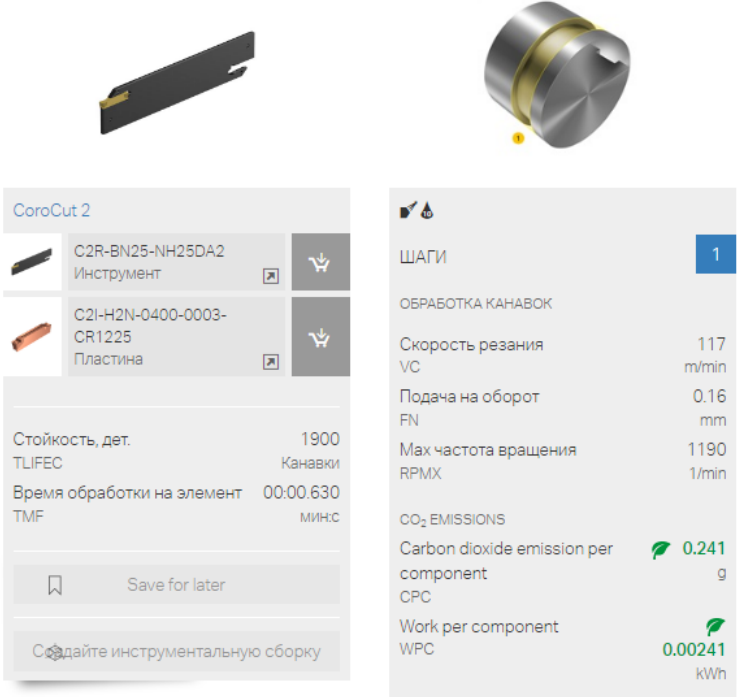
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата

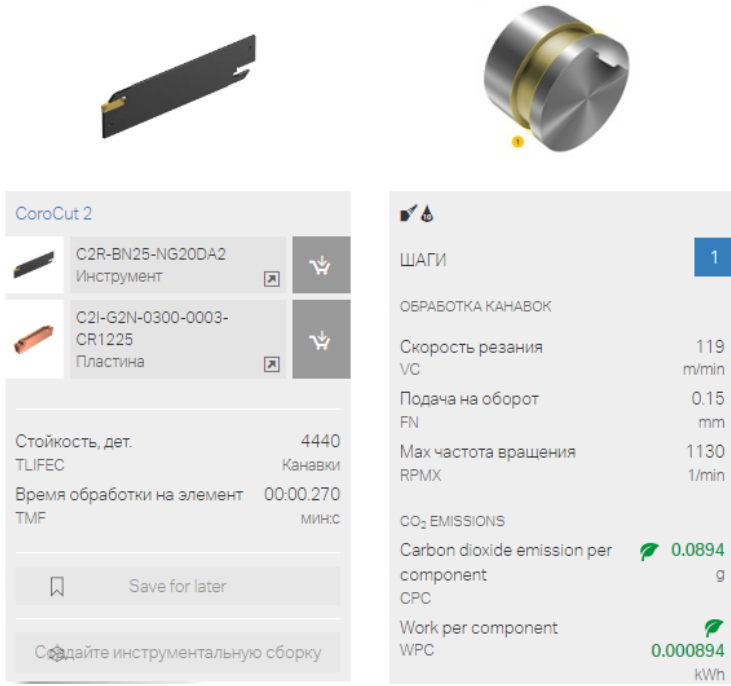
ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ

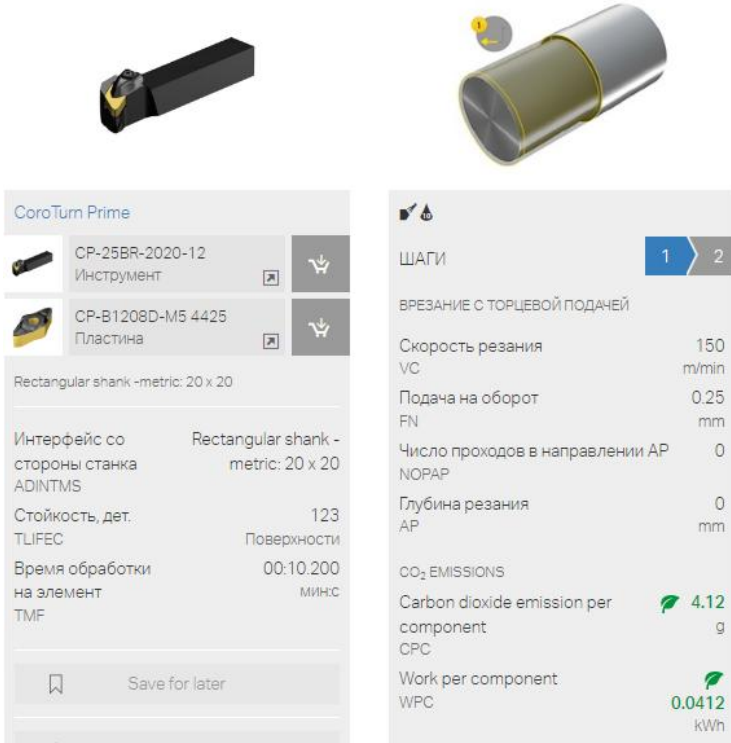
Арк.

49

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
									
	8. Точити 2 фаски 0,5x45°.	0,5	2	0,3	1000	77,87	1	300	0,03
	9. Точити канавку $\phi=4$ мм, витримавши розмір Ø31,2 мм.	1,1	1	0,16	1000	117	2	300	0,03
		1,0	1	0,16	1000	117	2	300	0,026

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
		 <p>The screenshot shows the CoroCut 2 software interface. On the left, two tool options are listed: 'C2R-BN25-NH25DA2 Інструмент' and 'C2I-H2N-0400-0003-CR1225 Пластина'. Below them, 'Стойкість, дет. TLIFEC' is set to 1900 Канавки, and 'Время обработки на элемент TMF' is 00:00.630 мин:с. A 'Save for later' button is visible. On the right, the 'ШАГИ' section shows 'ОБРАБОТКА КАНАВОК' with parameters: 'Скорость резания VC' = 117 м/мин, 'Подача на оборот FN' = 0.16 мм, 'Max частота вращения RPMX' = 1190 1/мин. The 'CO2 EMISSIONS' section shows 'Carbon dioxide emission per component CPC' = 0.241 g and 'Work per component WPC' = 0.00241 kWh.</p>							
	10.Точити фаску 2x30°.								
	11.Точити канавку $v=3$ мм, витримавши розмір $\varnothing 33,5$ мм.	0,7 5	1	0,15	1000	119	2	300	0,058
		ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ							
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата					Арк.
									51

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
		 <p>The screenshot displays the CoroCut 2 software interface. On the left, two tool options are listed: 'C2R-BN25-NG20DA2 Інструмент' and 'C2I-G2N-0300-0003-CR1225 Пластина'. Below them, a table shows 'Стойкість, дет. TLIFEC' with a value of 4440 'Канавки' and 'Время обработки на элемент TMF' with a value of 00:00.270 'минс'. A 'Save for later' button is visible. On the right, the 'ШАГИ' (Steps) section is set to 1, and the 'ОБРАБОТКА КАНАВОК' (Groove Processing) parameters are shown: 'Скорость резания VC' at 119 m/min, 'Подача на оборот FN' at 0.15 mm, and 'Max частота вращения RPMX' at 1130 1/min. At the bottom right, CO2 emissions are listed: 'Carbon dioxide emission per component CPC' at 0.0894 g and 'Work per component WPC' at 0.000894 kWh.</p>							
50	Токарна з ЧПК 1. Точити поверхню Ø34 на довжину 130 мм.	1,0	1	0,25	1410	150	135	400	0,34

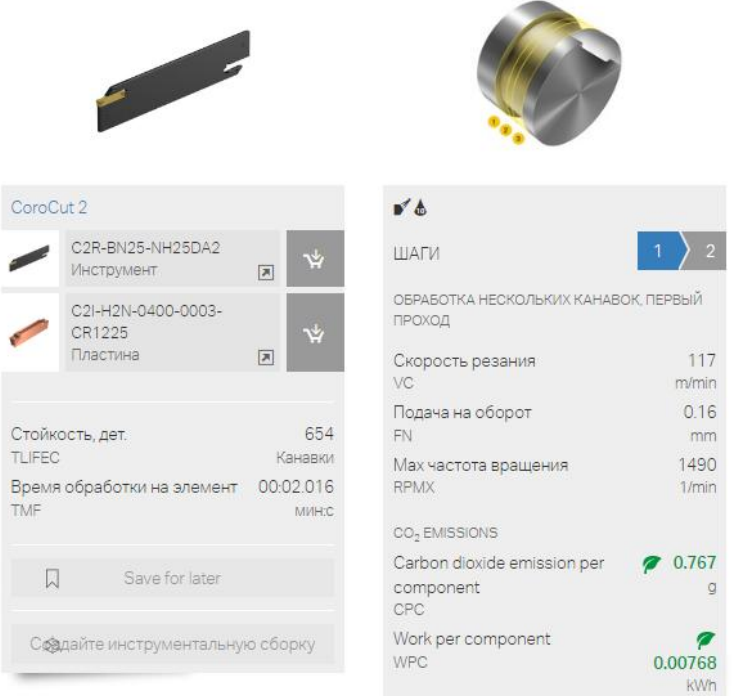
Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
									
	2. Точити фаску, витримуючи кут $15^{\circ}$ .	1,0	1	0,4	1000	150	10	400	0,025
	3. Точити поверхню $\varnothing 30$ під різьбу М30 на довжину 84 мм.	2,0	1	0,25	1590	150	89	400	0,222

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		53

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
		 <p>The screenshot displays the CoroTurn Prime software interface. On the left, there are two tool options: 'CP-25BR-2020-12 Інструмент' and 'CP-B1208D-M5 4425 Пластина'. Below them, it specifies 'Rectangular shank -metric: 20 x 20'. On the right, the 'ШАГИ' (Steps) section shows 'ВРЕЗАНИЕ С ТОРЦЕВОЙ ПОДАЧЕЙ' (Turning with end feed) with parameters: Cutting speed VC = 150 m/min, Feed FN = 0.25 mm, Number of passes = 0, and Depth of cut AP = 0 mm. At the bottom right, CO2 emissions are listed as 3.45 g per component and 0.0345 kWh per component.</p>							
	4. Точити канавку $\phi=10,2$ мм, витримавши розмір $\phi 25$ мм та кут $45^0$ .	2,5	1	0,16	1240	117	15	375	0,04

Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
		 <p>The screenshot shows the CoroCut 2 software interface. On the left, there are two tool options: 'C2R-BN25-NH25DA2 Инструмент' and 'C2I-N2N-0400-0003-CR1225 Пластина'. Below them, it lists 'Стойкость, дет. TLIFEC 654 Канавки' and 'Время обработки на элемент TMF 00:02.016 минс'. On the right, under 'ШАГИ', it shows 'ОБРАБОТКА НЕСКОЛЬКИХ КАНАВОК, ПЕРВЫЙ ПРОХОД' with parameters: 'Скорость резания VC 117 м/мин', 'Подача на оборот FN 0.16 мм', and 'Мак частота вращения RPMX 1490 1/мин'. At the bottom right, it shows 'CO2 EMISSIONS' with 'Carbon dioxide emission per component CPC 0.767 g' and 'Work per component WPC 0.00768 kWh'.</p>							
	5. Точити фаску 2,5x45 <sup>0</sup> .	2,5	1	0,3	1000	94,2	8	300	0,03
	6. Точити фаску 10x15 <sup>0</sup> .	2,0	1	0,3	1000	94,2	7	300	0,023
055	Токарна 1. Нарізати різьбу M27x1,5.	1,0	8	3,5	12,5	1,18	79	43,75	14,45
060	Токарна 1. Нарізати різьбу M30.	1,0	5	1,5	16	1,35	23	24	4,792
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата	ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ				Арк.

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання								
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв	
065	Токарна									
	1. Точити поверхню Ø34,5 (Ø34h6).	0,2 5	1	0,1	1250	132,7	47	125	0,376	
	2. Точити поверхню Ø55,6 (Ø55f7).	0,2	1	0,1	800	139,6	497	80	6,212	
075	Свердлувальна									
	1. Свердлити наскрізний отвір Ø3 мм.	1,5	1	0,1	1400	13,19	22	140	0,179	
090	Вертикально-фрезерна									
	1. Фрезерувати лиски, витримуючи розміри 15 мм, 20 мм, 27 <sub>-0,28</sub> мм.	3,5	1	0,16	400	25,12	28	63	0,933	
115	Шліфувальна									
	1. Шліфувати поверхню Ø55 <sup>-0,122</sup> <sub>-0,142</sub> .	0,2 5	5 0	0,00 5	1112	35	492	19	6,51	
130	Шліфувальна									
	1. Шліфувати поверхню Ø34h6 з підшліфовкою торця, витримуючи розмір 73 мм.	0,2 5	1	0,00 5	1112	35	0,25	19	0,013	
ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ										
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата						Арк.
										56

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання							
		$t$ , мм	$i$	$S$ , мм/ об	$n$ , об/хв	$V$ , м/хв	$L_{p.x.}$ , мм	$S_{XB}$ , мм/х в	$T_o$ , хв
135	Шліфувальна 1. Шліфувати поверхню Ø55f7.	0,0 1	2	0,00 5	1200	35	492	20	0,26
140	Токарна 1. Полірувати поверхню Ø55f7, витримуючи параметр шорсткості $Ra = 0,32$ мкм.	0,0 1	1	0,1	1000	172,7	492	100	4,92
	2. Полірувати фаску, витримуючи параметр шорсткості $Ra = 1,25$ мкм.	0,0 1	1	0,1	1000	172,7	10	100	0,1



Номер операції	Назва операції	$T_o$ ХВ	$T_{дон}, ХВ$			$T_{оп}$ ХВ	$T_{обс}$ ХВ	$T_{від}$ ХВ	$T_{ум}$ ХВ	$T_{п.з.}$ ХВ	$n$ ШТ	$T_{ум.к.}$ ХВ
			$T_{вст}$	$T_{кер}$	$T_{вим}$							
090	Вертикально-фрезерна	0,933	1,6	1,2	0,36	4,093	0,102	0,164	4,359	26	480	4,413
115	Шліфувальна	6,51	1,4	1,6	0,48	9,99	0,25	0,4	10,64	14	480	10,669
130	Шліфувальна	0,013	1,4	1,6	0,48	3,493	0,087	0,14	3,72	14	480	3,749
135	Шліфувальна	0,26	1,4	1,6	0,48	3,74	0,093	0,15	3,983	14	480	4,012
140	Токарна	5,02	1,4	0,86	0,24	7,52	0,188	0,3	8,008	24	480	8,058

## 2.8 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

На рисунку 2.1 зображено зовнішній вигляд верстата з ЧПК HAAS TL-1. Технічні характеристики верстата з ЧПК, який використовується в даній роботі – в таблиці 2.7.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 2.7 - Технічні характеристики верстата HAAS TL-1

<i>Розмір патрона</i>	254 мм
<i>Діаметр оброблюваної деталі, тах</i>	533 мм
<i>Діаметр оброблення, тах</i>	381 мм
<i>Довжина різання, тах</i>	826 мм
<i>Діаметр прутка, тах</i>	76 мм
<i>Міжцентрова відстань</i>	826 мм



Рисунок 2.1 – Токарний верстат з ЧПК HAAS TL-1

Керуюча програма для операції 045 «Токарна з ЧПК» наведена в додатку В.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		60

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталі при механічній обробці

##### 3.1.1 Вибір схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої

В дипломному проекті для виготовлення деталі – шток 3032-317-405, а саме для фрезерної операції, використаємо верстатний пристрій для закріплення заготовки. Пристрій верстатний призначено для фрезерування двох симетрично розташованих відносно осі деталі, лисок шириною 20 мм на вертикально-фрезерному верстаті 6Р12. Схема базування деталі в пристрої з вказівкою місця розташування затискного зусилля зображена на рис. 3.1.

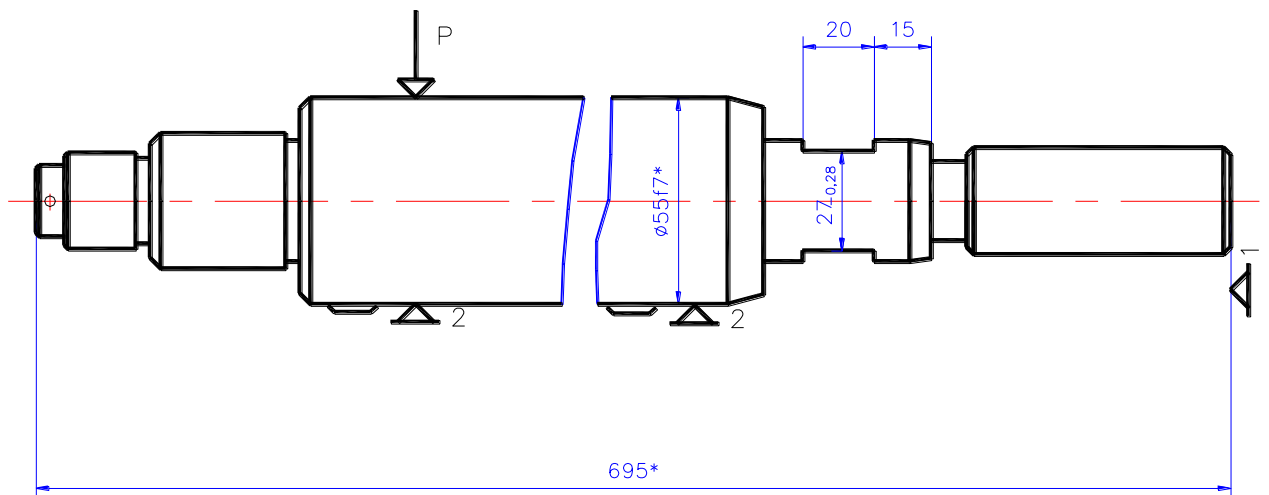


Рис.3.1 Схема базування деталі

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3.1.2 Розробка схеми затискування деталі

Розрахункова схема для визначення сили затискування показана на рисунку 3.2.

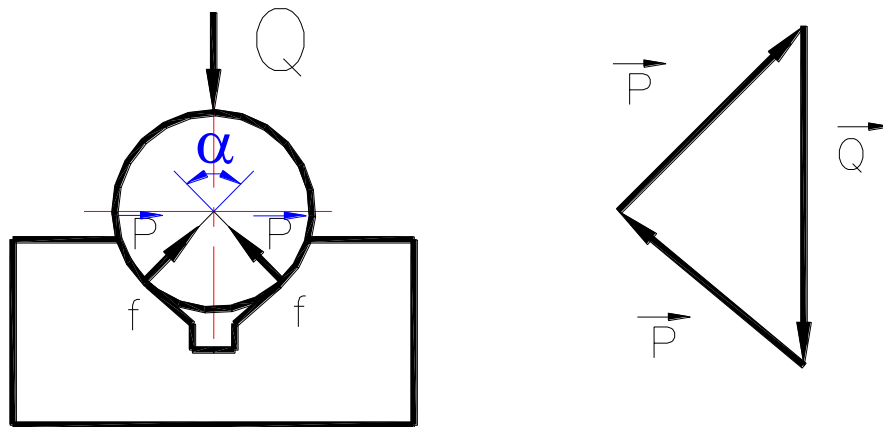


Рис. 3.2 Схема дії сил в верстатному пристрої

Розрахунок зусилля затискування пристрою  $Q$ , що надається деталі під час механічного оброблення, проводимо, виходячи із максимального значення колової сили різання  $Pz$ , що виникає при фрезеруванні лисок. Значення колової сили різання  $Pz$  при фрезеруванні кінцевою фрезою визначається за формулою:

$$Pz = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot k_p,$$

де  $C_p$  - коефіцієнт, що залежить від виду матеріалу, що обробляється та від виду обробки;

$x, y, u, q, w$  - показники степені;

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$D$  - діаметр фрези, мм;

$B$  - ширина фрезерування, мм;

$Z$  - кількість зубців фрези.

$$\text{де } K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_p};$$

$$n = 0,3;$$

$$K_{mp} = \left( \frac{1000}{750} \right)^{0,3} = 1,09$$

$$C_p = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; u = 1,0; q = 0,86; w = 0$$

Отже,

$$Pz = \frac{68,2 \cdot 20^{0,86} \cdot 0,03^{0,72} \cdot 3,5^{1,0} \cdot 5}{20^{0,86} \cdot 1} \cdot 1,09 = 1040 \text{ Н}.$$

Вихідні дані для розрахунку затискного зусилля  $Q$  пристрою наступні:

- колова сила різання при фрезеруванні лисок  $Pz = 1040 \text{ Н}$ ;
- схема базування оброблюваної деталі (рис. 3.1) з вказівкою місця прикладання зусилля затискання;
- кресленик деталі та розрахункова схема затискання деталі в пристрої (рис. 3.2).

Колова сила різання  $Pz$ , що виникає при фрезеруванні лисок, прагне посунути заготовку вздовж її осі, а сили тертя  $F_{tp}$ , що виникають на опорних губках призми, поверхні притискача прихвату, що качається, і поверхні деталі від дії затискного

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

зусилля  $Q$  перешкоджають цьому. В зв'язку з цим умова статичної рівноваги деталі в пристрої описується рівнянням:

$$\sum F_{тр} = Pz \cdot k,$$

де  $k$  - коефіцієнт запасу, визначається за формулою:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

де  $k_0 = 1,5$  - нормативний коефіцієнт запасу;

$$k_1 = 1,4; k_2 = 1,0; k_3 = 1,0; k_4 = 1,0; k_5 = 1,0; k_6 = 1,0.$$

Отже,

$$k = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,1;$$

$\sum F_{тр}$  - сумарне зусилля тертя, що діє на поверхнях контакту опорних губок пристрою, прихвату, що качається, із заготовкою, та визначається за формулою:

$$F_{тр} = 2 \cdot P \cdot f + Q \cdot f = 2 \cdot \frac{Q}{2} \cdot \frac{1}{\cos 45^\circ} \cdot f + Q \cdot f = 2,414 \cdot Q \cdot f,$$

при цьому приймаємо  $f$  - коефіцієнт тертя на поверхнях контакту заготовки з призмою і з прихватом пристрою однаковим і рівним  $f = 0,16$ .

Тоді затискне зусилля деталі:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$Q \geq \frac{Pz \cdot k}{2,414 \cdot f}, H,$$

$$Q \geq \frac{1040 \cdot 2,1}{2,414 \cdot 0,16} = 5650 H.$$

### 3.1.3 Розрахунок розмірів пневматичного циліндра в пристрої для фрезерування

Розрахунком пневматичного циліндра пристрою визначимо діаметр поршневої порожнини пневматичного циліндра. Для цього визначимо зусилля  $W$  на штокові пневматичного циліндра, необхідне для забезпечення розрахункової величини затискного зусилля  $Q$ .

Величина цього зусилля  $W$  визначається із формули:

$$W = Q \cdot \frac{l + h \cdot f + r \cdot f_0}{l_1 - h_1 \cdot f_1 - r \cdot f_0},$$

де  $l, l_1$  - довжини плечей прихвата, що качається, визначається при ескізному проектуванні пристрою:  $l = 82 \text{ мм}$ ,  $l_1 = 95 \text{ мм}$ ;

$r$  - радіус сферичної поверхні шайби поз. 38; для шайби,  $r = 27 \text{ мм}$ ;

$h, h_1$  - геометричні характеристики механізму посилення; визначаються при ескізному проектуванні пристрою:  $h = 55 \text{ мм}$ ,  $h_1 = 47 \text{ мм}$ ;

$f_0 = f = f_1 = 0,1$  - коефіцієнти тертя на опорних площадках.

Тоді зусилля  $W$  на штокові пневматичного циліндра:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$W = 5650 \cdot \frac{82 + 55 \cdot 0,1 + 27 \cdot 0,1}{95 - 47 \cdot 0,1 - 27 \cdot 0,1} = 5820 \text{ Н.}$$

Розрахункова схема прихвата, що качається, показана на рисунку 3.3.

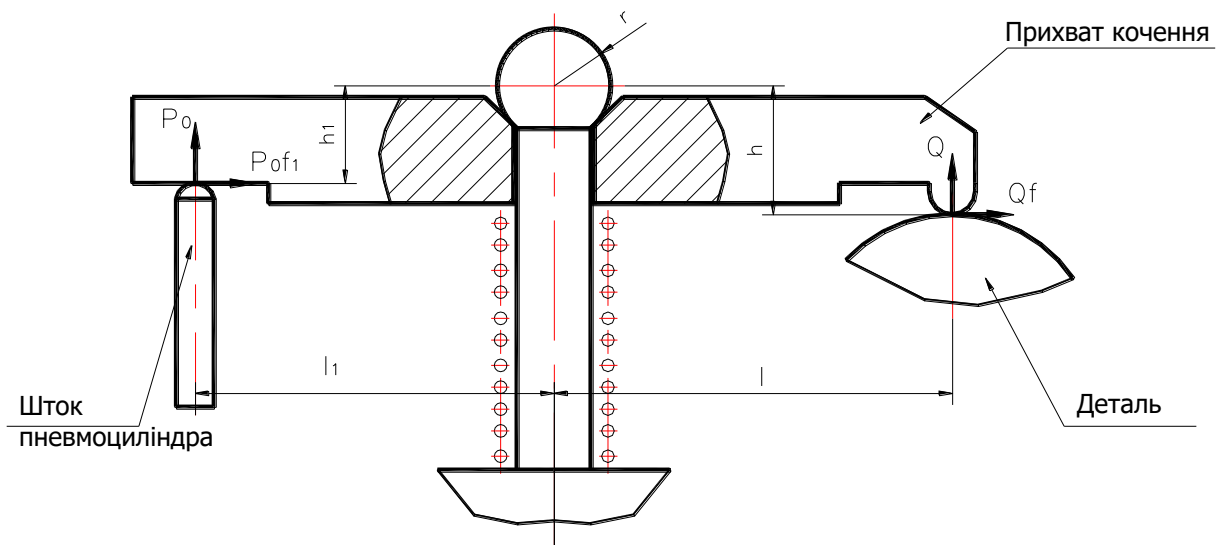


Рис. 3.3 Розрахункова схема прихвата кочення

Діаметр поршневої порожнини пневмоциліндра  $D$  визначимо згідно з виразом:

$$\frac{\pi D^2}{4} \cdot \rho \cdot \eta - P_k \geq W.$$

Звідки:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot (W + P_k)}{\pi \cdot \rho \cdot \eta}},$$

де  $\rho$  - тиск повітря в пневматичному циліндрі,  $\rho = 0,6$  МПа;

$\eta$  - коефіцієнт ККД пневматичного циліндра, що враховує тертя на робочих поверхнях,  $\eta = 0,95$ ;

$P_k$  - сила опору стисканню від дії пружини стиснення в штоковій порожнині пневматичного циліндра, величина  $P_k$  повинна бути достатньою для подолання штоком сил тертя при поверненні його в крайнє нижнє положення. Призначаємо пружину стискання 5x45x75, яка згідно технічним вимогам на її виготовлення має зусилля опору  $P_k = 680$  Н, при деформації її до величини  $H_k = 45$  мм.

Отже, діаметр поршневої порожнини циліндра становить:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot (5820 + 680)}{3,14 \cdot 6,3 \cdot 0,95}} = 117,6 \text{ мм}.$$

Згідно нормального ряду діаметрів гідравлічного та пневматичного циліндрів приймаємо діаметр поршневої порожнини пневматичного циліндра  $D = 125$  мм.  
Діаметр штока пневматичного циліндра приймаємо  $d = 32$  мм.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3.1.4 Розрахунок найбільш навантаженої деталі пристрою на міцність

Найбільш навантаженою деталлю пристрою є штанга поз. 6, що при створенні пневматичним циліндром зусилля затискання  $Q$  знаходиться в стані простого одноосового розтягування силою  $W_d$ .

Умова міцності для штанги має вигляд:

$$\sigma_p = \frac{W_d}{F} \leq [\sigma_p] \text{ Н/МПа,}$$

де  $\sigma_p$  - робочі напруження розтягування, що діють у небезпечному перерізі деталі;

$W_d$  - осьова сила розтягу, що діє на штангу:

$$W_d = W + Q = 5820 + 5650 = 11470 \text{ Н ;}$$

$F$  - площа небезпечного перерізу штанги:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 17,3^2}{4} = 234,9 \text{ мм}^2,$$

де  $d$  - внутрішній діаметр різьби М20. Для різьби М20  $d = 17,3$  мм;

$[\sigma_p]$  - допустимі напруження розтягування, для матеріалу деталі – сталь 45, термічна обробка – покращання,  $[\sigma_p] = 240$  Н/МПа.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Отже,

$$\sigma_p = \frac{11470}{235} = 49 \text{ Н/МПа} .$$

Умова міцності виконується, міцність деталі забезпечена.

### 3.1.5 Розрахунок пристрою на точність

В процесі установки заготовки виникають похибки базування і закріплення. Допустиму похибку пристрою розрахуємо за формулою:

$$\varepsilon_{np}^{\delta} = \delta - k \omega = 0,55 - 1,2 \cdot 0,01 = 0,538 \text{ мм},$$

де  $\delta = 0,55$  мм – допуск на розмір;

$k = 1,2$  – коефіцієнт, який враховує точність обробки;

$\omega = 0,01$  – коефіцієнт економічної точності обробки.

Розрахуємо похибку пристрою, яка виникає в даному випадку:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{н.з.}^2} ,$$

де  $\varepsilon_{\delta}$  – похибка базування. В даному випадку  $\varepsilon_{\delta} = 0$  оскільки ми маємо суміщення вимірювальної бази розміру, що виконується з технологічною базою.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$\varepsilon_3 = 0,012$  мм - похибка закріплення, яка з'являється внаслідок непостійності сили затиску;

$\varepsilon_{н.з.}$  - похибка положення заготовки.

Похибка положення заготовки в пристрої:

$$\varepsilon_{н.з.} = \sqrt{\varepsilon_{ор.е}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{ор.пр}^2},$$

де  $\varepsilon_{ор.е} = 0,01$  - похибка орієнтації базових елементів;

$\varepsilon_{зн} = 0,01$  мм - похибка зношування базових елементів;

$\varepsilon_{ор.пр} = 0$  - похибка орієнтації пристрою на верстаті.

Отже:

$$\varepsilon_{н.з.} = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2} = 0,014 \text{ мм}.$$

Розрахуємо фактичну похибку пристрою:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{пр} &= \sqrt{\varepsilon_{б}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_6^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_n^2} = \\ &= \sqrt{0^2 + 0,12^2 + 0,01^2 + 0,01^2 + 0^2} = 0,12 \text{ мкм} \end{aligned}$$

Таким чином, з точки зору точності базування дану схему базування можна признати раціональною, оскільки виконується умова:

$$\varepsilon_{пр} < \varepsilon_{пр}^{\partial}. \quad (0,12 < 0,538)$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

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

Деталь встановлюється в пристрої горизонтально на дві опорні призми поз. 3, по зовнішній циліндричній поверхні штока  $\varnothing 55$  мм, яка на даній операції виступає в якості подвійної напрямної установчої бази, по якій деталь позбавляється чотирьох степенів вільності.

Права торцева поверхня шийки М30 впирається в установчий упор поз. 4, і є на даній операції упорною установчою базою, по якій деталь позбавляється однієї степені вільності. Другою опорною базою служить поверхня лиски, що виконана на шийці  $\varnothing 34$  мм, по якій координується радіальне положення поверхні, що обробляється, і положення якої визначається плаваючим плунжером пружинного фіксатора поз. 9, встановленого в отворі корпусу поз. 7, тобто деталь позбавлена шести степенів вільності.

Оброблювана деталь встановлюється на робочі поверхні опорних призм поз.3. Прихват поз. 5, при такому положенні, обернений навколо вертикальної осі та займає положення, згідно якому більша його сторона паралельна осі встановленої деталі. Плаваючий плунжер пружинного фіксатора поз. 9 не перешкоджає встановленню заготовки на призмі пристрою, оскільки він втоплений в його корпусі.

При затисканні заготовки прихват поз. 5 вручну обертається навколо осі штанги поз. 6 до упора в штовхач поз. 13 штока пневматичного циліндра поз. 14.

Шток пневматичного циліндра поз. 14 діє за допомогою штовхача поз. 13 на плече прихвата поз. 5 та обертає його за годинниковою стрілкою навколо горизонтальної осі. Таким чином відбувається затискання деталі в пристрої.

Після виконання технологічної операції шток здійснює зворотній рух вниз під дією пружини стискання. Прихват при цьому під дією пружини стискання пневматичного циліндра поз. 53, обертається в сферичній шайбі поз. 38 проти годинникової стрілки, таким чином звільняє деталь від дії сили затискання.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ</b>	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Пневматичний циліндр пристрою є лінійним пневматичним двигуном односторонньої дії, повернення штока в крайнє нижнє положення здійснюється пружиною стискання поз. 53. Поршнева порожнина при цьому з'єднана з атмосферою ручним пневматичним розподілювачем.

### 3.2 Проектування контрольно – вимірювального пристрою

#### 3.2.1 Технічні умови і вимоги креслення, що підлягають контролю

Контролюванню підлягають циліндричні поверхні  $\varnothing 55f7$  з вимогами до радіального биття 0,03 мм відносно базової поверхні „E” – осі деталі. Схема вимірювання радіального биття наведена на рисунку 3.4.



Рис. 3.4 Схема контролювання радіального биття

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3.2.2 Розрахунок пристрою на точність

При проектуванні контрольно-вимірювального пристрою спеціального призначення виконуємо розрахунок його на точність за формулою:

$$\varepsilon_{\text{доп}} \geq \varepsilon_{\text{розр}},$$

де  $\varepsilon_{\text{доп}}$ ,  $\varepsilon_{\text{розр}}$  - відповідно допустима та розрахункові похибки.

Допустима похибка:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3 \cdot \delta = 0,3 \cdot 0,03 = 0,009 \text{ мм},$$

де  $\delta = 0,009$  мм – допуск на контрольований параметр, мм.

Розрахункова похибка:

$$\varepsilon_{\text{розр}} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{\text{виг}}^2 + \varepsilon_{\text{приб}}^2 + \varepsilon_{\text{зн}}^2},$$

де  $\varepsilon_{\delta} = 0$  - похибка базування, мм;

$\varepsilon_{\text{виг}} = 0,01 \dots 0,005$  мм – похибка виготовлення пристрою, мм;

$\varepsilon_{\text{приб}} = \frac{\Delta}{2}$  - похибка вимірювального приладу, мм;

$\Delta$  - ціна поділки, мм;

$\varepsilon_{\text{зн}} = 0,01 \dots 0,005$  мм – похибка зношування приладу, мм.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Контроль ведемо із застосуванням індикатора годинникового типу із ціною поділки  $\Delta = 0,01$  мм.

$$\varepsilon_{\text{приб}} = \frac{\Delta}{2} = \frac{0,01}{2} = 0,005 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{\text{розр}} = \sqrt{0 + 0,01^2 + 0,005^2 + 0,01^2} = 0,015 \text{ мм.}$$

Умова виконується:

$$0,015 \geq 0,009.$$

### 3.2.3 Опис конструкції і роботи пристрою

Контрольно – вимірювальний пристрій складається із переднього і заднього центру, основи, індикатора часового типу. Деталь встановлюється в центр і підтискається заднім центром. Індикатор пересувний, рух контролюється двома болтами. Показання індикатора знімаються в чотирьох точках. На основі знятих даних робиться висновок про точність виготовлення деталі.

Технічна характеристика індикатора:

- Границі допустимої похибки в мкм, в діапазоні 0,1 мм на будь-якій дільниці шкали;
- Похибка зворотного ходу - 2 мкм;
- Варіації показань – 3 мкм;
- Найбільше вимірювальне зусилля, СН-150;
- Коливання вимірювального зусилля – СН-40.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз факторів, що впливають на умови та безпеку праці

Забезпечення безпеки людини - одне з головних завдань будь-якого суспільства. Основа виробництва - це люди, а для того щоб людина плідно й ефективно працювала, необхідно створити їй здорові та безпечні умови праці. Тому охорона праці була і залишається найважливішою соціально-економічною проблемою, що вимагає до себе постійної уваги з боку держави.

Умови праці визначаються факторами робочого середовища і трудового процесу, що впливають на працездатність і здоров'я людини в процесі трудової діяльності. Чинники робочого середовища прийнято ділити на небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

### 4.2 Вібрація на виробництві. Основні заходи захисту

Вібрація - процес механічних коливань і тільки механічних. Але не всякі механічні коливання прийнято називати вібрацією.

Для вібрації притаманні такі ознаки:

- відносно малі відхилення тіла або його точок по відношенню до характерних розмірів тіла;
- до вібрації схильні пружні тіла і тіла, що перебувають у полі дії змінних електромагнітних сил.

*Джерела вібрації.* Потенційно вібрація мимоволі закладається ще на стадії проектування і конструювання, а потім під час виготовлення і монтажу машин і механізмів. Машинобудівна промисловість випускає потужні та високошвидкісні механізми, обладнання та інструменти, які є джерелами, що генерують вібрацію. Джерелами вібрації можуть бути верстати оптичного виробництва, механічного оброблення, роботи, роботизовані лінії складання тощо.

Причина збудження вібрацій під час роботи машин і механізмів - неврівноважені силові впливи. Це зворотно-поступальні системи, обертові маси, де

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

не збігаються центр маси і вісь обертання тощо. Причиною поширення вібрацій і передачі їх людині можуть бути:

а) недоліки в улаштуванні віброізоляції основ і фундаментів від вібруючого обладнання;

б) надмірна жорсткість металоконструкцій, жорстке кріплення майданчиків, сидінь, органів управління обладнанням і комунікацій.

#### 4.3 Захист від вібрації

Джерелом вібрації в механічному цеху є виробниче обладнання. Вид вібрації - загальна. Вплив вібрації - загальний.

Вплив вібрації не тільки погіршує самопочуття, а й часто призводить до важкого професійного захворювання - віброхвороби.

Для металорізальних верстатів більш раціональним способом боротьби з вібрацією є зменшення її в джерелі за рахунок більш високої точності виготовлення вузлів і конструкційних змін.

Вібрацію в механічному цеху відносять до 3-ї категорії - технологічна вібрація, що впливає на людину на робочих місцях стаціонарних машин або передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації.

Вимірювання параметрів вібрації проводять згідно до ДСТУ EN 14253:2018 «Вібрація механічна. Вимірювання та обчислювання впливу на здоров'я загальної виробничої вібрації. Практична настанова (EN 14253:2003 + A1:2007, IDT)».

Для того щоб ефективно вести боротьбу з вібраціями необхідно знати частотний склад коливального процесу. Основними характеристиками оцінки шкідливості виробничої вібрації є амплітуда коливань, частота, швидкість і прискорення.

Частота коливань - це кількість повних коливань за одиницю часу, величина обернено пропорційна часу, величина обернено пропорційна періоду коливань.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Період коливань - це відрізок часу, протягом якого відбувається повний коливальний цикл. Амплітуда коливань (мм) – це найбільше зміщення точки, що коливається, від нейтрального положення.

Швидкість вібрації - це перша похідна зміщення в часі, (м/с):

$$V = 2\pi \cdot A \cdot f ,$$

де  $f$  - частота вібрації, Гц;

$A$  - амплітуда вібрації, м.

Прискорення вібрації (м/с<sup>2</sup>) – це друга похідна зміщення в часі:

$$a = 4\pi^2 \cdot A \cdot f^2 .$$

Під час частотного (спектрального) аналізу нормованими параметрами є середні квадратичні значення віброшвидкості та віброприскорення або їхні логарифмічні рівні, що вимірюються в 1/1 і 1/3 октавних смугах частот. Оскільки абсолютні значення швидкості та прискорення змінюються в широкому діапазоні, для оцінки вібрації користуються відносними рівнями віброшвидкості та віброприскорення, що виражаються в децибелах (дБ):

$$L = 20 \lg \frac{V}{V_0} , \text{ дБ}$$

$$L = 20 \lg \frac{W}{W_0} .$$

Де  $V_0$  - порогове значення коливальної швидкості,  $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с;

$W_0$  - порогове значення віброприскорення,  $W_0 = 3 \cdot 10^{-4}$  м/с.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Для вимірювання параметрів вібрації застосовують віброметр ВІП-2 або вимірювач ВШВ-003. Віброметр ВІП-2 призначений для вимірювання амплітуди вібропереміщень від 2 до 100 мм/с у діапазоні від 12,5 до 200 Гц.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі наведено технологічний процес механічного оброблення деталі «Шток 3032-317.405». Основною вимогою, що стояла перед кваліфікаційною роботою, було створення технологічного процесу, в якому основні роботи по обробленню деталі проводились на сучасному обладнанні.

В РПЗ наведено аналіз заданої деталі із легованої сталі 40Х ДСТУ 7806:2015, аналіз обраного методу отримання заготовки. В технологічному розділі наведено технологічний процес механічного оброблення деталі шток, призначено різальний інструмент сучасної фірми SANDVIK COROMANT, призначено режими різання за допомогою калькулятора Sandvik Coromant CoroPlus.

В конструкторському розділі спроектовано пристрій для фрезерної операції та контрольний пристрій для контролювання радіального биття.

В розділі з охорони праці проведено аналіз факторів, що впливають на умови та безпеку праці, зокрема, вплив вібрації.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ ГОСТ 12344:2005 Сталі леговані та високолеговані. Методи визначання вуглецю (ГОСТ 12344-2003, IDT).
2. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи за освітньо-професійною програмою – 131 Технології машинобудування; / Укладачі: А. І. Гордєєв, В. П. Ткачук, В. В. Милько, О. В. Романішина – Хмельницький: ХНУ, 2023. – 39 с.
3. 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).
4. СТЗВО-ХПІ-2.01-2018. Дипломні проекти та дипломні роботи. Загальні вимоги до виконання <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2019/10/STZVO-HPI-2.01-2018-SSONP.-Diplomni-proekti-ta-diplomni-roboti.-Zagalni-vimogi-do-vikonannya.pdf>.
5. СТЗВО-ХПІ-3.01-2018. Текстові документи у сфері навчального процесу <http://web.kpi.kharkov.ua/business/wp-content/uploads/sites/176/2018/03/STVUZ-HPI-3.01-2010.pdf>.
6. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. Київ: НТУУ «КПІ», 2014 - 353 с., іл.
7. 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 данні (1 файл: 10,2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.
8. Sandvik.Coromant. Каталог [Електронний ресурс]. – Режимдоступу до каталогу: <http://www.sandvik.coromant.com>

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

9. Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. Посібник для практичного програмування верстатів з ЧПК [Електронний ресурс] – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. – 115с.

10. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур та ін. – Львів : Новий Світ, 2022. – 422 с.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.07.00.ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		