

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі «Технологія виготовлення деталі "Повзун 4115А-32-403" 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.ФГТА.25.11.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТ-21-1  
Шифр



Богдан САБАСВ  
Ім'я, прізвище

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



Катерина СОКОЛАН  
Ім'я, прізвище

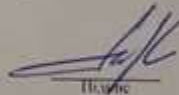
Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент



Сергій БИШ  
Ім'я, прізвище

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування  
Назва



Віталій ТКАЧУК  
Ім'я, прізвище

Дата « 28 » 05 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**

Сабасву Богдану Вікторовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі "Повзун 4115А-32-403" 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) креслення деталі "Повзун 4115А-32-403" та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску 20000 шт.

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: креслення деталі із 3D моделлю (1 лист А1); креслення заготовки (1 лист А1); графотехнологія (1 лист А1); карта наладки (1 лист А1); креслення верстатного пристрою (1 лист А1); креслення контрольного пристрою (1 лист А1)

6 Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Піліпис, дата	
		завдання видав	завдання

7 Дата видачі завдання 12.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ	20.03.2025	
2 Технологічний розділ	20.04.2025	
3 Конструкторський розділ	20.05.2025	
4 Охорона праці	10.06.2025	

Студент

  
Піліпис

Богдан САБАСВ  
бі.к. ПРЦ/ІНП/ІП

Керівник проєкту (роботи)

  
Піліпис

Катерина СОКОЛАН  
бі.к. ПРЦ/ІНП/ІП

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Сабася Богдан Вікторович на захист дипломного проєкту (роботи)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі «Повзун 4115A-32-403» з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету

ОЛЕГ ПОДІМУК

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Сабася Б. 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 3,57 %, добре 71,43 %, задовільно 25,00 %.

шкалою ЄКТС: А 3,77 %, В 39,62 %, С 33,96 %, D 15,09 %, E 7,55 %.

Методист факультету

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)  
ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Сабася Богдан Вікторович спричинив зрушення  
на дипломний проєкт власно,  
примовчав сумлінно та гідно грає  
роль на роботі над проєктом Сабася.  
показав гарні теоретичні знання та  
вміння виконувати інженерні  
задачі.

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

Керівник дипломного проєкту

Відмінно

Богдан К.С.

Сабася К.С.

10. вересня 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (робота) розглянуто. Студент Сабася Б. В. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в експертній комісії.

Завідувач кафедри

технології машинобудування

Вікторія Ткачук

11. 06 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗІЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

студента Сабася Б.В.

Тема роботи: «Технологія виготовлення деталі «Повзуи 4115А-32-403» з використанням верстатів з ЧПК»

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

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

При розробленні технологічного процесу механічного оброблення деталі Сабася Б.В. застосував сучасне обладнання з ЧПК та сучасні різальні інструменти провідної фірми Sandvik.

В розділі «Охорона праці» Сабася Б.В. провів аналіз безпечності експлуатації спроектованого технологічного процесу, навів ідентифікацію професійних ризиків та запропонував методи та засоби їх зняття.

В якості зауважень, можна вказати на те, що в технологічному процесі виготовлення деталі «повзуи» використовується сучасне обладнання, яке дає змогу зменшити кількість операцій механічного оброблення.

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

РЕЦЕНЗЕНТ

*Свідерський В. П.*

(привілеї, які не базують, посада, місце роботи)

..28.. травня..... 2025 р.

(підпис)

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

Назва кваліфікаційної роботи Технологія виготовлення деталей Трехш 4159.  
 Автор Савак В.В. 21-405 з виконанням  
 Освітня програма Технології машинобудування Версталь з ЧПК  
 Рівень вищої освіти першого (бакалавр)  
 Спеціальність 131 Машинна конструкція  
 Науковий керівник: Соколов 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, 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 ухитити 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:

Direct Plagiat - 11,0%  
Indic - Plagiatom 1 - 13,27% - 8,7%

Дата 28.05.25р.

Завідувач кафедри

Савак В.В.  
 Ім'я Прізвище

Гарант освітньої програми

Мельник В.В.  
 Ім'я Прізвище

Керівник кваліфікаційної роботи

Соколов К.С.  
 Ім'я Прізвище

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

Сабасня Б.В.

ФІТА, 4 курс, групи ПІМТ-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 копії роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу копії 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 копії роботи збігається (ідентична) з друкованою.

28.03.25

дата



підпис

## РЕФЕРАТ

Задачею кваліфікаційної роботи бакалавра (КРБ) є розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі „Повзун 4115А-32-403”, матеріал деталі – легована сталь 38Х2МЮА, ДСТУ ГОСТ 12344:2005.

В загальному розділі КРБ проведено аналіз деталі, аналіз матеріалу деталі та визначено тип виробництва.

В технологічному розділі КРБ проведено техніко-економічний аналіз методу отримання заготовки, розроблено технологічний процес виготовлення деталі „Повзун 4115А-32-403” із застосуванням сучасного обладнання та сучасного різального інструменту провідних іноземних фірм, а також розраховані між операційні припуски на оброблювані поверхні аналітичним (на поверхню  $\varnothing 110$ ) та табличним (на решту оброблюваних поверхонь) методами.

На операцію 025 – «Багатоцільова» - згенеровано керуючу програму для фрезерування паза за допомогою програмного продукту Autodesk Fusion.

В конструкторському розділі спроектовано пристрій для закріплення деталі при чорновому точінні зовнішньої поверхні на універсальному токарному верстаті 16К20 та контрольно-вимірювальний пристрій для контролювання радіального биття.

В розділі з охорони праці проведено аналіз безпеки спроектованого технологічного процесу, наведено ідентифікацію професійних ризиків та запропоновано методи та засоби їх зниження.

КРБ складається із розрахунково-пояснювальної записки, яка містить 84 сторінки друкованого тексту та із графічної частини на 6-и листах формату А1.

**Ключові слова:** *деталь повзун, обладнання з ЧПК, різальний інструмент, верстатний пристрій, технологічний процес.*

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>			
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата	Технологія виготовлення деталі «Повзун 4115А-32-403» з використанням верстатів з ЧПК	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Сабаєв Б.В.					н		
Перев.	Соколан К.С.							
Н. контр.	Бись С.С.					ХНУ		
Затв.	Ткачук В.П.					гр. ПМТ-21-1		

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Аналіз об'єкта виробництва	8
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	14
1.3 Визначення типу і організаційної форми виробництва	18
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	20
2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу	20
2.2 Вибір виду і обґрунтування методу отримання заготовки	20
2.3 Вибір технологічних баз	26
2.4 Розроблення технологічних операцій	26
2.5 Розрахунок припусків на механічну обробку	36
2.6 Вибір режимів різання	42
2.7 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій	60
2.8 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК	63
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	64
3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталі при точінні зовнішнього діаметра	64
3.2 Проектування контрольно-вимірювального пристрою	73
ОХОРОНА ПРАЦІ	75
4.1. Аналіз безпечності спроектованого технологічного процесу	75
4.2 Ідентифікація професійних ризиків	79
4.3 Методи та засоби зниження професійних ризиків	79
ВИСНОВКИ	82
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	83
ДОДАТКИ	

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Інтенсифікація процесу технічного переоснащення галузі машинобудування індустриально розвинених країн, істотне підвищення рівня його автоматизації, широкомасштабне поширення новітніх форм його автоматизації, широкомасштабне поширення новітніх форм організації та управління виробництвом, дедалі активніше використання техніки, що розпочалося в ХХ столітті, набули свого розвитку і в ХХІ столітті.

Верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) знайшли широке застосування в сучасному машинобудуванні. Їхнє впровадження є одним із головних напрямів автоматизації середньо- і дрібносерійного виробництва.

У верстатах з ЧПК гнучкість універсального обладнання поєднується із точністю та продуктивністю верстата, який працює в автоматичному режимі. В результаті застосування на виробництві верстатів з ЧПК відбувається підвищення продуктивності праці, створюються умови для багатOVERSTATного обслуговування. Підготовка виробництва переноситься у сферу інженерної праці, скорочуються її терміни, спрощується перехід на новий вид виробу внаслідок завчасної підготовки програми, що має велике значення в умовах ринкової економіки.

На верстатах із ЧПК доцільно виготовляти деталі складної конфігурації, під час оброблення яких необхідне переміщення робочих органів за кількома координатами одночасно, а також деталі з великою кількістю переходів під час оброблення та такі, конструкція яких часто корегується.

Дипломна робота бакалавра орієнтована на застосування теоретичних знань та практичних умінь і навичок налаштування та програмування механічного оброблення деталей на верстатах з ЧПК.

Налагодження верстатів з ЧПК типу обробного центру займають основне місце в організації та технологічній підготовці сучасного механоскладального виробництва.

Вибір верстатів з ЧПК, програмування на них процесів механічного оброблення, їх налагодження на відпрацювання програм і власне відпрацювання

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

програм - основні напрямки діяльності як оператора верстатів з ЧПК, так і технолога-машинобудівника на сучасному машинобудівному виробництві.

Володіння навичками програмування та налагодження верстатів з ЧПК надасть майбутньому інженеру машинобудівного профілю в короткі терміни освоїти професійну діяльність у реальних виробничих умовах.

Задачею дипломного проектування є перевірка перелічених вмінь, які входять до структури конструкторської та технологічної підготовки бакалавра і є базою для формування фундаментальних компетентностей в питаннях програмування та налагодження верстатів з ЧПК.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Аналіз об'єкта виробництва

В даному дипломному проекті необхідно розробити технологічний процес механічного оброблення деталі „Повзун 4115А-32-403”, використовуючи при цьому сучасні верстати з числовим програмним керуванням.

Вихідними даними для проектування технологічного процесу механічного оброблення є:

- робочий кресленик деталі;
- технічні умови на виготовлення деталі;
- річна програма випуску деталей;
- складальний кресленик вузла та ТВ;
- типові технологічні рішення.

#### 1.1.1 Аналіз кресленика та технічних вимог

Кресленик деталі має відомості, які необхідні, щоб дати уявлення про деталь, а саме: проекції, розрізи, перерізи що пояснюють конфігурацію деталі та оптимальні методи отримання заготовки. На кресленику вказані розміри з граничними відхиленнями, якість оброблених поверхонь, відхилення від правильної геометричної форми та взаємного розміщення поверхонь.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 1.1.2 Аналіз конструкції деталі

Деталь „Повзун 4115А-32-403” застосовується у дротово-цвяховому автоматі мод. 4115А. Даний автомат призначений для виготовлення цвяхів із дроту круглого та квадратного перерізів довжиною від 13 до 80 мм.

Деталь „Повзун 4115А-32-403” є однією її основних у вузлі, який називається „механізм висадки”.

Дана деталь розташовується у самому центрі автомата. „Повзун 4115А-32-403” виконує зворотно - поступальні рухи у нерухомій гільзі, яка, в свою чергу, закріплена на станині автомата. Зворотно – поступальні рухи повзуна виконуються за допомогою колінчатого вала. Повзун та колінчатий вал зв’язані між собою за допомогою шатуна по отвору  $\varnothing 50\text{Js7}$ . З протилежного боку в отвір  $\varnothing 40\text{H7}$  встановлюється пуансон, який і формує головку цвяха.

Для того, щоб деталь якомога менше зношувалась, вона підлягає термічній обробці – азотуванню на глибину  $h=0,3\dots 0,5$  мм до отримання твердості HV 800...1050.

Розглянемо призначення кожної поверхні деталі, зображеної на рис.1.1 та 1.2.

Поверхня 1 – паз використовується для встановлення шатуна. Дана поверхня є базовою.

В отвір 2 вставляється палець через отвір в шатуні і таким чином шатун коливається навколо цього пальця. Для того, щоб палець не провертався разом із шатуном, він фіксується у повзуні за допомогою гвинта, який закручується в отвір 3.

Канавка 4 служить для встановлення розрізного бронзового кільця, яке фіксується за допомогою штифта, що встановлюється в отвір 5.

В отвір 6  $\varnothing 40\text{H7}$  встановлюється втулка, яка орієнтується за допомогою шпонки у шпонковому пазу 7 впритул до торців 13.

У втулку встановлюється пуансон для висадки головки цвяха. В отвір 9 вкручується гвинт, який служить для фіксації пуансона. Циліндричне гніздо в отворі виконане для того, щоб головка гвинта ховалася.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Отвір 8 технологічний, служить для базування деталі під час протягування шпонкового пазу. Отвір 14 технологічний, служить для виходу протяжки.

Скіс 10 – це місце під обмежувач ходу повзуна.

Отвір 11 – технологічний, служить для складальної операції, а саме для того, щоб можна було закручувати рим-болт і витягнути повзун із гільзи.

Повзун базується в гільзі по зовнішній циліндричній поверхні 12.

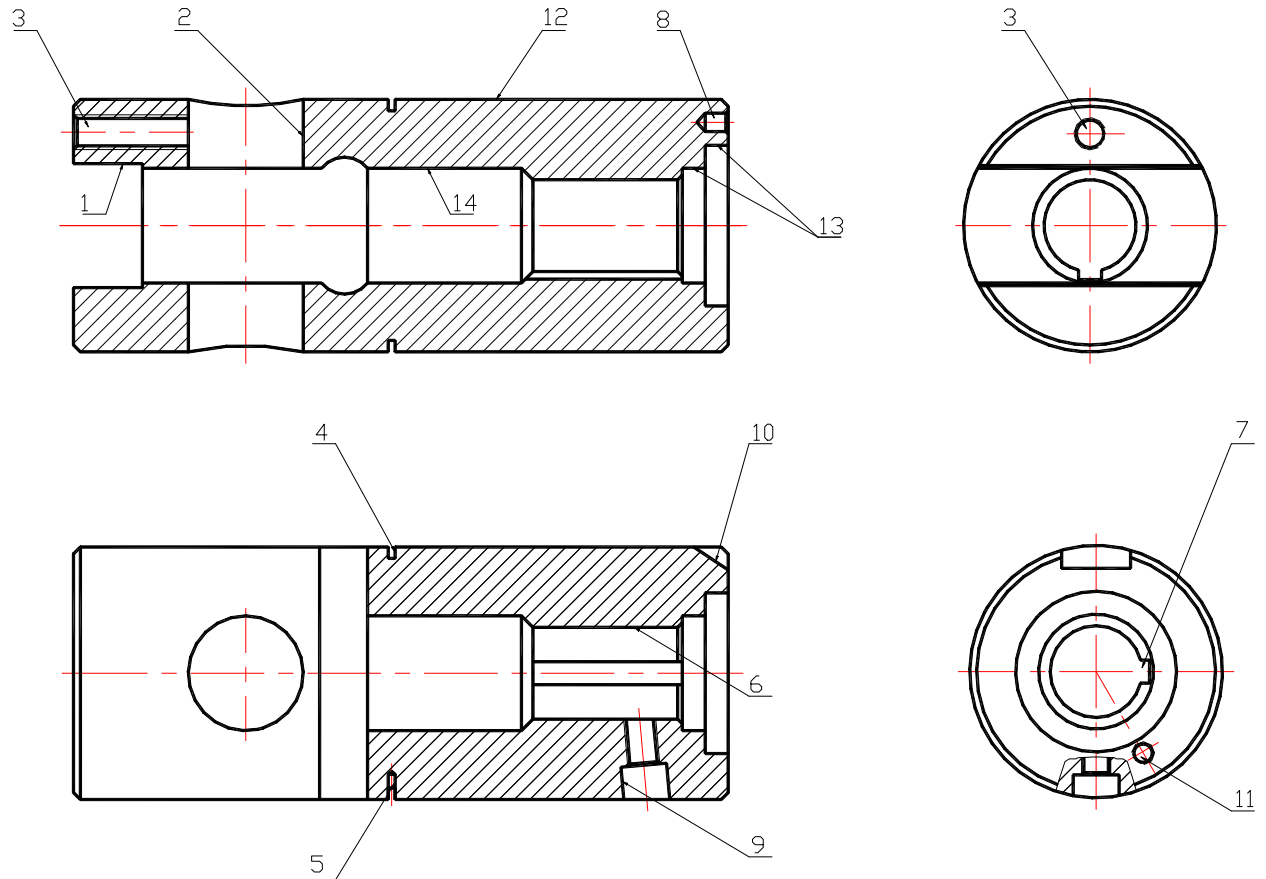


Рисунок 1.1 - Ескіз деталі

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

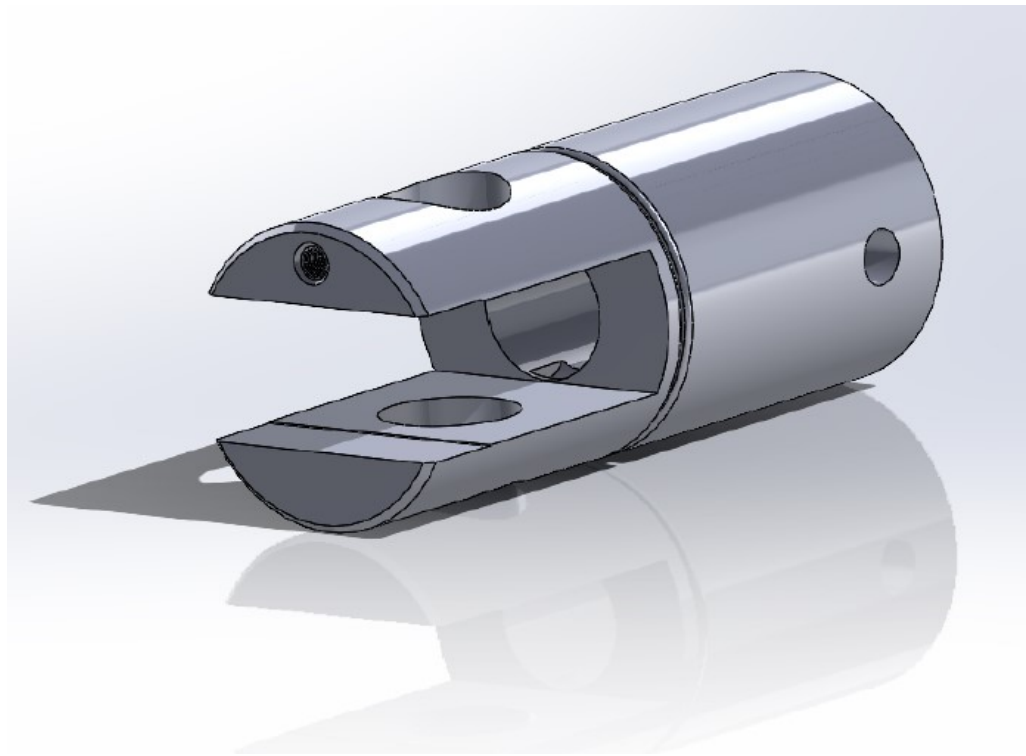


Рисунок 1.2 – Твердотільна модель деталі

Конструкція деталі дозволяє поєднувати технологічні і вимірювальні бази.

Вказані на кресленіку відхилення розмірів 7, 8, 9, 14 квалітетів точності з параметром шорсткості  $Ra$  0,8; 1,6; 6,3, просторовими відхиленнями геометричних форм паралельності, перпендикулярності, радіального биття 0,03 мм можуть бути отримані на верстатах нормальної точності.

При механічному обробленні деталі є можливість безпосереднього вимірювання заданих на кресленіку розмірів.

Конструкція деталі, матеріал та технологія її виготовлення повинні забезпечувати нормальну роботу виробу впродовж тривалого часу.

Деталь „Повзун 4115А-32-403” виготовлена із сталі 38Х2МЮА, ДСТУ ГОСТ 12344:2005 Сталі леговані та високолеговані. Методи визначання вуглецю (ГОСТ 12344-2003, ІДТ), фізико-механічні властивості і хімічний склад цієї сталі наведені в таблицях 1.1 і 1.2.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		15

Таблиця 1.1 - Механічні властивості сталі 38Х2МЮА ДСТУ ГОСТ 12344:2005

Марка	$\sigma_m$	$\sigma_b$	$\delta$ , %	$\lambda_n$ , $\frac{кгс}{см^2}$	Відносне звуження, %	Твердість НВ,
	МПа					
38Х2МЮА	835	980	14	88	50	-

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 38Х2МЮА ДСТУ ГОСТ 12344:2005

С	Si	Mn	Mo	Al	Cr	Си	Р	S
						Не більше		
0,35- 0,42	0,2- 0,45	0,3- 0,6	0,15- 0,25	0,7- 1,1	0,35- 1,65	0,3	0,025	0,025

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		16

Таблиця 1.3 – Технічні вимоги на деталь

Технічні вимоги	Методи отримання	Методи контролю
1. Неперпендикулярність поверхні отвору відносно бази В не більше 0,025 мм.	Свердлування, розсвердлювання, зенкерування, чорнове розвертання, чистове розвертання.	Оправка, кутник, щуп, контрольна плита.
2. Радіальне биття торця виточки відносно бази В не більше 0,03 мм.	Чорнове розточування, чистове розточування, тонке розточування.	Контрольна плита, призма, стійка індикаторна, індикатор годинникового типу.
3. Непаралельність поверхні паза відносно бази В не більше 0,15 мм.	Чорнове фрезерування, чистове фрезерування.	Контрольна плита, УСП, кутник, щуп.
4. Взаємна непаралельність поверхонь паза відносно отвору не більше 0,03 мм.	Протягування одноразове.	Спеціальний калібр-пробка зі шпонкою.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		17

## 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

За своєю формою, конструкцією та технологічними ознаками деталь повзун належить до класу тіл обертання – деталі загальномашинобудівного призначення

Кресленик деталі має всі дані про деталь. Деталь має зручні базові поверхні.

Розміри деталі можна контролювати прямим методом. Конструкція деталі дозволяє застосовувати принцип суміщення баз, а також добру доступність інструменту.

В результаті аналізу кресленика та технічних вимог ставимо основні задачі, які необхідно вирішити при механічному обробленні деталі. На кресленку деталі є всі розміри із вказаними граничними відхиленнями від номінального розміру.

Вимоги до якості поверхонь проставлені на кресленку таким чином, щоб більш точні поверхні обробляються з менш високим параметром шорсткості. Деталь достатньо жорстка.

Результати аналізу технологічності зводимо в таблицю 1.4.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Результати аналізу технологічності деталі „повзун”

Найменування поверхонь	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності ІТ	Параметр шорсткості Ra
Отвір Ø3H7	1	1	7	0,4
Отвір Ø8H7	1	1	7	0,4
Отвір різьбовий М8-7H	1	1	7	3,2
Отвір різьбовий М12-7H	1	1	7	3,2
Отвір різьбовий М12х1,25-7H	1	1	7	3,2
Отвір Ø40H7	1	1	7	0,8
Отвір Ø50Js7	1	1	7	0,8
Зовнішня циліндрична поверхня Ø110e8	1	1	8	0,4
Паз 10Js9	1	1	9	3,2
Отвір Ø50H14	1	1	14	6,3
Лиска 10х30х30 <sup>0</sup>	1	1	14	6,3
Паз 51	1	1	14	6,3
Паз 52	1	1	14	6,3
Виточка Ø72	1	1	14	1,6
Канавка Ø101	1	1	14	6,3

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		19

Найменування поверхонь	Кількість поверхонь	Кількість уніфікованих поверхонь	Квалітет точності ІТ	Параметр шорсткості Ra
Циліндричне гніздо Ø20	1	1	14	6,3
Торці 285	1	1	14	6,3
Фаски 1,6x45 <sup>0</sup>	2	2	14	6,3
Фаска 2x45 <sup>0</sup>	1	1	14	6,3

Кількісна оцінка технологічності:

1. За коефіцієнтом уніфікації:

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

де  $Q_y$  - число уніфікованих елементів,  $Q_y = 20$  ;

$Q_e$  - число елементів,  $Q_e = 20$ .

$$K_y = \frac{20}{20} = 1.$$

2. За коефіцієнтом точності обробки:

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

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		20

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

$$A_{cp} = \frac{7 \cdot 7 + 8 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 14 \cdot 11}{20} = 11;$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11} = 0,9.$$

3. За коефіцієнтом шорсткості:

$$K_w = \frac{1}{B_{cp}},$$

де  $B_{cp}$  - середня шорсткість:

$$B_{cp} = \frac{0,4 \cdot 3 + 0,8 \cdot 2 + 1,6 \cdot 1 + 3,2 \cdot 4 + 6,3 \cdot 10}{20} = 4,01;$$

$$K_w = \frac{1}{4,01} = 0,25.$$

Виходячи із наведеного аналізу можна зробити висновок, що деталь технологічна.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 1.3 Визначення типу і організаційної форми виробництва

Виходячи з річної програми випуску  $N = 20000$  штук та маси готової деталі  $m = 17,6$  кг попередньо встановлюємо тип виробництва – великосерійне виробництво.

Таблиця 1.5 - Залежність типу виробництва від об'єму виготовлення (шт) і маси деталі

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	одиничне	малосерійне	середньосерійне	крупносерійне	масове
<1.0	<10	10–2000	1500–100 000	75 000–	>200 000
1.0–2.5	<10	10–1000	1000–50 000	50 000–100	>100 000
2.5–5.0	<10	10–500	500–35 000	35 000–75 000	>75 000
5.0–10	<10	10–300	300–25 000	25 000–50 000	>50 000
>10	<10	10–200	200–10 000	10 000–25 000	>25 000

Для висновку про форму організації виробництва слід порівняти заданий добовий випуск виробів із розрахунковою добовою продуктивністю потокової лінії.

Прийmemo двозмінний режим роботи потокової лінії із завантаженням на 65...75%.

Заданий добовий випуск виробів:

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

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

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

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		22

Застосування однономенклатурної потокової лінії недоцільне. Застосуємо групову форму організації виробництва. Запуск виробів у виробництво здійснюється партіями з визначеною періодичністю, що є ознакою серійного виробництва.

Кількість деталей в партії для одночасного запуску:

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

де  $N$  - кількість деталей одної номенклатури в річному об'ємі випуску виробів, шт;

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

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

Тоді:

$$n = \frac{20000 \cdot 3}{253} \approx 240 \text{ шт.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз існуючого технологічного процесу

Предметом аналізу є технологічний процес виготовлення деталі „повзун”. Тип виробництва – серійний. Об’єм випуску – 2000 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.

Але недоцільним в існуючому технологічному процесі є використання координатно-розточних верстатів в ряді операцій. Так, обробку отворів доцільніше виконувати на свердлувальному верстаті з застосуванням УСП. Отвори під різьбу М12, М8 та  $\varnothing 8H7$  доцільніше обробляти не по розмітці, а відразу свердлувати, при цьому використовувати верстатні пристрої такі як кондуктори.

### 2.2 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Для вибору оптимального методу отримання заготовки проводимо техніко-економічний розрахунок двох варіантів: методом круглого прокату та методом литва у пісково-глиняні форми.

#### Собівартість заготовки із прокату.

Для економічного обґрунтування вибору заготовки необхідно встановити розміри заготовки.

Діаметр та довжину штучної заготовки із прокату приймаємо  $D_3 = 120$  мм,  $L_3 = 292$  мм.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

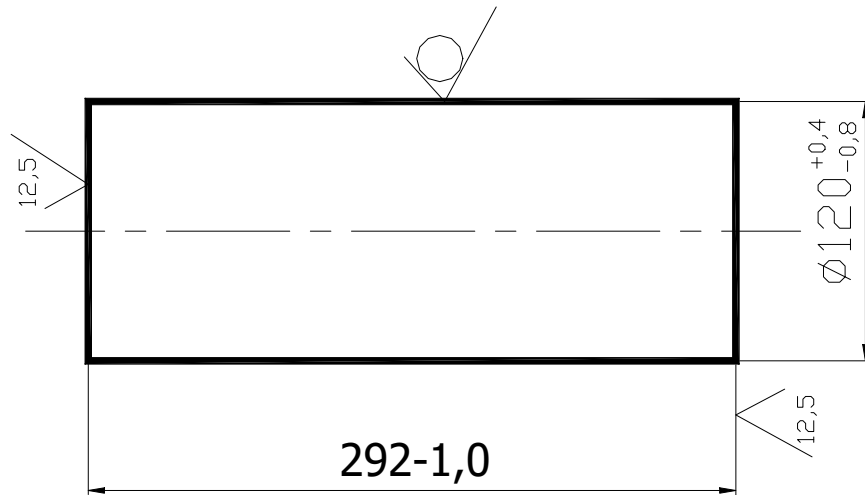


Рис. 2.1 – Ескіз заготовки із круглого прокату

Собівартість заготовки із прокату:

$$S_{заг} = M + \sum C_{o.з.},$$

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

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

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

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

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

$$T_{шт(шт.к.)} = 3,6 \text{ хв.}$$

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

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Витрати на матеріал заготовки:

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

де  $Q$  - маса заготовки, кг;

$S$  - ціна 1 кг матеріалу заготовки,  $S = 28000$  грн за 1 тону;

$q$  - маса готової деталі,  $q = 17,6$  кг;

$S_{\text{відх}}$  - ціна 1 т відходів,  $S_{\text{відх}} = 2500$  грн за 1 тону.

Масу заготовки визначаємо за формулою:

$$Q = V \cdot \rho, \text{ кг};$$

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

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

Об'єм заготовки:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L_3 = \frac{3,14 \cdot 12,0^2}{4} \cdot 29,2 = 3301 \text{ см}^3.$$

Маса заготовки:

$$Q_3 = \rho \cdot V_3 = 7,8 \cdot 3301 = 2590 \text{ г}.$$

Маса деталі  $q = 17,6 \text{ кг}$  (див. кресленик).

Витрати на матеріал:

$$M = \frac{25,9 \cdot 28000}{1000} - (25,9 - 17,6) \frac{2500}{1000} = 704,5 \text{ грн}.$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Отже,

$$S_{заг} = 704,5 + 0,073 = 705,2 \text{ грн.}$$

Собівартість заготовки – виливки у пісково-глиняні форми ДСТУ EN 1370:2016.

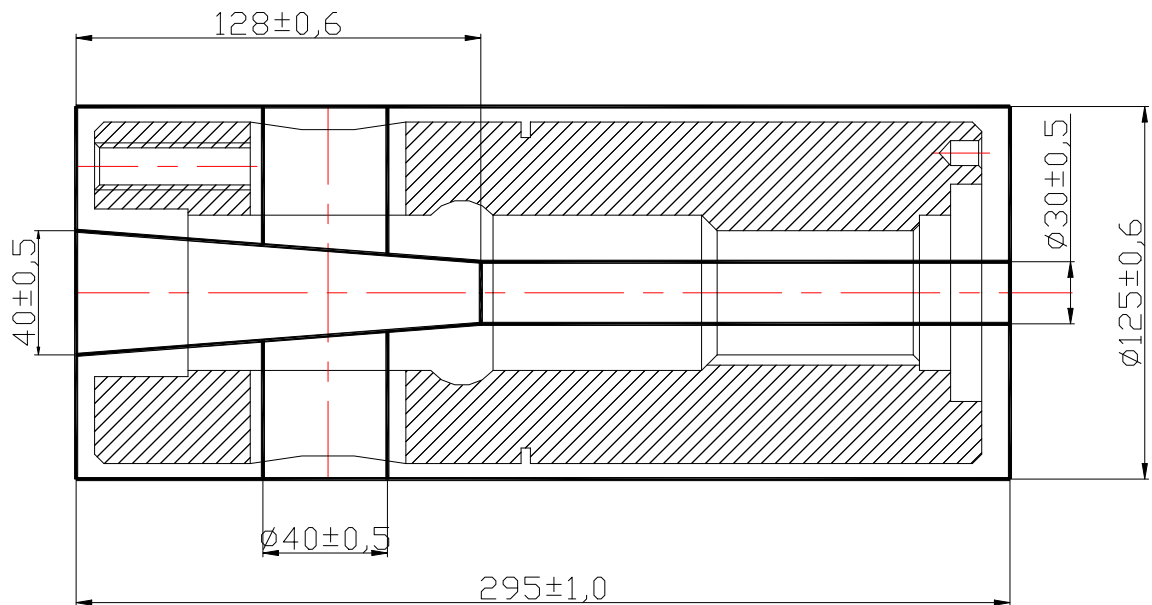


Рис. 2.2 – Ескіз заготовки - виливки

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:  $C_i=35000$  грн.;

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

$k_C$  – коефіцієнт залежності від групи складності виливки:  $k_C=1,0$  (2 група);

$k_B$  – коефіцієнт залежності від маси виливки:  $k_B=0,82$  (3-5 кг);

$k_M$  – коефіцієнт залежності від марки матеріалу виливки:  $k_M=1,93$ ;

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

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

$q$  - маса деталі:  $q = 17,6$  кг;

$Q$  - маса заготовки;

$S_{відх.}$  – ціна за 1 т відходів.

Для визначення маси заготовки визначаємо об'єм заготовки.

Маса заготовки:

$$Q = \left[ \left( \frac{3,14 \cdot 125^2}{4} \cdot 295 \right) - \left( 40 \cdot 128 \cdot 125 + \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} \cdot 42,5 + \frac{3,14 \cdot 30^2}{4} \cdot 167 \right) \right] \cdot 7,8 = 21,6 \text{ кг.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{в.м.} = \frac{17,6}{21,6} = 0,81.$$

Ціна заготовки:

$$S_{заг.} = \left( \frac{35000}{1000} \cdot 21,6 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,93 \cdot 0,82 \cdot 1,0 \right) - (21,6 - 17,6) \cdot \frac{2500}{1000} = 1186 \text{ грн.}$$

Отримання заготовки - прокату є більш економічним методом, ніж отримання заготовки методом литва.

Результати розрахунку зводимо в таблицю 2.1.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Співставлення обох методів виготовлення заготовки

Найменування показників	I варіант	II варіант
Вид заготовки	Прокат круглий	Виливка
Клас точності	III	II
Вага заготовки, кг	25,9	21,6
Вартість заготовки, грн	705,2	1186
Коефіцієнт використання матеріалу, $K_{в.м.}$	0,68	0,81

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		29

## 2.3 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз визначає точність розмірів та взаємного розміщення поверхонь, які отримуються в процесі обробки різанням, вибір різальних та вимірювальних інструментів, верстатних пристроїв.

На першій операції слід обробити поверхню, яка слугуватиме чорною базою. Дотримуючись цієї рекомендації, в якості бази для першої обробки вибираємо зовнішню циліндричну поверхню, торцеву поверхню. Названі поверхні забезпечують зручне встановлення заготовки в пристрої та будуть використовуватись для встановлення заготовки протягом всього технологічного процесу. Також буде дотримуватись принцип суміщення баз, тобто конструкторські бази слугуватимуть і технологічними, і вимірювальними базами.

Більш детальний опис базових поверхонь та способів встановлення заготовки під час механічного оброблення наведемо при розробленні технологічного маршруту, а результати занесемо в таблицю.

## 2.4 Розроблення технологічних операцій

Технологічний маршрут механічного оброблення деталі „повзун” покажемо у вигляді таблиці 2.2.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Результати аналізу оброблення кожної поверхні з встановленням методів оброблення

Позначення поверхні	Параметр шорсткості	Квалітет точності	Метод обробки
Ø40H7	0,8	7	Свердлування чорнове, чистове, тонке розточування
Ø50Js7	0,8	7	Свердлування, зенкерування, розвертання чорнове, чистове
Ø3H7	0,4	7	Свердлування, розвертання чорнове, чистове
Ø8H7	0,4	7	Свердлування, розвертання чорнове, чистове
M12x1,25-7H M12-7H M8-7H	6,3	7	Свердлування, нарізання різьби
Гніздо циліндричне Ø20x15	6,3	14	Цекування
Отвір Ø50	6,3	14	Свердлування
Торець Ø50	6,3	14	Розточування одноразове
Торець Ø72	1,6	14	Розточування чорнове, чистове
Паз 10Js9	3,2	9	Протягування одноразове
Ø100e8	1,6	8	Точіння чорнове, чистове; шліфування чорнове, чистове
Паз 51	6,3	14	Фрезерування чорнове,

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		31

Позначення поверхні	Параметр шорсткості	Квалітет точності	Метод обробки
			чистове
Скіс $< 30^0$ 10x30	6,3	14	Фрезерування одноразове
Канавка $3^{+0,1}$	6,3	11	Точіння одноразове

Розроблений технологічний маршрут механічного оброблення деталі „повзун” – таблиця 2.3, детальний технологічний процес механічного оброблення деталі “повзун” – таблиця 2.4.

Таблиця 2.3 - Технологічний маршрут механічної обробки деталі “повзун”

№ операції	Найменування операції	Зміст технологічного переходу	Тип і модель верстата
<b>005</b>	<b>Токарна</b>	1. Підрізати торець $\varnothing 120$ в розмір 291. 2. Точити $\varnothing 120$ до $\varnothing 115$ до кулачків. 3. Свердлити отвір $\varnothing 30$ ( $\varnothing 40H7$ ) на довжину 92,5 мм. Переустановити. 1. Підрізати торець $\varnothing 120$ в розмір 290. 2. Точити $\varnothing 120$ до $\varnothing 115$ на остатку. 3. Свердлити отвір $\varnothing 30$ ( $\varnothing 40H7$ ) на довжину 197,5 мм.	Токарний 16K20
<b>006</b>	<b>Термічна</b>	Покращення	Піч

010	<b>Токарна з ЧПК</b>	<p>1. Точити <math>\varnothing 115</math> до <math>\varnothing 111,6</math> до кулачків.</p> <p>2. Підрізати торець в розмір 288,5.</p> <p>3. Розточити отвір <math>\varnothing 38,5^{+0,2}</math> (<math>\varnothing 40H7</math>) напрохід.</p> <p>4. Розточити отвір <math>\varnothing 72 \times 10</math>.</p> <p>5. Розточити отвір <math>\varnothing 50 \times 11</math>.</p> <p>Переустановити.</p> <p>1. Точити <math>\varnothing 115</math> до <math>\varnothing 111,6</math> на остатку.</p> <p>2. Підрізати торець в розмір 286.</p> <p>3. Розточити отвір <math>\varnothing 40</math> до <math>\varnothing 50H7</math> на довжині 20 мм (технологічно), далі - <math>\varnothing 50H14</math>, витримавши розмір 91 мм.</p> <p>4. Точити канавку <math>\varphi = 3^{+0,1}</math> мм, витримавши розмір <math>\varnothing 146</math> мм.</p>	Токарний з ЧПК НААС TL-1
015	<b>Токарна з ЧПК</b>	<p>1. Підрізати торець в розмір 285 мм.</p> <p>2. Розточити отвір <math>\varnothing 40H7</math>.</p> <p>3. Підрізати торець <math>\varnothing 72</math> мм в розмір 10 мм, витримуючи технічні вимоги - торцеве биття відносно осі отвору, що допускається – 0,03 мм.</p>	Токарний з ЧПК НААС TL-1
020	<b>Круглошліфувальна</b>	<p>1. Шліфувати <math>\varnothing 111,6</math> мм до <math>\varnothing 110,6_{-0,03}</math> (технол.), витримуючи технічні вимоги – биття, що допускається – 0,04 мм відносно базової поверхні Г.</p>	Круглошліфувальний 3М131
025	<b>Багатоцільова</b>	<p>1. Фрезерувати паз <math>\varphi = 51^{+0,2}</math> на довжину 128 мм, витримуючи розмір 2R12,5 мм, залишаючи перемичку 8 мм від торця (технол.).</p>	Обробний центр AVIA X5
030	<b>Токарна з</b>	<p>1. Свердлити отвір <math>\varnothing 48</math> мм.</p>	Токарний з ЧПК

	<b>ЧПК</b>	2. Зенкерувати отвір Ø49,9 мм. 3. Розвертати отвір Ø49,9 мм начорно. 4. Розвертати отвір Ø50Js7 мм начисто.	HAAS TL-1
035	<b>Круглошліфувальна</b>	1. Шліфувати Ø110,15 мм начисто (Ø110e8).	Круглошліфувальний 3M131
040	<b>Вертикально-фрезерна</b>	1. Фрезерувати скіс < 30°, витримуючи розміри 30, 10.	Вертикально-фрезерний 6P13
045	<b>Горизонтально-фрезерна</b>	1. Фрезерувати перемички, виконуючи паз 52 мм, витримуючи розмір 33 мм.	Горизонтально-фрезерний 6P82Ш
050	<b>Вертикально-свердлувальна</b>	1. Свердлити отвір Ø2,9 мм. 2. Розвертати отвір Ø3H7. 3. Свердлувати отвір Ø10,8 мм. 4. Цекувати гніздо циліндричне Ø20 мм. 5. Нарізати різьбу M12x1,25-7H.	Вертикально-свердлувальна 2H125
055	<b>Вертикально-свердлувальна</b>	1. Свердлити отвір Ø10,2 мм під різьбу M12-7H до виходу в отвір Ø50Js7. 2. Нарізати різьбу M12-7H.	Вертикально-свердлувальна 2H125
060	<b>Вертикально-свердлувальна</b>	1. Свердлити отвір Ø7,8 мм. 2. Розвертати отвір Ø8H7. 3. Свердлувати отвір Ø6,7 мм під різьбу M8 на довжину 18 мм.	Вертикально-свердлувальна 2H125
065	<b>Протяжна</b>	1. Протягнути паз 10Js9.	Горизонтально-протяжний 7523
070	<b>Термічна</b>	1. Азотувати поверхню.	Піч
075	<b>Круглошліфувальна</b>	1. Шліфувати поверхню Ø110e8.	Круглошліфувальний 3M131

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		34

Таблиця 2.4 - Технологічний процес механічної обробки деталі “повзун”

№ операції	Найменування і зміст операції	Пристрій	Інструмент	
			Ріжучий	Вимірювальний
005	<p><b>Токарна</b></p> <p>1. Підрізати торець Ø120 в розмір 291.</p> <p>2. Точити Ø120 до Ø115 до кулачків.</p> <p>3. Свердлити отвір Ø30 (Ø40H7) на довжину 92,5 мм.</p> <p>Переустановити.</p> <p>1. Підрізати торець Ø120 в розмір 290.</p> <p>2. Точити Ø120 до Ø115 на остатку.</p> <p>3. Свердлити отвір Ø30 (Ø40H7) на довжину 197,5 мм.</p>	Патрон 3-х кулачковий	Різець 2170-0001, T5K10, Свердло 2301-0093, P6M5. Свердло 2301-0098, P6M5	Штангенциркуль ШЦ III 0-400-0,1
006	<p><b>Термічна</b></p> <p>Покращення</p>			

№ операції	Найменування і зміст операції	Пристрій	Інструмент	
			Різучий	Вимірювальний
010	<p><b>Токарна з ЧПК</b></p> <p>1. Точити <math>\varnothing 115</math> до <math>\varnothing 111,6</math> до кулачків.</p> <p>2. Підрізати торець в розмір 288,5.</p> <p>3. Розточити отвір <math>\varnothing 38,5^{+0,2}</math> (<math>\varnothing 40H7</math>) напрохід.</p> <p>4. Розточити отвір <math>\varnothing 72 \times 10</math>.</p> <p>5. Розточити отвір <math>\varnothing 50 \times 11</math>.</p> <p>Переустановити.</p> <p>1. Точити <math>\varnothing 115</math> до <math>\varnothing 111,6</math> на остатку.</p> <p>2. Підрізати торець в розмір 286.</p> <p>3. Розточити отвір <math>\varnothing 40</math> до <math>\varnothing 50H7</math> на довжині 20 мм (технологічно), далі - <math>\varnothing 50H14</math>, витримавши розмір 91 мм.</p> <p>4. Точити канавку <math>v=3^{+0,1}</math> мм, витримавши розмір <math>\varnothing 146</math> мм.</p>	Пристрій верстатний	Різець Sandvik Coromant T-Max P Різець Sandvik Coromant Coro Turn 107	Штангенциркуль ШЦ Ш 0-400-0,1; Штангенциркуль ШЦ І 0-125-0,1; Калібр-пробка $\varnothing 50H7$ , ПР; НЕ

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		36

№ операції	Найменування і зміст операції	Пристрій	Інструмент	
			Ріжучий	Вимірювальний
015	<p><b>Токарна з ЧПК</b></p> <p>1. Підрізати торець в розмір 285 мм.</p> <p>2. Розточити отвір Ø40H7.</p> <p>3. Розточити отвір Ø50 мм на довжину 20 мм.</p> <p>4. Розточити отвір Ø72 мм на довжину 10 мм, витримуючи технічні вимоги - торцеве биття відносно осі отвору, що допускається – 0,03 мм.</p>	Пристрій УСП, палець Ø50H7.	Різець Sandvik Coromant T-Max P Різець Sandvik Coromant Coro Turn 107	Штангенциркуль ШЦ І 125-0,1; Штангенциркуль ШЦ Ш 0-400-0,1; Калібр-пробка Ø40H7, ПР; НЕ.
020	<p><b>Круглошліфувальна</b></p> <p>1. Шліфувати Ø111,6 мм до Ø110,6<sub>-0,03</sub> (технол.), витримуючи технічні вимоги – биття, що допускається – 0,04 мм відносно базової поверхні Г.</p>	Оправка	Круг ПП 450x63x203, 15A40ПСМ1 5K5A1, 35м/с	Мікрометр МК 200-2; Індикатор ИЧ 02 кл.0; Штатив ШМ-ІІН8

№ операції	Найменування і зміст операції	Пристрій	Інструмент	
			Ріжучий	Вимірювальний
025	<b>Багатоцільова</b> 1. Фрезерувати паз $\phi=51^{+0,2}$ на довжину 128 мм, витримуючи розмір 2R12,5 мм, залишаючи перемичку 8 мм від торця (технол.).	Пристрій верстатний	Фреза Sandvik Coromant CoroMill 316	Штангенциркуль ШЦ I 125-0,1
030	<b>Розточна</b> 1. Свердлити отвір $\phi 48$ мм. 2. Зенкерувати отвір $\phi 49,9$ мм. 3. Розвертати отвір $\phi 49,9$ мм начорно. 4. Розвертати отвір $\phi 50Js7$ мм начисто.	Пристрій верстатний	Свердло 2301-0102, P6M5; Зенкер 2405-0012, P6M5; Розвертка 2607-0011, P6M5	Калібр-пробка $\phi 50Js7$
035	<b>Круглошліфувальна</b> 1. Шліфувати $\phi 110,15$ мм начисто ( $\phi 110e8$ ).	Оправка	Круг ПП 450x63x203, 15A40ПСМ1 5K5A1, 35м/с	Мікрометр МК 200-2; Індикатор ИЧ 02 кл.0; Штатив ШМ-ПН8
040	<b>Вертикально-фрезерна</b> 1. Фрезерувати скіс $< 30^{\circ}$ , витримуючи розміри 30,	Лещата 7200-0228	Фреза 2223-0114, P6M5.	Штангенциркуль ШЦ I 125-0,1

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		38

№ операції	Найменування і зміст операції	Пристрій	Інструмент	
			Ріжучий	Вимірювальний
	10.			
045	<b>Горизонтально-фрезерна</b> 1. Фрезерувати перемички, виконуючи паз 52 мм, витримуючи розмір 33 мм.	Лещата 7200-0228	Фреза 2216-0113, Р6М5.	Штангенциркуль ШЦ I 125-0,1
050	<b>Вертикально-свердлувальна</b> 1. Свердлити отвір Ø2,9 мм. 2. Розвертати отвір Ø3Н7. 3. Свердлувати отвір Ø10,8 мм. 4. Цекувати гніздо циліндричне Ø20 мм. 5. Нарізати різьбу М12х1,25-7Н.	Лещата 7200-0228	Свердло 2300-0019, Р6М5; Розвертка 2605-0017, Р6М5; Цеківка Ø20; Мітчик 2620-1519.2	Калібр-пробка Ø3Н7, ПР; НЕ; Пробка 8221-3044, 7Н.
055	<b>Вертикально-свердлувальна</b> 1. Свердлити отвір Ø10,2 мм під різьбу М12-7Н до вихода в отвір Ø50Js7. 2. Нарізати різьбу М12-7Н.	Лещата 7200-0228; Патрон М10-М18-3	Свердло 2300-0061, Р6М5; Мітчик 2620-1519.3	Пробка 8221-3044, 7Н.
060	<b>Вертикально-</b>	Лещата 7200-	Свердло	Калібр-
ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ				
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата
				Арк.
				39

№ операції	Найменування і зміст операції	Пристрій	Інструмент	
			Ріжучий	Вимірювальний
	<b>свердловальна</b> 1. Свердлити отвір Ø7,8 мм. 2. Розвертати отвір Ø8H7. 3. Свердлувати отвір Ø6,7 мм під різьбу М8 на довжину 18 мм.	0228; Патрон М8-М12-2	2300-0080, Р6М5; Розвертка 2605-0017, Р6М5; Свердло 2300-0073, Р6М5; Мітчик 2620-1519.2	пробка Ø8H7, ПР; НЕ; Пробка 8221-3044, 7Н.
<b>065</b>	<b>Протяжна</b> 1. Протягнути паз 10Js9.	Адаптер, наладка	Протяжка шпонкова	Калібр шпонковий 10Js9
<b>070</b>	<b>Круглошліфувальна</b> 1. Шліфувати поверхню Ø110e8.	Оправка	Круг ПП 450x63x203, 15А40ПСМ1 5К5А1, 35м/с	Мікрометр МК 200-2; Індикатор ИЧ 02 кл.0; Штатив ШМ-ПН8

## 2.5 Розрахунок припусків на механічне оброблення

### 2.5.1 Аналітичний розрахунок припусків

ля зручності результати розрахунків надамо у вигляді таблиці 2.5.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		40

Таблиця 2.5 - Карта розрахунку припусків на обробку та граничних розмірів по технологічних переходах  $\varnothing 110e8$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 110e8$	Елементи припуска, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{\min}$ , мкм	Розрахунковий розмір, $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мм	
	R <sub>z</sub>	T	$\rho$	$\epsilon$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}^{zp}$	$2z_{\max}^{zp}$
Заготовка	200	300	234	50	-	112,706	2200	112,7	114,9	-	-
1. Точіння чорнове	63	60	14	80	2·1052	110,602	350	110,6	110,95	2100	3950
2. Точіння чистове	32	30	-	50	2·204	110,194	140	110,2	110,34	400	610
3. Шліфування попереднє	10	20	-	-	2·112	109,97	87	109,97	110,057	230	283
4. Шліфування кінцеве	6,3	12	-	-	2·30	109,91	54	109,91	109,964	60	93
Всього:										2790	4936

Технологічний маршрут обробки поверхні  $\varnothing 110e8$  складається із чорнового, чистового та тонкого точіння та шліфування попереднього та кінцевого.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Знаходимо значення просторової похибки:

$$\rho = l \cdot \frac{\rho_k}{\rho_k^2 + 0,25},$$

де  $\rho_k$  - величина короблення заготовки,  $\rho_k = 1$  мм;

$l$  - довжина заготовки в мм.

$$\rho = 292 \cdot \frac{1}{1 + 0,25} = 233,6 \text{ мкм.}$$

Залишкова величина просторових відхилень:

Після чорнового точіння:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 233,6 = 14 \text{ мкм,}$$

Після наступних переходів величина просторових відхилень настільки мала, що ми нею нехтуємо.

При встановленні заготовки похибка установки з'являється на операції точіння:

Похибка установки при необробленій поверхні становить  $\varepsilon_y = 500$  мкм; при попередньо обробленій поверхні -  $\varepsilon_y = 80$  мкм.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.5.

Визначаємо розрахункові розміри:

$$d_{p3} = 109,91 + 0,06 = 109,97 \text{ мм;}$$

$$d_{p2} = 109,97 + 0,224 = 110,194 \text{ мм;}$$

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$d_{p1} = 110,194 + 0,408 = 110,602 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 110,602 + 2,104 = 112,706 \text{ мм}.$$

Визначаємо найбільші граничні розміри:

$$d_{\max 4} = 109,91 + 0,054 = 109,964 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 109,97 + 0,087 = 110,057 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 110,2 + 0,14 = 110,34 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 112,7 + 2,2 = 114,9 \text{ мм}.$$

Граничні значення припусків:

$$z_{\min 4}^{zp} = 109,97 - 109,91 = 0,06 \text{ мм} = 60 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 3}^{zp} = 110,2 - 109,97 = 0,23 \text{ мм} = 230 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 2}^{zp} = 110,6 - 110,2 = 0,4 \text{ мм} = 400 \text{ мкм};$$

$$z_{\max 4}^{zp} = 110,057 - 109,964 = 0,093 \text{ мм} = 93 \text{ мкм},$$

$$z_{\max 3}^{zp} = 110,34 - 110,057 = 0,283 \text{ мм} = 283 \text{ мкм};$$

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$z_{\max 2}^{zp} = 110,95 - 110,34 = 0,61 \text{ мм} = 610 \text{ мкм};$$

$$z_{\max 1}^{zp} = 114,9 - 110,95 = 3,95 \text{ мм} = 3950 \text{ мкм}.$$

Загальні припуски  $2z_{o \min}$  та  $2z_{o \max}$  визначаємо, сумуючи проміжні.

$$2z_{o \min} = 2100 + 400 + 230 + 60 = 2790 \text{ мкм};$$

$$2z_{o \max} = 3950 + 610 + 283 + 93 = 4936 \text{ мкм}.$$

Перевіримо вірність розрахунків:

$$2z_{i \max} - 2z_{i \min} = \delta_{di-1} - \delta_{di};$$

$$3950 - 2100 = 2200 - 350,$$

$$1850 = 1850.$$

$$2z_{o \max} - 2z_{o \min} = \delta_{заг} - \delta_{дет};$$

$$4936 - 2790 = 2200 - 54,$$

$$2146 = 2146.$$

Розрахунки проведені правильно.

## 2.6.2 Визначення припусків табличним методом

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

На інші поверхні розрахунок припусків представимо в вигляді таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Вибір припусків табличним методом

Поверхня	Розмір	Допуск, мм	Припуск, мм	
			табличний	розрахунковий
Зовнішня циліндрична	Ø110e8	+0,8 -1,4	2 · 5,0	2 · 2,45
Торцева	285h14	0 -1,3	2 · 3,5	-


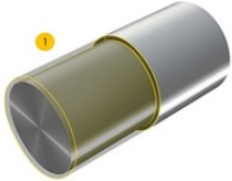




## 2.6 Вибір режимів різання

Результати наведемо у вигляді таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Режими різання


Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$S_{xв}$ , хв	$T_o$ , хв
005	<b>Токарно-гвинторізна</b>							
	1. Підрізати торець $\varnothing 120$ в розмір 291.	50	1,0	1,2	121,5	315	378	0,13
	2. Точити $\varnothing 120$ до $\varnothing 115$ до кулачків.	230	2,5	0,6	110	250	150	1,51
	3. Свердлити отвір $\varnothing 30$ ( $\varnothing 40H7$ ) на довжину 92,5 мм.	92,5	15	0,4	21	200	80	1,15
	Переустановити.							
	1. Підрізати торець $\varnothing 120$ в розмір 290.	50	1,0	1,2	121,5	315	378	0,13
	2. Точити $\varnothing 120$ до $\varnothing 115$ на остатку.							
	3. Свердлити отвір $\varnothing 30$ ( $\varnothing 40H7$ ) на довжину 197,5 мм.	65	2,5	0,6	110	250	150	0,43
		198	20	0,3	17	125	37,5	5,28

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ ,	$t$ ,	$S$ ,	$V$ ,	$n$ ,	$S_{xв}$	$T_o$
		ММ	ММ	ММ/об	М/ХВ	об/ХВ	ХВ	ХВ
010	<b>Токарна з ЧПК</b> 1. Точити $\varnothing 115$ до $\varnothing 111,6$ до кулачків.	230	1,7	0,707	279	4000	197	0,2184

	<p>ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ</p> 	<p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p> 
	<p><b>T-Max P</b></p> <p> DSDNN 2020K 12 Инструмент</p> <p> SNMG 12 04 16-PR 4425 Пластина</p> <p>Rectangular shank -metric: 20 x 20</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS      Rectangular shank -metric: 20 x 20</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC      56.6 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF      00:21.840 мин:с</p> <p><a href="#">Save for later</a></p>	<p><b>ШАГИ</b> 1</p> <p>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</p> <p>Скорость резания VC      279 m/min</p> <p>Подача на оборот FN      0.707 mm</p> <p>Число проходов в направлении AP NORAP      1</p> <p>Глубина резания AP      2 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC       9.52 g</p> <p>Work per component WPC       0.133 kWh</p>


2. Підрізати торець в розмір 288,5. $\varnothing 146$ мм.	43	1,5	0,5	279	4000	139	0,2688
---	----	-----	-----	-----	------	-----	--------

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$L$ , ММ	$t$ , ММ	$S$ , ММ/об	$V$ , М/ХВ	$n$ , об/ХВ	$S_{хв}$ , ХВ

		<p>ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ, ТОЛЬКО ПОДРЕЗКА ТОРЦА / СМЕННАЯ</p> <p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>T-Max P</b></p> <p> DCLNR 2525M 19 Инструмент</p> <p> CNMG 19 06 16-PR 4425 Пластина</p> <p>Rectangular shank - metric: 25 x 25</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC 47.1 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF 00:26.880 мин:с</p> <p>Save for later</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>ШАГИ</b> 1</p> <p>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</p> <p>Скорость резания VC 279 m/min</p> <p>Подача на оборот FN 0.5 mm</p> <p>Число проходов в направлении AP НОРАР 6</p> <p>Глубина резания AP 5.67 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC 18.7 g</p> <p>Work per component WPC 0.274 kWh</p> </div> </div>					
--	--	---	--	--	--	--	--


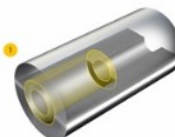
	3. Розточити отвір $\varnothing 38,5^{+0,2}$ ( $\varnothing 40H7$ ) напрохід.	93	4,25	0,338	334	3230	1092	0,3306
--	---	----	------	-------	-----	------	------	--------

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$S_{хв}$ , хв

		<p>ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ</p> <p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>CoroTurn 107</b></p> <p>A20S-SDXCR 11 Инструмент</p> <p>DCMT 11 T3 12-PR 4425 Пластина</p> <p>Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 20</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC 395 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF 00:03.306 мин:с</p> <p>Save for later</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>ШАГИ 1</p> <p>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</p> <p>Скорость резания VC 334 m/min</p> <p>Подача на оборот FN 0.338 mm</p> <p>Число проходов в направлении АР NORAP 3</p> <p>Глубина резания АР 1.42 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC 0.894 g</p> <p>Work per component WPC 0.0131 kWh</p> </div> </div>					
--	--	---	--	--	--	--	--


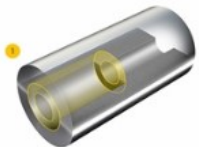


4. Розточити отвір Ø72x10.	17	10	0,373	314	1300	485	0,96
-------------------------------	----	----	-------	-----	------	-----	------

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$S_{хв}$ , хв

		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>CoroTurn 107</b></p> <p>A25T-SSKCR 12 Инструмент</p> <p>SCMT 12 04 12-PR 4425 Пластина</p> <p>Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 25</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC 130 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF 00:09.600 мин:с</p> <p>Save for later</p> <p>Создайте инструментальную сборку</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>ШАГИ 1</b></p> <p>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</p> <p>Скорость резания VC 314 m/min</p> <p>Подача на оборот FN 0.373 mm</p> <p>Число проходов в направлении AP NORAP 4</p> <p>Глубина резания AP 2.5 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC 3.42 g</p> <p>Work per component WPC 0.0501 kWh</p> </div> </div>					
--	--	---	--	--	--	--	--


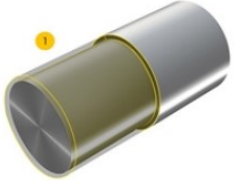


5. Розточити отвір Ø50x11.	6	11	0,373	314	2220	828	0,1026
----------------------------	---	----	-------	-----	------	-----	--------

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$L$ , ММ	$t$ , ММ	$S$ , ММ/об	$V$ , М/ХВ	$n$ , об/ХВ	$S_{хв}$ , ХВ

		<p>ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ</p> 	<p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p> 
		<p><b>CoroTurn 107</b></p> <p> A25T-SSKCR 12 Инструмент</p> <p> SCMT 12 04 12-PR 4425 Пластина</p> <p>Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 25</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 25</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC 1310 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF 00:01.026 мин:с</p> <p>Save for later</p> <p>Создайте инструментальную сборку</p>	<p><b>ШАГИ</b> 1</p> <p>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</p> <p>Скорость резания VC 314 m/min</p> <p>Подача на оборот FN 0.373 mm</p> <p>Число проходов в направлении AP NORAP 2</p> <p>Глубина резания AP 2.5 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC 0.366 g</p> <p>Work per component WPC 0.00536 kWh</p>

	Переустановити. 1. Точити Ø115 до Ø111,6 на остатку.	60	1,7	0,707	279	4000	197	0,2184
--	---	----	-----	-------	-----	------	-----	--------


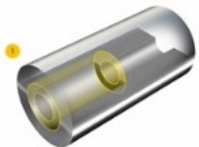
Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$L$ , ММ	$t$ , ММ	$S$ , ММ/об	$V$ , М/ХВ	$n$ , об/ХВ	$S_{хв}$ , ХВ

		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>T-Max P</b></p> <p> DSDNN 2020K 12 Инструмент</p> <p> SNMG 12 04 16-PR 4425 Пластина</p> <p>Rectangular shank -metric: 20 x 20</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC 56.6 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF 00:21.840 мин:с</p> <p><a href="#">Save for later</a></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p><b>ШАГИ</b> 1</p> <p>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</p> <p>Скорость резания VC 279 m/min</p> <p>Подача на оборот FN 0.707 mm</p> <p>Число проходов в направлении АР НОРАР 1</p> <p>Глубина резания АР 2 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC 9.52 g</p> <p>Work per component WPC 0.133 kWh</p> </div> </div>					
--	--	---	--	--	--	--	--

	2. Підрізати торець в розмір 286.	49,5	2,5	0,5	279	4000	139	0,2688
--	-----------------------------------	------	-----	-----	-----	------	-----	--------

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ , ММ	$t$ , ММ	$S$ , ММ/об	$V$ , М/ХВ	$n$ , об/ХВ	$S_{хв}$ , ХВ	$T_o$ , ХВ
		<p>ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ, ТОЛЬКО ПОДРЕЗКА ТОРЦА / СМЕННАЯ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p>						
	3. Розточити отвір Ø40 до Ø50H7 на довжині 20 мм (технологічно), далі - Ø50H14, витримавши розмір 91 мм.	198	5	0,373	314	2220	828	0,1026


Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$S_{хв}$ , хв

		<p>ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ</p> 	<p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p> 
		<p>CoroTurn 107</p> <p>A25T-SSKCR 12 Инструмент</p> <p>SCMT 12 04 12-PR 4425 Пластина</p> <p>Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 25</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC 1310 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF 00:01.026 мин:с</p> <p>Save for later</p> <p>Создайте инструментальную сборку</p>	<p>ШАГИ 1</p> <p>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</p> <p>Скорость резания VC 314 m/min</p> <p>Подача на оборот FN 0.373 mm</p> <p>Число проходов в направлении AP NORAP 2</p> <p>Глубина резания AP 2.5 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC 0.366 g</p> <p>Work per component WPC 0.00536 kWh</p>

4. Точити канавку $\phi=3^{+0,1}$ мм, витримавши діаметр 146 мм.	5	3	0,56	303	956	535	0,1050
---	---	---	------	-----	-----	-----	--------

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$S_{хв}$ , хв	$T_o$ , хв

СЛОЖНОПРОФИЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ      TURNING EXTERNAL NON-LINEAR / СМЕННАЯ      РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ




175 HB  
P2.1.Z.AN

Токарный станок 03 - Средний (патрон 6-12")  
25 kW, 4000 1/min

Обрабатываемый диаметр DMS: 110 mm  
Обработанный диаметр DME: 101 mm  
Обрабатываемая длина LM: 3 mm  
Шероховатость Ra в продольном направлении RRA:

Еще...



CoroTurn 107

QS-SRDCN-202025-10XC  
Инструмент

RCMT 10 T3 MP-H7 4425  
Пластина

Rectangular shank - metric: 20 x 20


Интерфейс со стороны станка ADINTMS

Стойкость, дет. TLFEC: 1140 Поверхности

Время обработки на элемент TMF: 00:01.050 мин:с

Save for later

Создайте инструментальную сборку



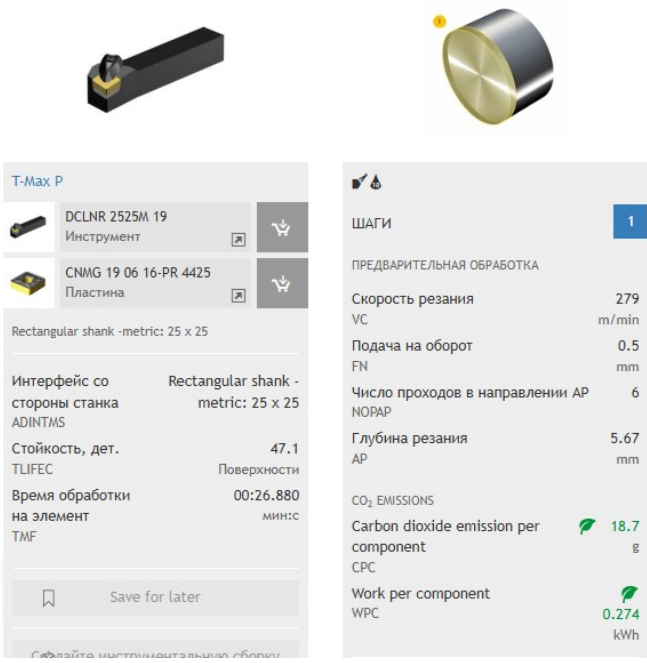
ШАГИ 1

PREMACHINING (NON-LINEAR)


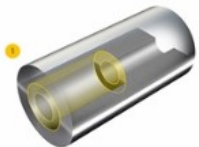


Скорость резания VC: 303 m/min  
Мах толщина стружки HEX: 0.4 mm  
Глубина резания AP: 1.5 mm  
Подача на оборот FN: 0.56 mm

CO<sub>2</sub> EMISSIONS  
Carbon dioxide emission per component CPC: 0.367 g  
Work per component WPC: 0.00537 kWh

015	<b>Токарна з ЧПК</b> 1. Підрізати торець в розмір 285 мм.	285	1,0	0,5	279	4000	139	0,2688
-----	--	-----	-----	-----	-----	------	-----	--------


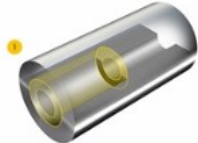
Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ , ММ	$t$ , ММ	$S$ , ММ/об	$V$ , М/ХВ	$n$ , об/ХВ	$S_{хв}$ , ХВ	$T_o$ , ХВ
		<p>ТОЧЕНИЕ НАРУЖНОЕ, ТОЛЬКО ПОДРЕЗКА ТОРЦА / СМЕННАЯ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p> 						
	2. Розточити отвір Ø40H7.	65	0,5	0,373	314	2220	828	0,1026

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання					
		$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$S_{хв}$ , хв

		<p>ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ</p>  <p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p><b>CoroTurn 107</b></p> <p> A25T-SSKCR 12 Инструмент</p> <p> SCMT 12 04 12-PR 4425 Пластина</p> <p>Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 25</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 25</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC 1310 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF 00:01.026 мин:с</p> <p>Save for later</p> <p>Создайте инструментальную сборку</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p><b>ШАГИ</b> 1</p> <p>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</p> <p>Скорость резания VC 314 m/min</p> <p>Подача на оборот FN 0.373 mm</p> <p>Число проходов в направлении AP NORAP 2</p> <p>Глубина резания AP 2.5 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC 0.366 g</p> <p>Work per component WPC 0.00536 kWh</p> </div> </div>
--	--	---

3. Розточити отвір Ø50 мм на довжину 20 мм.	20	5	0,373	314	2220	828	0,1026
---	----	---	-------	-----	------	-----	--------

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$S_{хв}$ , хв	$T_o$ , хв
	4. Розточити отвір $\varnothing 72$ мм на довжину 10 мм, витримуючи технічні вимоги - торцеве биття відносно осі отвору, що допускається – 0,03 мм.	10	11	0,373	314	2220	828	0,1026

		<p>ТОЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕЕ ТОЛЬКО ПРОДОЛЬНОЕ / СМЕННАЯ</p> 	<p>РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ</p> 
		<p><b>CoroTurn 107</b></p> <p>A25T-SSKCR 12 Инструмент</p> <p>SCMT 12 04 12-PR 4425 Пластина</p> <p>Cylindrical shank w/ 3 flats -metric: 25</p> <p>Интерфейс со стороны станка ADINTMS</p> <p>Стойкость, дет. TLIFEC 1310 Поверхности</p> <p>Время обработки на элемент TMF 00:01.026 мин:с</p> <p>Save for later</p> <p>Создайте инструментальную сборку</p>	<p>ШАГИ 1</p> <p>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА</p> <p>Скорость резания VC 314 m/min</p> <p>Подача на оборот FN 0.373 mm</p> <p>Число проходов в направлении AP NORAP 2</p> <p>Глубина резания AP 2.5 mm</p> <p>CO<sub>2</sub> EMISSIONS</p> <p>Carbon dioxide emission per component CPC 0.366 g</p> <p>Work per component WPC 0.00536 kWh</p>

Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ

Арк.


58

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$S_{хв}$ , хв	$T_o$ , хв
020	<p><b>Круглошліфувальна</b></p> <p>1. Шліфувати <math>\varnothing 111,6</math> мм до <math>\varnothing 110,6_{-0,03}</math> (технол.), витримуючи технічні вимоги – биття, що допускається – 0,04 мм відносно базової поверхні Г.</p>	300	0,5	$V_{кр} = 26$ м/с	$V_{\delta} = 20$ м/с	60	0,85	1,91
025	<p><b>Багатоцільова</b></p> <p>1. Фрезерувати паз <math>\varphi = 51^{+0,2}</math> на довжину 128 мм, витримуючи розмір 2R12,5 мм, залишаючи перемичку 8 мм від торця (технол.).</p>	400	12,5	0,901 мм/зуб	161	3220	17407	2,39

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		59

Номер операции	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ ,	$t$ ,	$S$ ,	$V$ ,	$n$ ,	$S_{xв}$	$T_o$
		ММ	ММ	ММ/об	М/ХВ	об/ХВ	ХВ	ХВ

КРИВОЛИНЕЙНЫЙ ПАЗ С ОТКРЫТЫМ КОНЦОМ



Универсальный обрабатывающий центр


28 kW, 18000 1/min

Черновая обработка

Глубина элемента обработки DEPTH	51 mm
Ширина WIDTH	51 mm
Длина LENGTH	128 mm
Радиус RADIUS	12.5 mm
Минимальный радиус уступа криволинейного паза RMINCONTOURINTERNAL	8 mm
Мак радиус при вершине REX	mm

Еще...

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПАЗОВ КОНЦЕВОЙ ФРЕЗОЙ / ЦЕЛЬНАЯ ГОЛОВКА



CoroMill 316

A316-16FM850-06208L 1730  
Инструмент

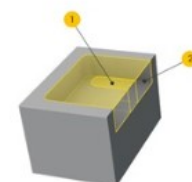
AE16-A16-SS-030  
Корпус

Диаметр резания DC	15.875 mm
Мак глубина резания АРМХ	8.5 mm
Стойкость, дет. TLIFEC	7.58 Поверхности
Время обработки на элемент TMF	02:39.000 мин:с

Save for later

Создайте инструментальную сборку

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ



ШАГИ 1 2

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА, 1-Е ВРЕЗАНИЕ

Скорость резания VC	161 m/min
Подача на зуб FZ	0.0901 mm
CO <sub>2</sub> EMISSIONS	
Carbon dioxide emission per component CPC	42.5 g
Work per component WPC	0.623 kWh

Показать подробности

Информация

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L,$	$t,$	$S,$	$V,$	$n,$	$S_{xв}$	$T_o$
		мм	мм	мм/об	м/хв	об/хв	хв	хв
<b>030</b>	Розточна 1. Свердлити отвір Ø48 мм.	85	24	0,15	37,7	250	37,5	2,26
	2. Зенкерувати отвір Ø49,9 мм.	85	0,95	0,25	49,4	315	78,8	1,07
	3. Розвертати отвір Ø49,9 мм начорно.	85	0,035	2,0	2,0	12,5	25	3,4
	4. Розвертати отвір Ø50Js7 мм начисто.	85	0,015	2,0	2,0	12,5	25	3,4
<b>035</b>	Круглошліфувальна а 1. Шліфувати Ø110,15 мм начисто (Ø110e8).	300	0,225	$V_{кр} = 26$ м/с	$V_o = 20$ м/с	80	0,65	0,89
<b>040</b>	Вертикально-фрезерна 1. Фрезерувати скіс <math>30^0</math>, витримуючи розміри 30, 10.	70	15	0,4	25	250	100	0,7

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		61

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ ,	$t$ ,	$S$ ,	$V$ ,	$n$ ,	$S_{xв}$	$T_o$
		мм	мм	мм/об	м/хв	об/хв	хв	хв
<b>045</b>	Горизонтально-фрезерна 1. Фрезерувати перемички, виконуючи паз 52 мм, витримуючи розмір 33 мм.	200	33	1,2	18	50	60	6,67
<b>050</b>	<b>Вертикально-свердлувальна</b> 1. Свердлити отвір Ø2,9 мм. 2. Розвертати отвір Ø3Н7. 3. Свердлувати отвір Ø10,8 мм. 4. Цекувати гніздо циліндричне Ø20 мм. 5. Нарізати різьбу М12х1,25-7Н.	12	1,45	0,12	10	1000	120	0,1
		12	0,05	1,2	2	180	216	0,06
		40	5,4	0,3	8,5	250	75	0,53
		15	4,6	0,2	11,3	180	36	0,42
		25	1,25	1,25	11	180	225	0,22

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ ,	$t$ ,	$S$ ,	$V$ ,	$n$ ,	$S_{xв}$	$T_o$
		мм	мм	мм/об	м/хв	об/хв	хв	хв
055	<b>Вертикально-свердлувальна</b>							
	1. Свердлити отвір Ø10,2 мм під різьбу М12-7Н до вихода в отвір Ø50Js7.	53	5,1	0,25	20,2	630	157,5	0,34
	2. Нарізати різьбу М12-7Н.	55	1,75	1,75	7,5	180	350	0,31
060	<b>Вертикально-свердлувальна</b>							
	1. Свердлити отвір Ø7,8 мм.	10	3,9	0,2	4,4	180	36	0,27
	2. Розвертати отвір Ø8Н7.	10	0,1	0,1	4,0	180	18	0,55
	3. Свердлувати отвір Ø6,7 мм під різьбу М8 на довжину 18 мм.	22	3,35	0,15	3,8	180	27	0,81
	4. Нарізати різьбу М8.	18	1,25	1,25	3,1	125	156,3	0,12

Номер операції	Назва і зміст операції	Режим різання						
		$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$V$ , м/хв	$n$ , об/хв	$S_{хв}$ , хв	$T_o$ , хв
<b>065</b>	<b>Протяжна</b> 1. Протягнути паз 10Js9.	65	0,05	-	8	-	-	0,2
<b>075</b>	<b>Круглошліфувальн а</b> 1. Шліфувати поверхню $\varnothing 110e8$ .	300	0,075	$V_{кр} = 26$ м/с	$V_o = 20$ м/с	120	0,4	1,54

## 2.7 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій

Технічні норми часу проведемо згідно з методикою розрахунково – аналітичного методу для умов серійного виробництва, а результати наведемо у вигляді таблиці 2.8.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 - Зведена відомість норм штучно – калькуляційного часу по операціях

Номер операції	Назва операції	$T_o$ , Х В	$T_{доп}$			$T_{оп}$ ХВ	$T_{об}$		$T_{відп}$ ХВ	$T_{шт}$ ХВ	$T_{п.з.}$ ХВ	$T_{шт.к.}$ ХВ
			$t_{в.з}$	$t_{кер}$	$t_{вим}$		$T_{тех}$	$T_{орг}$				
			ХВ	ХВ	ХВ		ХВ	ХВ				
005	Токарна	8,63	0,46	0,34	0,19	9,62	0,345	0,462	0,673	11,1	25	11,35
010	Токарна з ЧПК	8,810	0,46	0,34	0,19	9,8	0,206	0,431	0,686	11,12	16	11,28
015	Токарна з ЧПК	1,03	0,42	0,68	0,27	2,4	0,108	0,106	0,168	2,78	16	2,94
020	Круглошліфу вальна	1,91	0,24	0,46	0,19	2,8	0,201	0,123	0,196	3,32	16	3,48
025	Вертикально-фрезерна	16,4	0,16	0,08	0,11	16,75	0,9	0,737	0,173	19,56	16	19,72
030	Токарна з ЧПК	10,13	0,12	0,08	0,09	10,42	0,22	0,146	0,729	11,51	16	11,68
035	Круглошліфу вальна	0,89	0,46	0,54	0,19	2,08	0,02	0,029	0,146	2,27	16	2,43
040	Вертикальн о-фрезерна	0,7	0,42	0,38	0,21	1,71	0,015	0,024	0,127	1,87	19	2,06

Номер операції	Назва операції	$T_o$ , Х В	$T_{дон}$			$T_{оп}$ ХВ	$T_{об}$		$T_{відп}$ ХВ	$T_{шт}$ ХВ	$T_{п.з.}$ ХВ	$T_{шт.к.}$ ХВ
			$t_{в.з}$	$t_{кер}$	$t_{вим}$		$T_{тех}$	$T_{орг}$				
			ХВ	ХВ	ХВ		ХВ	ХВ				
045	<i>Горизонталь но-фрезерна</i>	6,67	0,12	0,08	0,11	6,98	0,145	0,098	0,49	7,71	16	7,87
050	<i>Вертикаль но- свердлувал.</i>	1,33	0,26	0,24	0,19	2,02	0,051	0,053	0,14	2,26	16	2,43
055	<i>Вертикаль но- свердлувал.</i>	0,65	0,42	0,58	0,19	1,84	0,018	0,033	0,123	2,02	20	2,22
060	<i>Вертикальн о- свердлувал.</i>	1,750	0,46	0,38	0,19	2,78	0,049	0,078	0,195	3,10	20	3,30
065	<i>Протяжна</i>	0,2	0,54	0,14	0,19	1,07	0,004	0,026	0,075	1,17	8	1,25
070	<i>Круглошліф увальна</i>	1,54	0,42	0,38	0,19	2,53	0,033	0,061	0,178	2,80	8	2,88
<i>Сумарний час технологічного процесу:</i>												84,90

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ							Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата								66

## 2.8 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

В розробленому технологічному процесі паз  $\varnothing=51^{+0,2}$ , 2R12,5 на довжині 128 мм, фрезується на вертикальному обробному центрі AVIA серії X-5 (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 - Універсальний 5-ти координатний обробний центр

AVIA X-5 1300/630

Керуюча програму для операції 025 «Багатоцільова» в додатку В.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для закріплення деталі при точінні зовнішнього діаметра

#### 3.1.1 Принцип роботи пристрою

Пристрій складається із корпусу, штока, важелів та кулачків. Обертаючий пневматичний циліндр служить приводом патрона. В нього подається стисле повітря. Це дає змогу переміщувати важелі, які посувають в напрямних кулачки. Кулачки, таким чином, затискають заготовку. При подачі стислого повітря в іншу порожнину пневматичного циліндра, шток рухається в зворотному напрямку і заготовка розтискається.

Технічні умови на пристрій:

1. Співвісність поверхонь кулачків та осі штоку не більше 0,01 мм.
2. Хід штоку 15 мм.
3. Допустиме значення взаємної неперпендикулярності поверхонь кулачків не більше 0,02 мм.

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

Схема базування заготовки при точінні зовнішнього діаметра заготовки наведена на рис. 3.1.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

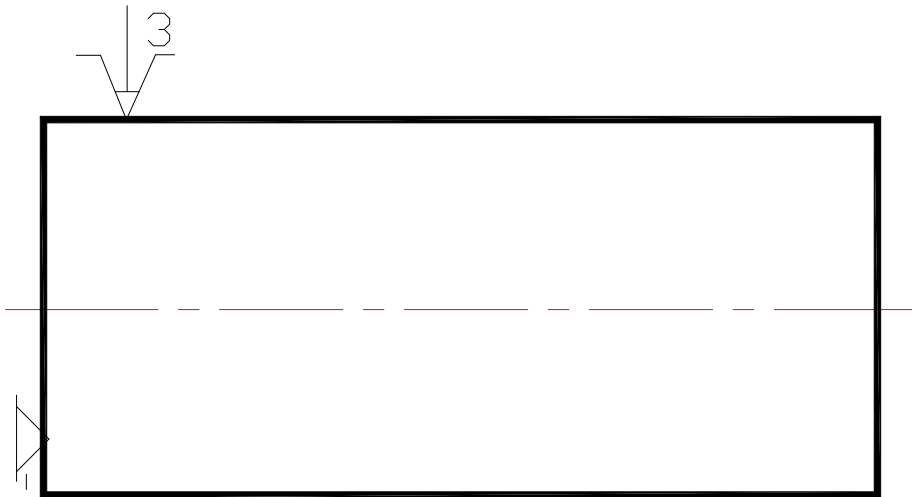


Рисунок 3.1 Схема базування деталі

### 3.1.3 Вибір установчих елементів пристрою

В якості установчих елементів вибираємо кулачки. Конструкція кулачка зображена на рис. 3.2.

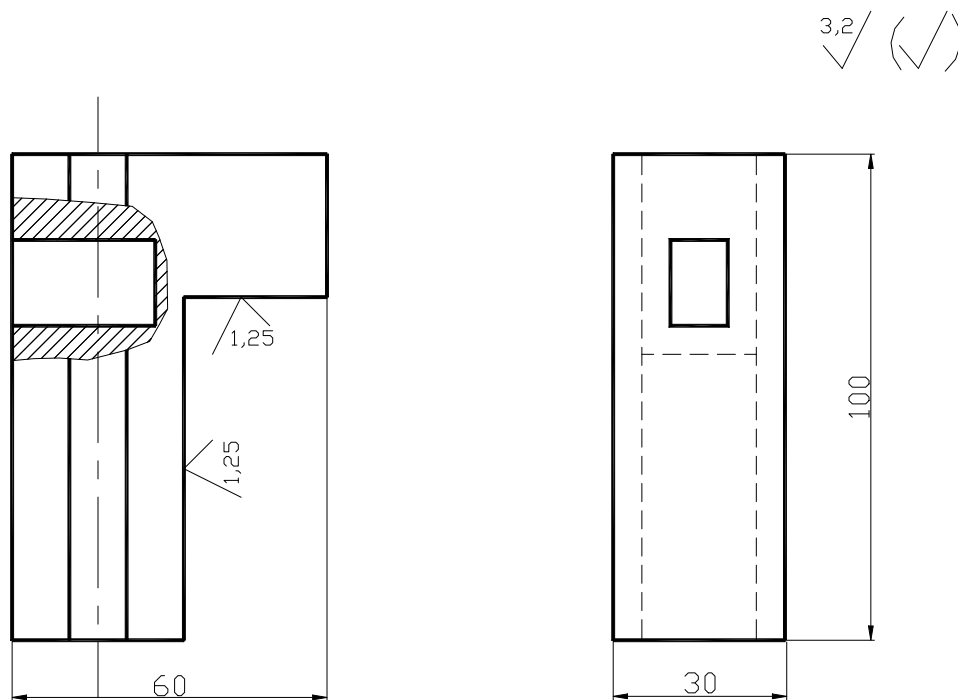


Рисунок 3.2 Ескіз кулачка

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		69

### 3.1.4 Розрахунок пристрою на точність

Похибка обробки при виконанні даної операції не повинна перевищувати поле допуску на одержання розміру.

Допустима сумарна похибка пристрою:

$$\varepsilon_{np}^{\delta} = \delta - k \omega = 0,2 - 1,0 \cdot 0,06 = 0,14 \text{ мм,}$$

де  $\delta=0,2$  мм – допуск на розмір;

$k=1,0$  – коефіцієнт точності оброблення;

$\omega=0,06$  – коефіцієнт економічної точності оброблення.

Похибка установки заготовки на даному пристрої:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{n.z.}^2},$$

де  $\varepsilon_{\delta}$  – похибка базування. В даному випадку  $\varepsilon_{\delta} = 0$ , це обумовлено конструкцією пристрою і тим, що вимірювальна база співпадає з установчою базою;

$\varepsilon_3$  - похибка закріплення, в даному випадку  $\varepsilon_3=0$ , оскільки застосовується пневматичний привід;

$\varepsilon_{n.z.}$  - похибка положення заготовки.

Похибка положення заготовки в пристрої:

$$\varepsilon_{n.z.} = \sqrt{\varepsilon_{op.e}^2 + \varepsilon_{zn}^2 + \varepsilon_{op.np}^2},$$

де  $\varepsilon_{op.e} = 0$  - похибка орієнтації базових елементів;

$\varepsilon_{zn}$  - похибка зношування базових елементів;

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

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

Похибка зношення базових елементів:

$$\varepsilon_{зн} = \left( \frac{P}{9,8} \right)^{0,5},$$

де  $P$  - складова сили різання, в напрямку якої визначають зміщення, Н;

$P = 4373$  Н – визначена в розділі 2.

$$\varepsilon_{зн} = \left( \frac{4373}{9,8} \right)^{0,5} = 21 \text{ мкм}.$$

Похибка орієнтації пристрою на верстаті:

$$\varepsilon_{ор.пр} = 0,01 \dots 0,02 \text{ мм}.$$

Отже похибка положення заготовки в пристрої:

$$\varepsilon_{н.з.} = \sqrt{0^2 + 0,021^2 + 0,02^2} = 0,03 \text{ мм}.$$

Розрахуємо фактичну похибку пристрою:

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{н.з.}^2} = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,03^2} = 0,03 \text{ мм}$$

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

$$\varepsilon_{пр} < \varepsilon_{пр}^{\delta}. \quad (0,03 < 0,14).$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3.1.5 Розроблення схеми закріплення деталі

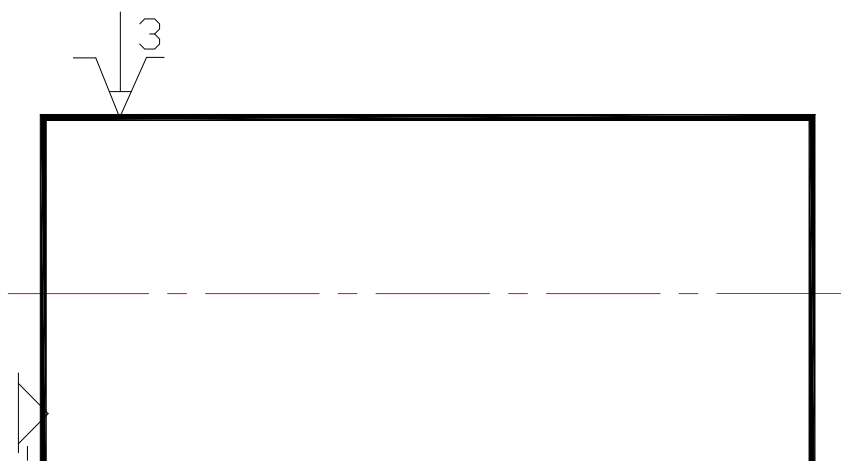


Рисунок 3.3 Схема закріплення деталі

### 3.1.6 Розрахунок сил закріплення деталі

Для розрахунку сили закріплення складаємо схему прикладання сил закріплення та різання.

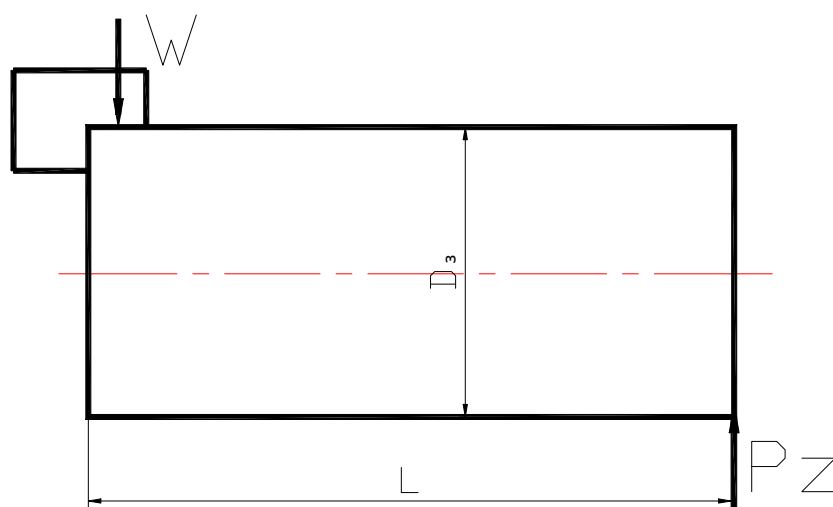


Рисунок 3.4 Схема дії сил на заготовку

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Необхідна сила затискання на кожному кулачку визначається за формулою:

$$W = P_z \cdot \frac{\sin \alpha / 2 \cdot D_1}{n \cdot f \cdot D_3} \cdot K,$$

де  $P_z$  - сила різання,  $P_z = 4373$  Н;

$\alpha$  - кут призми кулачка,  $\alpha = 90^\circ$ ;

$D_1$  - діаметр поверхні, що обробляється,  $D_1 = 120$  мм;

$f$  - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях кулачків (з кільцевими канавками),

$f = 0,35$  ;

$n$  - кількість кулачків,  $n = 3$ ;

$D_3$  - діаметр поверхні, яка сприймає силу затискання,  $D_3 = 120$  мм;

$K$  - коефіцієнт запасу, який для конкретних умов визначається за формулою:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

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

$K_1$  - коефіцієнт стану поверхні заготовки (для необробленої заготовки  $K_1 = 1,2$ );

$K_2$  - коефіцієнт збільшення сили різання від затуплення інструменту, приймаємо

$K_2 = 1$ ;

$K_3$  - коефіцієнт збільшення сили різання при перервному різанні, приймаємо  $K_3 = 1$ ;

$K_4$  - коефіцієнт постійності сили затиску, для пневматичних пристроїв  $K_4 = 1,0$ .

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

Отже, необхідна сила затискання на одному кулачку становить:

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

$$W = 4373 \cdot \frac{\sin 90^\circ / 2 \cdot 120}{3 \cdot 0,35 \cdot 120} \cdot 1,8 = 7497 \text{ Н} .$$

### 3.1.7 Розрахунок приводу пристрою

Схема затискного механізму наведена на рис. 3.5.

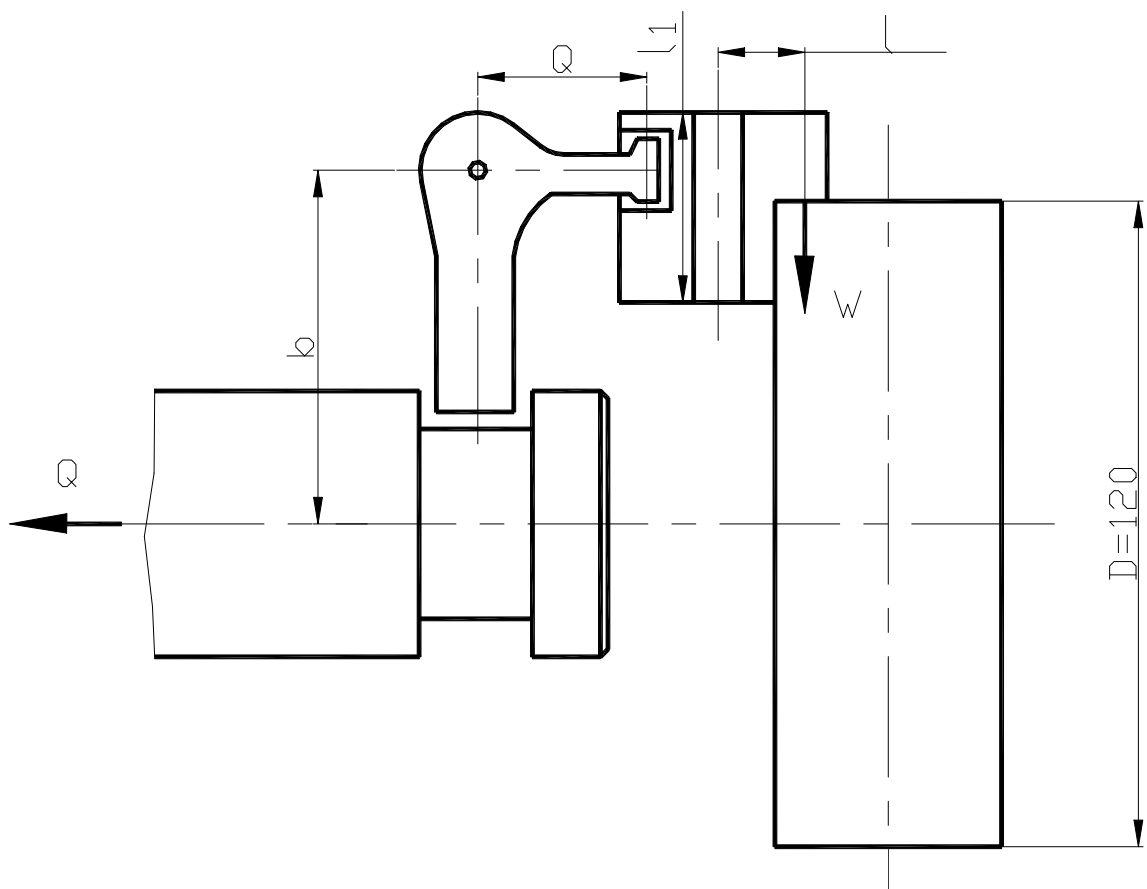


Рисунок 3.5 Схема затискного механізму

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Визначаємо силу  $Q$  привода для затискання заготовки, тобто силу, що передається штоком пневматичного циліндра:

$$Q = W \cdot n \cdot K' \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot l}{l_1} \cdot f_1 \right) \cdot \frac{a}{b},$$

де  $W$  - сила затискання на кожному кулачку, Н;

$n$  - кількість кулачків;

$K' = 1,05$  - коефіцієнт додаткових сил тертя в патроні;

$l$  - довжина вильоту кулачка від його опори до центра прикладання сили затискання, конструктивно  $l = 60$  мм;

$l_1$  - довжина напрямної частини кулачка (при затискання заготовки діаметром 120 мм в патроні із зовнішнім діаметром 250 мм  $l_1 = 65$  мм);

$f_1$  - коефіцієнт тертя у напрямних кулачка;

$a, b$  - плечі важеля приводу до осі штока (конструктивно  $a = 20$  мм,  $b = 100$  мм).

Отже:

$$Q = 7497 \cdot 3 \cdot 1,05 \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot 60}{65} \cdot 0,1 \right) \cdot \frac{20}{100} = 6000 \text{ Н}.$$

Сила, що передається штоком в пневматичних циліндрах визначається за формулою:

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

де  $Q$  - сила затискання, Н;

$D$  - діаметр циліндра, мм;

$P$  - тиск стислого повітря в пневмережі,  $P = 0,4$  МПа;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії,  $\eta = 0,85$ .

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Оскільки значення сили відомо, визначаємо діаметр поршня циліндра та вибираємо найближчий більший стандартний розмір пневматичного обертаючого циліндра за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,75}} = 176 \text{ мм.}$$

Приймаємо із нормального ряду  $D = 200$  мм.

### 3.1.8 Розрахунок деталей пристрою на міцність

Проведемо розрахунок діаметра різьби штока пневматичного циліндра.

Умова міцності на зрізання:

$$\tau = \frac{P}{\pi \cdot d_1 \cdot \kappa \cdot H \cdot \kappa_M} \leq [\tau_{зр}],$$

де  $P$  - осьова сила, Н;

$d_1$  - діаметр зрізу витків гвинта, мм;

$\kappa$  - коефіцієнт повноти різьби,  $\kappa \approx 0,87$ ;

$H$  - довжина різьби, що знаходиться у контакті, мм;

$[\tau_{зр}]$  - допустиме напруження на зріз,  $[\tau_{зр}] = 50 \dots 75$  МПа.

$$\tau = \frac{6000}{3,14 \cdot 27 \cdot 0,87 \cdot 25 \cdot 1} = 32,5 \text{ МПа} \leq [\tau_{зр}]$$

Можна зробити висновок, що діаметр різьби вибрано правильно, оскільки забезпечується умова:

$$\tau \leq [\tau_{зр}],$$

$$32,5 \leq 50 .$$

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

### 3.2 Проектування контрольно – вимірювального пристрою

#### 3.2.1 Розроблення схеми вимірювання

За технічними вимогами кресленника необхідно контролювати відхилення від круглості зовнішньої циліндричної поверхні  $\varnothing 110e8$ .

Схема вимірювання деталі наведена на рис. 3.6.

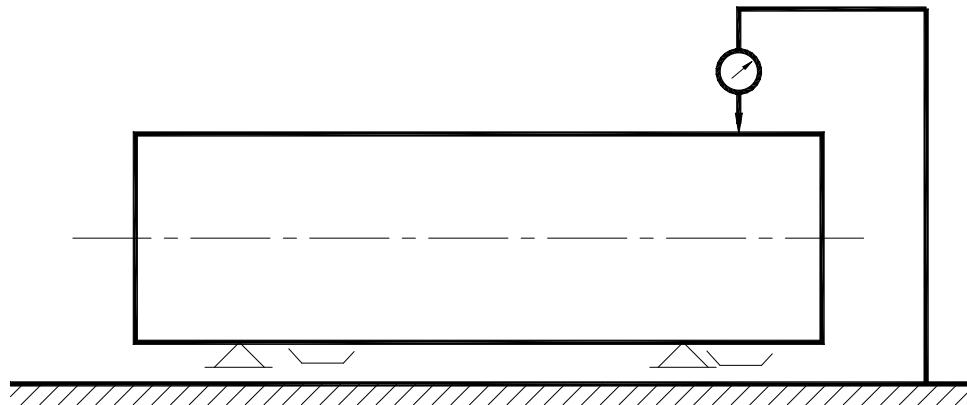


Рисунок 3.6 Схема вимірювання круглості поверхні

#### 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.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Похибку розмірного налагодження виносимо з-під кореня та вилучаємо із сумарної похибки із тих міркувань, що ця похибка є систематичною величиною.

Аналогічно вилучаємо похибку розмірного спрацювання, оскільки величина її досить незначна внаслідок того, що зусилля притискання щупів до контрольованих поверхонь є достатньо малими.

Отже, сумарна похибка контрольно-вимірювального пристрою:

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

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 перерахованих похибок.

Дві останні складові похибки також вилучаємо із розрахунків з міркувань, що  $\varepsilon_{np}$  є величиною систематичною, її можна компенсувати за допомогою еталонних мір. Похибка закріплення  $\varepsilon_3$  також вилучається, оскільки закріплення проводиться в таких пристроях за допомогою механізмів із незначними зусиллями затискання.

Враховуючи вищесказане, сумарна похибка контрольно-вимірювального пристрою розраховується за формулою:

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

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

$T$  - допуск на розмір, що контролюється, згідно завдання  $T = 0,03$  мм.

Похибка базування  $\varepsilon_{\delta} = 0$ .

Перевірка можливості контролювання спроектованим пристроєм. Якщо виконується умова  $\varepsilon = \varepsilon_{\delta} < \varepsilon_{np}^{\delta}$ , то пристрій спроектовано вірно.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

Умова виконується:  $0 < 2,5 \cdot 0,03$  ,  $0 < 0,075$  .

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз безпечності спроектованого технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення деталі «повзун» має перелік факторів, які впливають як на безпеку виконання цього процесу так і на навколишнє середовище. Для оцінювання безпечності та екологічності технологічного процесу в Україні запроваджено методика, викладену у національному стандарті ДСТУ EN ISO 13849-1:2018 «Безпека машин. Деталі систем управління, пов'язані з забезпеченням безпеки. Частина 1. Загальні принципи проектування» (EN ISO 13849-1:2015, IDT; ISO 13849-1:2015, IDT) [4].

Для аналізування безпечності спроектованого технологічного процесу розробимо технологічний паспорт об'єкту (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Технологічний паспорт об'єкту

№	Технологічна операція	Найменування посади робітника, що виконує операцію	Обладнання	Матеріали, речовини
1	Токарна	Токар	Токарно-гвинторізний 16К20	Метал, МОР
2	Токарна з ЧПК	Оператор верстата з ЧПК	Токарний з ЧПК HAAS TL-1	Метал, МОР
3	Токарна з ЧПК	Оператор верстата з ЧПК	Токарний з ЧПК HAAS TL-1	Метал, МОР
4	Круглошліфувальна	Шліфувальник	Круглошліфувальний 3М131	Метал, МОР

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

№	Технологічна операція	Найменування посади робітника, що виконує операцію	Обладнання	Матеріали, речовини
5	Багатоцільова	Оператор верстата з ЧПК	Обробний центр AVIV X5	Метал, МОР
6	Розточна	Оператор верстата з ЧПК	Свердлувальний з ЧПК 135Ф2	Метал, МОР
7	Круглошліфувальна	Шліфувальник	Круглошліфувальний 3М131	Метал, МОР
8	Вертикально-фрезерна	Фрезерувальник	Вертикально-фрезерний 6Р13	Метал, МОР
9	Горизонтально-фрезерна	Фрезерувальник	Горизонтально-фрезерний 6Р82Ш	Метал, МОР
10	Вертикально-свердлувальна	Свердлувальник	Вертикально-свердлувальний 2Н125	Метал, МОР
11	Вертикально-свердлувальна	Свердлувальник	Вертикально-свердлувальний 2Н125	Метал, МОР
12	Вертикально-свердлувальна	Свердлувальник	Вертикально-свердлувальний 2Н125	Метал, МОР
13	Протяжна	Протяжчик	Горизонтально-протяжний 7523	Метал, МОР
14	Круглошліфувальна	Шліфувальник	Круглошліфувальний 3М131	Метал, МОР

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		81

## 4.2 Ідентифікація професійних ризиків

Технологічний паспорт об'єкту розробляється для виявлення професійних ризиків, які можуть виникати під час технологічного процесу.

Ймовірні професійні ризики наведемо у вигляді таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Ідентифікація професійних ризиків

Технологічна операція	Небезпечний чи шкідливий виробничий фактор	Джерело небезпечного чи шкідливого виробничого фактору
Токарна	Рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, вироби, що рухаються, пилюка та загазованість, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень вібрації, токсичне подразнення від МОР	Токарно-гвинторізний 16К20
Токарна з ЧПК	Рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, вироби, що рухаються, пилюка та загазованість, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень вібрації, токсичне подразнення від МОР	Токарний з ЧПК HAAS TL-1

Шліфувальна	Рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, виробу, що рухаються, пилюка та загазованість, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень вібрації, токсичне подразнення від МОР	Круглошліфувальний 3М131
Фрезерна	Рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, виробу, що рухаються, пилюка та загазованість, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень вібрації, токсичне подразнення від МОР	Вертикально-фрезерний 6Р13
Фрезерна	Рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, виробу, що рухаються, пилюка та загазованість, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень вібрації, токсичне подразнення від МОР	Горизонтально-фрезерний 6Р82Ш
Багатоцільова	Рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, виробу, що рухаються, пилюка та загазованість, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень вібрації, токсичне подразнення від МОР	Обробний центр AVIV X5

Свердловальна	Рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, виробу, що рухаються, пилюка та загазованість, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень вібрації, токсичне подразнення від МОР	Вертикально-свердловальний 2Н125
Протяжна	Рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, виробу, що рухаються, пилюка та загазованість, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень вібрації, токсичне подразнення від МОР	Горизонтально-протяжний 7523

#### 4.3 Методи та засоби зниження професійних ризиків

Розглянемо можливість повного усунення чи часткового зниження професійних ризиків. В таблиці 4.3 наведемо відповідні заходи для вирішення цієї задачі.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		84

Таблиця 4.3 – Засоби та методи усунення або зниження впливу небезпечних і шкідливих факторів на виробництві

Виявлений шкідливий фактор	Засоби та методи усунення або зниження впливу небезпечних і шкідливих факторів	Засоби індивідуального захисту
Підвищена або занижена температура поверхонь обладнання, матеріалів	Огородження обладнання	Костюм чи фартух для захисту від температур, рукавиці з полімерним покриттям, окуляри захисні, засоби індивідуального захисту органів дихання
Рухомі частини машин та механізмів	Дотримання правил безпеки виконання робіт	Захисна каска, захисні окуляри
Рухомі частини обладнання, вироби, що пересуваються, заготовки, що пересуваються	Огородження обладнання	Захисна каска, захисні окуляри
Фіброгенний вплив (запиленість, загазованість, абразивна стружка, металевий пил)	Застосування приточно-витяжної вентиляції	Респіратор
Підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень вібрації	Налаштування обладнання, підвищення жорсткості обладнання для	Беруши, навушники

Виявлений шкідливий фактор	Засоби та методи усунення або зниження впливу небезпечних і шкідливих факторів	Засоби індивідуального захисту
	зниження резонансних коливань, використання матеріалів, здатних поглинати коливання	

Запропоновані заходи позитивно вплинуть на зниження або усунення небезпечних та шкідливих професійних ризиків.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота бакалавра (КРБ) містить розроблений технологічний процес механічного оброблення деталі „Повзун 4115А-32-403”, виготовлений із легованої сталі 38Х2МЮА, ДСТУ ГОСТ 12344:2005.

В загальному розділі КРБ наведено аналіз конструкції та технологічності деталі, проведено аналіз матеріалу деталі, визначено тип виробництва.

В технологічному розділі КРБ проведено порівняльний аналіз двох методів отримання заготовки. Також в технологічному розділі наведено розроблений технологічний процес механічного оброблення деталі „Повзун 4115А-32-403”, в якому застосовано сучасне металорізальне обладнання, сучасний різальний інструмент, розраховано припуски аналітичним та табличним методами. Наведено керуючу програму для вертикального обробного центру AVIA X-5 1300/630 (операція 025 – «Багатоцільова») із застосуванням програмного продукту Autodesk Fusion.

В конструкторському розділі наведено розрахунок та проектування пристрою для закріплення деталі при чорновому точінні зовнішньої поверхні та контрольовано-вимірювальний пристрій для контролювання радіального биття.

В розділі з охорони праці проведено аналіз безпеки спроектованого технологічного процесу, наведено ідентифікацію професійних ризиків на спроектованому технологічному процесі та запропоновано методи та засоби їх мінімізації.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ ГОСТ 12344:2005 Сталі леговані та високолеговані. Методи визначання вуглецю (ГОСТ 12344-2003, IDT).
2. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні.
3. НПАОП 28.5-1.02-07. Правила охорони праці при термічній обробці металів.
4. ДСТУ EN ISO 13849-1:2018 «Безпека машин. Деталі систем управління, пов'язані з забезпеченням безпеки. Частина 1. Загальні принципи проектування» (EN ISO 13849-1:2015, IDT; ISO 13849-1:2015, IDT).
5. 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.
6. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
7. 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).
8. 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>.
9. 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>.
10. МАШІНТЕХ. [Електронний ресурс]. – Режим до ступу до каталогу: <https://www.met.ua/p/vertikalni-obrobni-tsentri-avia-seriya-x-5/>.
11. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних

					ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ	Арк.
						88
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		

спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. Київ: НТУУ «КПІ», 2014 - 353 с., іл.

12. Плескач В.М., Акімов І.В., Мітяєв О.А. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин: підручник / за заг. ред. доц. В.М.Плескача. Запоріжжя: Просвіта, 2013. 370 с.
13. Sandvik.Coromant. Каталог [Електронний ресурс]. – Ре жимдоступу до каталогу: <http://www.sandvik.coromant.com>
14. 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.
15. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур та ін. – Львів : Новий Світ, 2022. – 422 с.

					<b>ДП.ПМ.ФІТА.25.11.00.ПЗ</b>	Арк.
						89
Зм.	Арк.	№	Підпис	Дата		