

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019» з використанням
верстатів з ЧПК

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)


Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр / назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр / назва спеціальності


Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДП.ПМ.ФІТА.32.25.ПЗ


Виконав студент 3 курсу група ПМТс-22-2
Шифр


Підпис Ілля РУДОК
І.м. ПРІЗВИЩЕ


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


Підпис Володимир МИЛКО
І.м. ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент


Підпис Сергій БИСЬ
І.м. ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва


Підпис Віталій ТКАЧУК
І.м. ПРІЗВИЩЕ

Дата «27» серпня 2025

Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

Віталій ТКАЧУК

7 . 02 . 2025

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Рудюк Ілля Леонтійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019» з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Милько Володимир Володимирович, к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від 7 лютого 2025 р. № 23

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 15 червня 2025

3 Вихідні дані до проєкту (роботи) креслені деталі «Втулка 518.028.2019» та технічні вимоги до її виготовлення.
обсяг випуску 5000 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: креслені деталі із 3D моделлю (1 лист А2); графотехнологія (1 лист А1); креслені карти наладки (1 лист А2); креслені верстатного пристрою (1 лист А1); креслені контрольного калібру (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 10.02.2025

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


Підпис

Ілля РУДЮК
І.я., ПРІЗВИЩЕ

Керівник проекту (роботи)


Підпис

Володимир МИЛЬКО
В.я., ПРІЗВИЩЕ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Рудюк Ілля Лесентійович на захист дипломного проєкту (роботи)
за спеціальністю 131 - Прикладна механіка
На тему: Технологія виготовлення деталі «Втулка 518.023.2019» з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету



ОЛЕГ ПОЛІЩУК

(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Рудюк І.Л. з 2022 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 2,70 %, добре 10,81 %, задовільно 86,49 %.
шкалою ЄКТС: А 1,82 %, В 0,00 %, С 9,09 %, D 14,55 %, Е 74,55 %.

Методист факультету

[Signature]

(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)
ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Рудюк І.Л. повністю виконав
завдання, яке було заявлено між так
вельнозначна і вивідна робота.
Заслужує оцінки "добре"

Оцінка дипломного проєкту (роботи) добре

Керівник дипломного проєкту

[Signature]

Мельник О.А.

(ім'я, прізвище)

" 22 " 06 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Рудюк І.Л. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технології машинобудування

[Signature]

Вітовий ТКАЧУК

(ім'я, прізвище)

" 22 " 06 2025 р.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ ТМ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Технологія вироблення фарби, Вулиця №8, 02.2014
 Автор Гілка Андрій Вікторович
 Освітня програма технологія машинобудування
 Рівень вищої освіти бакалавр
 Спеціальність механізмів металів
 Науковий керівник: Мельник Р.Р.

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 намісні текстові спотворення, передбачувані спроби укривтя 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: Акт - перевірка - 15.07.14
керівник - Мельник Р.Р.

Дата

Завідувач кафедри Рогов Т.А.
 Гарант освітньої програми Мельник Р.Р.
 Керівник кваліфікаційної роботи Мельник Р.Р.

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну роботу студента Рудюк Іллі Леонтійовича
Тема проекту: Технологія виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019» з
використанням верстатів з ЧПК

Тема дипломної роботи, та його зміст відповідають обраній спеціальності. Дипломна робота має необхідні розділи згідно завдання.

У дипломній роботі студент проаналізував роботу відцентрових насосів та розробив технологію виготовлення деталі корпус.

Вибрав (економічно обґрунтувавши) метод виготовлення заготовки, в подальшому був розроблений маршрутний і технологічний процес механічного оброблення втулки 518.028.2019 із використанням сучасного м/р устаткування з ЧПК. Згідно виданого завдання розраховані припуски на обробку, визначені режими різання, норми штучного часу. Всі прийняті рішення технологічного розділу підкріплені відповідними розрахунками і виконані на високому рівні.

В конструкторській частині розроблено конструкцію пристрою для оброблення корпусу на фрезерному верстаті з ЧПК верстаті.

Графічна частина виконана у відповідності з вимогами ЕСКД та ДСТУ, розділи розрахунково-пояснювальної записки оформлені з виконанням основних вимог ЕСТД та ДСТУ на достатньому рівні.

Все це свідчить про рівень дипломника як сформованого магістра.

Вагомих недоліків в дипломному проекті не виявлено.

Дипломна робота, виконана згідно завдання, в повному обсязі на високому технічному рівні та заслуговує позитивної «добре» оцінки.

Рецензент: доц. каф. ТАМ Сергій Лосонський

«10» «06» 2025р.

Реферат
Дипломного проекту на тему
Технологія виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019» з використанням
верстатів з ЧПК

Здобувач: Ілля РУДЮК

Керівник: к.т.н., доцент Володимир МИЛЬКО

Ось приклад реферату до дипломного проекту на тему «Технологія виготовлення деталі „«Втулка 518.028.2019» з використанням верстатів з ЧПК»:

Дипломний проект присвячено розробці технологічного процесу виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019», яка належить до типових корпусних деталей, що використовуються у машинобудуванні. У проекті обґрунтовано доцільність застосування сучасних методів механічної обробки з використанням високоточного металорізального обладнання — верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК).

У ході виконання роботи проведено аналіз конструкції та функціонального призначення деталі, визначено технологічну базу, обрано раціональну заготовку, а також розроблено маршрут обробки з урахуванням вимог до точності та шорсткості поверхонь. Для ключових операцій (точіння, свердління, розточування, фрезерування) підібрано інструмент, режими різання та засоби технологічного оснащення.

Особливу увагу приділено розробці керуючої програми для токарного та фрезерного верстатів з ЧПК у САМ-системі ESPRIT. Проведено симуляцію траєкторій, розраховано машинний час та проаналізовано ефективність обробки.

У проекті також представлено заходи з охорони праці, енергоощадні рішення, а також економічне обґрунтування вибору обладнання. В результаті розроблено повний комплект технічної документації для впровадження технології у виробництво.

Ключові слова: ЧПК, технологія обробки, стакан, САМ ESPRIT, керуюча програма, точіння, фрезерування.

Автор: /Підпис/ Ілля РУДЮК

ЗМІСТ

Вступ	6
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Задачі дипломного проектування	7
1.2 Аналіз технологічності конструкції виробу	7
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	9
2.1 Технологічна підготовка виробництва деталі	9
2.2 Вибір заготівлі, визначення програми випуску	10
2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі	11
2.4 Розрахунок припусків на обробку	17
2.5 Уточнення технологічних баз та схеми закріплення заготівлі	19
2.6 Уточнення змісту переходів	19
2.7 Вибір засобів технологічного оснащення	21
2.8 Розрахунок режимів різання	25
2.9 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК	28
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	34
3.1 Спеціальне механізоване оснащення	34
3.2 Розрахунок зусиль затиску заготовки у пристосуванні	35
3.3 Розрахунок пристосування на точність	36
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	41
4.1 Аналіз виявлених небезпечних факторів проектованого виробничого середовища	41
4.1.1 Механічні небезпеки	41
4.1.2 Електронебезпека	42
4.2 Пожежна безпека	43
4.3 Екологічна безпека	45

ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
Розроб.	І. Рудюк			
Перев.	В. Милько			
Н. контр.	С. Бись			
Затв.	В. Ткачук			
Технологія виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019» з використанням верстатів з ЧПК				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		н	5	
ХНУ гр. ПМТс-22-2				

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Технологія виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019» з використанням верстатів з ЧПК			Літера	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	І. Рудюк							н		5	
Перев.	В. Милько				ХНУ гр. ПМТс-22-2						
Н. контр.	С. Бись										
Затв.	В. Ткачук										

ВИСНОВКИ	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	51
ДОДАТКИ	54

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		11

ВСТУП

Історія розвитку механізмів та машин почалася з появи годинника. Першим годинником був сонячний годинник, створений у 1 столітті до н.е. Ще в давнину люди прагнули полегшити свою працю за допомогою механізмів. Напевно, першою машиною можна назвати млин. Цей винахід був революційним: на машину було покладено тяжку працю. Ще в працях школи Аристотеля згадувалися пристрої для підйому вантажів, і принципи роботи таких "кранів", які є прообразами сучасних машин.

У військовій справі застосовувалися два основних типи машин - катапульта, яка метала каміння і балісти, метаючі стріли. Військові машини – перші пристрої, розміри яких розраховувалися. Розрахунковим модулем служила величина отвору, якими пропускався канат. Відомо, що наприкінці 11 століття рушниці виготовлялися на спеціальних свердлильних верстатах, а також були спрощені токарні верстати, що працюють на ручному приводі. Трохи пізніше, для виготовлення заготовок для рушниць, були придумані верстати, що здійснюють обертовий рух на силі роботи водяного млина.

Сучасне машинобудування істотно відрізняється від машинобудування п'ятдесятирічної давності. В даний час ця галузь ґрунтується на наукомістких, комп'ютерних технологіях. Саме в цьому і полягає основна відмінність – розвиток і процвітання галузі залежить не тільки від кількості та якості електроенергії та ресурсів, а й від технологій, що застосовуються. З'явилася можливість виробництва спеціалізованих машин та роботів, що мають високу ефективність, різноманітні налаштування. При цьому механічні вузли поступово замінилися інтелектуальними, що дозволяє не тільки прискорити виробничі процеси, а й скоротити використовувані площі.

Основним завданням сучасного машинобудування є підвищення якості послуг у стислі терміни з мінімальними матеріальними витратами. При цьому вимоги до кінцевої продукції залишаються високими – надійність матеріалів, точність виготовлення.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Однак варто зауважити, що модернізація машинобудування далася взнаки, в першу чергу, на системах управління, не торкнувшись робочих агрегатів і апаратів. З погляду конкурентоспроможності це найкращий варіант розвитку цієї галузі.

У дипломному проекті на тему "Технологія виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019» з використанням верстатів з ЧПК» розроблено технологічний процес, виконано розрахунки режимів різання. Сконструйовано пристрій, що прискорює обробку деталі. Що тим самим зменшує витрати на виробництві.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Завдання на дипломний проект

Розробити високопродуктивний та економічно обґрунтований технологічний процес виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019» на основі сучасних технологій обробки, використовуючи металорізальні верстати з ЧПК.

Основні завдання:

Виконати аналіз конструкції деталі, умов її експлуатації та вимог до точності й якості поверхонь.

Провести аналіз технологічності конструкції деталі.

Вибрати матеріал заготовки — сталь 45 згідно з ДСТУ 7809:2015.

Обґрунтувати метод одержання заготовки (штампування, поковка, пруток).

Розробити маршрут обробки із зазначенням технологічних операцій.

Вибрати технологічне обладнання (верстати з ЧПК).

Підібрати металорізальний інструмент, пристосування та вимірювальний інструмент.

Розрахувати припуски, режими різання, штучний час.

Розробити одну або декілька керуючих програм у САМ-системі (наприклад, Esprit).

Провести контроль точності обробки та забезпечення якості (шорсткість, допуски форми та розташування).

Надати техніко-економічне обґрунтування запропонованої технології.

Скласти комплект технологічної документації (операційні карти, маршрутна карта, карта ескізів тощо).

Розробити заходи з охорони праці, безпеки виробництва та екологічної безпеки.

1.2 Аналіз технологічності конструкції виробу

Деталь "Втулка" призначена для виробу "Допоміжний паливний насос". Паливна система служить для зберігання, фільтрації та підведення палива.

Деталь працює при високих температурах, тому до неї пред'являються вимоги високої міцності.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Деталь "Втулка" має габаритні розміри 19x32.

Маса деталі – 0,7 кг.

На деталі виконано три канавки з найменшим розміром $\varnothing 15 \ell 2.3$, $\varnothing 15 \ell 14$, а друга з розмфрами $\varnothing 16 \ell 2.3$.

Два паза з розмірами $\ell 4 \text{ h } 0.7$.

Наскрізний отвір $\varnothing 11,9$

Заготовка прокат $\varnothing 21$.

Основні характеристики сталі 45 (ДСТУ 7809:2015):

Клас: конструкційна вуглецева якісна

Вміст вуглецю (C): 0,42–0,50 %

Межа міцності (σ_B): ~600–800 МПа (залежить від термообробки)

Межа плинності (σ_T): ~350–450 МПа

Твердість після загартування: ~HRC 45–55

Добре піддається:

термообробці (гарт + відпуск)

механічній обробці

шліфуванню

зварюванню (обмежено)

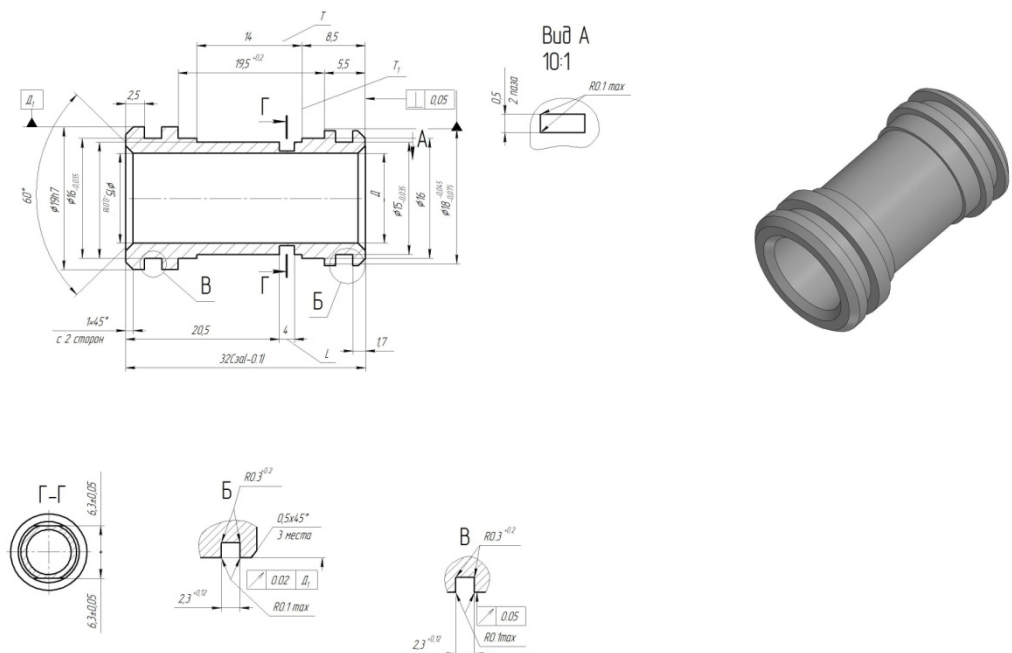


Рисунок 1.1 - Деталь втулка

									Арк.
									15
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ				

Деталь "Втулка" повинна виготовлятися з мінімальними трудовими та матеріальними витратами. Ці витрати залежать значною мірою від правильного вибору варіанта технологічного процесу, його оснащення, механізації та автоматизації, застосування оптимальних режимів обробки та правильної підготовки виробництва. На трудомісткість виготовлення деталі надають особливий вплив її конструкція і технічні вимоги на виготовлення. При відпрацюванні на технологічність конструкції деталі необхідно проводити оцінку в процесі її конструювання.

Вимоги до технологічності конструкції деталі згідно з Єдиною системою технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ):

- конструкція деталі втулка складається із стандартних та уніфікованих конструктивних елементів та стандартна;
- деталь виготовляється із стандартних та уніфікованих заготовок-прокат круглого перерізу діаметр 21 мм;
- розміри та поверхні деталі мають оптимальні ступінь точності та шорсткість;
- фізико-хімічні та механічні властивості матеріалу, жорсткість деталі, її форма та розміри відповідають вимогам технології виготовлення;
- показники базової поверхні (точність, шорсткість) деталі забезпечують точність установки, обробки та контролю.

1.3 Вибір типу виробництва і форми організації робіт

Завдання даного розділу – залежно від деталі та річного обсягу випуску визначити тип виробництва та на його базі вибрати оптимальну стратегію розробки технологічного процесу

Тип виробництва визначається згідно з Завдання даного розділу - залежно від деталі та річного обсягу випуску визначити тип виробництва та на його базі вибрати оптимальну стратегію розробки технологічного процесу

Тип виробництва визначається згідно з ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014 та характеризується коефіцієнтом закріплення операції за одним робочим місцем або одиницею обладнання:

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		16

$$K_{з.о.} = \frac{Q}{P_M} \quad (1.1)$$

де Q – кількість різних переходів (операцій),

P_M – кількість робочих місць, у яких виконуються дані операції.

Таким чином коефіцієнт закріплення операцій:

більше 40 - визначає одиничне виробництво;

- 20...40 - визначає дрібносерійне виробництво;

- 10...20 – визначає середньосерійне виробництво;

- 1...10 – визначає великосерійне виробництво;

- не більше 1 – визначає масове виробництво.

Коефіцієнт закріплення операцій при обробці деталі "втулка" дорівнює 15 середньосерійне виробництво.

Серійне виробництво, яке характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються партіями, що періодично повторюються, і порівняно великим об'ємом випуску. Виробництво може змінюватися в широких межах, наближаючись до процесів масового або одиничного виробництва. аналізу.

Середня кваліфікація робітників – 4-5 розряд. Поряд з робітниками високої кваліфікації, що працюють на складних верстатах і налагоджувачів, використовуються робочі оператори, що працюють на налаштованих верстатах. Серійне виробництво є основним типом сучасного машинобудівного виробництва становище між одиничним та масовим виробництвом.

Форма організації виробництва для виготовлення деталі «Втулка 518.028.2019» визначається на підставі обсягу випуску (5000 шт/рік), складності обробки, типу устаткування та характеру продукції.

Обсяг у 5000 штук на рік дозволяє класифікувати виробництво як серійне, з орієнтацією на середньосерійне виробництво. Для такого типу характерне:

- використання потоково-групової організації праці,

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- застосування універсального та спеціалізованого обладнання, зокрема верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК),
- уніфікованих інструментів і оснащення,
- часткова автоматизація технологічного процесу.

Виробництво реалізується в межах цехової структури підприємства, де деталь проходить обробку на дільницях токарної, фрезерної, шліфувальної та контролю.

Таким чином, організаційна форма виробництва — серійна, з елементами автоматизованого і групового виробництва, що забезпечує високу стабільність якості, ефективне використання обладнання з ЧПК та зниження собівартості при середніх обсягах випуску.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		18

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір та техніко-економічне обґрунтування виду заготовки

Правильний вибір заготовки – найважливіший етап побудови ТП виготовлення виробу. Вид заготовки та спосіб її отримання істотно впливає на характер технологічного процесу, трудомісткість і економічність обробки. Вибір способу отримання заготовки безпосередньо залежить від конструкції та матеріалу деталі, її розмірів, вимог до точності, обсягу виробництва та інших факторів. Виходячи з необхідності максимального наближення форми і розмірів заготовки до параметрів готової деталі, слід застосовувати прогресивні методи та засоби отримання заготовок. До них, наприклад, можна віднести лиття по моделях, що виплавляються, лиття в оболонкові форми, лиття під тиском, штампування в закритих штампах, періодичний прокат, профільний прокат та ін. Прогресивні види отримання заготовок забезпечують зниження витрат на механічну обробку і підвищують якість кінцевої продукції.

Заготовки з прокату використовують у тих випадках, коли форма деталі найбільш близько відповідає формі якого-небудь сортового матеріалу, немає значної різниці в поперечних перерізах деталі і можна для отримання остаточної її форми уникнути зняття великої кількості металу.

Виготовлені з прокату деталі, за винятком валів, мають порівняно невеликі розміри.

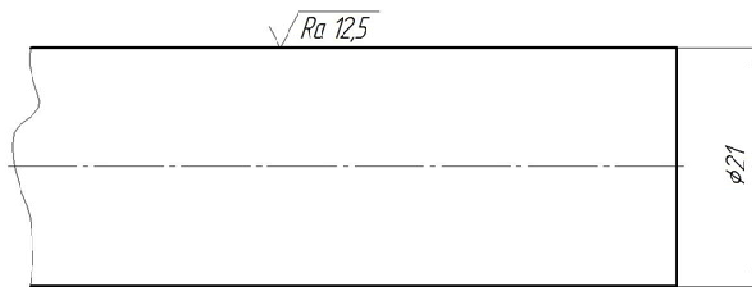


Рисунок 2.1. – Заготовка деталі "Втулка"

Для деталі "Втулка" в якості заготовки застосовують прокат. Він підходить для виготовлення гладких і ступінчастих валів з невеликим перепадом діаметра

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		19

ступенів, склянок діаметром до 50 мм і втулок діаметром до 25 мм.

Так як до деталі "Втулка" пред'являються вимоги підвищеної міцності та високого опору зносу, то як матеріал при виготовленні корпусу гідроциліндра застосовується сталь Сталь 45 ДСТУ 7809:2015.

Після попередньої термообробки, нормалізації досить легко проходить механічну обробку.

Точіння, фрезерування і т.д. отримують деталі, наприклад, типу валів або втулок. Після остаточної термообробки загартування, деталі набувають високої міцності та зносостійкості. Часто шліфуються. Високий вміст вуглецю (0,45%) забезпечує гарну загартовуваність і відповідно високу твердість поверхні та міцність виробу.

Питома вага: 7826 кг/м³

Термообробка: Стан постачання

Твердість матеріалу: HB 10 -1 = 170 МПа

Температура критичних точок: Ac1 = 730, Ac3 (Ac_{cm}) = 755, Ar3 (Ar_{cm}) = 690, Ar1 = 780, Mn = 350

Зварюваність матеріалу: важкозварювана. Необхідний підігрів та подальша термообробка.

Температура кування, °С: початку 1250, кінця 700. Перетину до 400 мм охолоджуються в повітрі.

Оброблюваність різанням: в гарячекатаному стані при HB 170-179 і $\sigma_b=640$ МПа, K_v тв. спл=1 і K_v б.ст=1.

Флокеночутливість: малочутлива.

Схильність до відпускнуї крихкості: не схильна.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад % матеріалу сталь 45 ДСТУ 7809:2015.

C (вуглець)	Si (кремній)	Mn (марганець)	Ni (нікель)	S (сірка)	P (фосфор)	Cr (хром)	Cu (мідь)	As (миш'як)
0.42 - 0.5	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ				Арк.
									20
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

Таблиця 2.2 – Фізичні властивості сталі 45 ДСТУ 7809:2015

T (Град)	E 10-5 (МПа)	$\alpha \cdot 10^6$ (1/Град)	λ (Вт/(м·град))	ρ (кг/м ³)	C (Дж/(кг·град))
20	2			7826	
100	2.01	11.9	48	7799	473
200	1.93	12.7	47	7769	494
300	1.9	13.4	44	7735	515
400	1.72	14.1	41	7698	536
500		14.6	39	7662	583

Таблиця 2.3- Механічні властивості сталі 45 ДСТУ

ДСТУ	Стан постачання, режим термообробки	Перетин, мм	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	ψ %
7809:2015	Сталь гарячекатана, кована, калібрована та сріблянка 2-ї категорії після нормалізації	25	600	16	40
	Сталь калібрована 5-ї категорії після нагартовки	Зразки	640	6	30

2.2 Проектування маршрутного технологічного процесу та обґрунтування його вибору

План виготовлення деталей.

Завдання розділу – розробити оптимальний технологічний маршрут, тобто, таку послідовність операцій, яка забезпечить отримання із заготовки готової деталі з найменшими витратами, при цьому необхідно розробити таку схему базування заготовки на кожній операції, яка б забезпечила мінімальну похибку обробки.


Тип виробництва – серійне;

Спосіб отримання вихідної заготовки – прокат;



Метод досягнення точності – за налаштованим обладнанням.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		21

Таблиця 2.4 – План виготовлення деталі

№ операції	Найменування операції	Обладнання (тип, модель)	Зміст операції	Точність (IT)	Ra, мк м			
000	Заготовельна	_____	прокат	16	2,5			
010	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК Doosan PUMA 2100SY 	1.Підрізати торець	12	2,5			
			2.Точити поверхню Ø20	12				
			3.Притупить гостру крайку 0,1...0,4 різцем	11	2,5			
			4.Центрувати торець	10	2,5			
			5.Свердлити отвір Ø11	11	2,5			
			6.Розточити отвір Ø11,3	12	2,5			
			7.Відрізати деталь – Тримач: Sandvik N151.2-A32-4 – Пластина: N151.2-400-4E 235	10	2,5			
			1.Точити поверхнюØ18 і точити фаску 0,7x45	9	2,5			
			2.Точити канавку Ø15,3 ℓ 2.3	11				
			3.Точити фаску 0,9x45	-	2,5			
			4.Зачистити задирки	9	2,5			
			2.Точити канавку Ø15,3 ℓ 2.3	12	2,5			
			020	Токарна з ЧПК	Токарний з ЧПК Doosan PUMA 2100SY Оснащення: – Гідропатрон 3-х кулачковий – Тримачі для внутрішніх/зовнішніх різців – Система подачі охолоджувальної рідини – Індикатор для кон-	4.Зачистити задирки	14	2,5
						2.Точити фаску 0,7x45	12	2,5
3.Точити канавку Ø16,3 ℓ 2.3	10	2,5						
4.Точити фаску 0,9x45	11	2,5						
1.Точити канавку Ø15 ℓ14	14	2,5						

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		22

		тролю базування			
030	Слюсарна	Верстак	1. Зачистити задирки по краях	9	2,5
070	Фрезерна з ЧПК	Вертикально фрезерний верстат з ЧПК Doosan DNM 4500 	1. Фрезувати два пази почергово $\ell 4$ h 0.7	14	2,5
			2. Зачистити задирки і притупити гострі крайки 0,1...0,4	10	2,5
080	Термічна (загартування, відпуск до твердості HRC 56). Обробити холодом, окалина не допускається.				
090	шліфувальна	Шліфувальний верстат Studer S33 	Шліфувати пов. $\varnothing 18,98$ и $\varnothing 17,955$	7	0,8
100	Слюсарна	Верстак	Зачистити задирки та гострі крайки	7	0,8

План виготовлення – графічне зображення технологічного маршруту із зазначенням теоретичних схем базування та технічних вимог на операції.

План виготовлення складається з чотирьох граф:

Графа "Операція", яка включає назву та номер операції.

Графа "Обладнання", яка включає в себе обладнання, за допомогою якого проводиться обробка поверхонь на даній операції.

Графа "Теоретична схема базування", яка включає зображення деталі, схему базування (точки закріплення), простановку операційних розмірів, позначення оброблюваних поверхонь і вказівку шорсткості одержуваної на даній операції.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		23

Графа “Технічні вимоги”, яка включає допуски на операційні розміри та відхилення форми.

План виготовлення корпусу гідроциліндра представлений на аркуші графічної частини.

2.3 Розрахунок міжопераційних припусків та розмірів

Визначення припусків базується на аналізі виробничих похибок, що виникають за конкретних умов виконання та подальшої обробки заготовки, визначенні елементів, що складають припуск, та їх підсумовуванні.

Загальним припуском на обробку називається шар металу, що видаляється з поверхні заготівлі в процесі обробки на всіх операціях.

Проміжний припуск – шар металу, необхідний виконання технологічного переходу. Проміжний припуск визначається різницею розмірів, одержуваних на суміжних – попередньому та виконуваному технологічних переходах процесу обробки даної поверхні.

$$Z_i = a - b; \quad (2.1)$$

де z_i — проміжний припуск; a – розмір, отриманий попередньому переході; b – розмір, який має бути отриманий на переході .

$$Z_i = 0,7.$$

$$a_{\min} = b_{\min} + 2z_{i\min}, \quad (2.2)$$

де a_{\min} – найменший діаметр валу, мм, після попередньої операції;

b_{\min} – найменший діаметр валу, мм, отримуваний в результаті даної операції;

$z_{i\min}$ – найменший припуск на бік, мм, для цієї операції

$$a_{\min} = 20,7.$$

найбільший припуск, для валу рівний різниці між найбільшими граничними розмірами заготовки на попередній та подальшій операціях:

$$2z_{i\max} = a_{\max} - b_{\max}, \quad (2.3)$$

$$2z_{i\max} = 0,7 \quad .$$

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

найменший припуск, який для валу обчислюється як різниця між найменшими граничними розмірами заготовки на попередній та подальшій операціях:

$$2z_{i \min} = a_{\min} - b_{\min}, \quad (2.4)$$

$$2z_{i \min} = 0,644 i;$$

Таблиця 2.5 – Припуски і допуски

Технологічні операції та переходи обробки окремих поверхонь деталі	Найменше значення припуску $2z_{i \min}$, мм.	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри		Граничні припуски, мм	
				Найб.	Найм.	$Z_{i \max}$	$Z_{i \min}$
Точити поверхню	1,288	20	1344	20	19,86	0,7	0,644
		19,3		19,3	19,216		

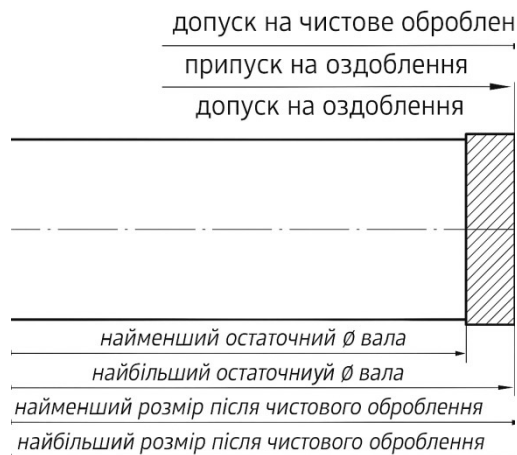


Рисунок 2.2 – Схема розташування припусків та операційних розмірів

3.2 Вибір різального інструменту

У класичному поданні процес обробки металів різанням є технологічною операцією, основною метою якої є отримання необхідної форми деталі необхідної якості шляхом зняття із заготовки частини металу. Для цього найбільш широко

використовуються різці, що застосовуються на токарних, стругальних, довбальних і спеціальних верстатах, на яких виконується обробка зовнішніх поверхонь та внутрішніх порожнин деталей, а також нарізання різьблення, пазів і т.д. Серед існуючого різноманіття даного виду металорізального інструменту найбільше представлені токарні різці.

Інструменти повинні мати високу твердість, зносостійкість і в'язкість, бажано використовувати ріжучий інструмент зі багатограними змінними пластинами (СМП).

Таблиця 3.2 – Вибір ріжучого інструменту

№ операції	Найменування операції	Ріжучий інструмент	Тип інструменту
1	2	3	5
010	Токарна чорнова	Sandvik Coromant	– Тримач: DCLNL 2525M12 – Пластина: CNMG 120408-PM 4325
		Центрувальне сердло Kennametal	NC spot drill Ø6,3 мм
		Sandvik CoroDrill® 860-GM	Свердло: Ø11,0 мм, 3D, із внутрішнім охолодженням
		Sandvik SCLCR/L прохідний відігнутий різець з механічним кріпленням пластини CCMT	Різець прохідний упорний відігнутий з кутом в плані 90° GC4325 / GC4225 Позначення: SCLCR 2020K09
		Розточний Kennametal	– Тримач: A06-SCLCR-2 – Пластина: CCMT 060204-PF KCP25
		Відрізний Parting-off holder – GROOVE-TURN / Cut-Off Tool	Sandvik: – R/L 151.2-2525-40 (для пластин N123K2-0400-0003-GF)
020	Токарна чорнова	Sandvik SCLCR/L	– Різець канавковий: Sandvik N123H2-0300-0002-GM – Пластина: N123G2-0300-0002-GM 1125
		Sandvik SCLCR/L – прохідний відігнутий різець з механічним кріпленням пластини CCMT	Різець прохідний опірний відігнутий з кутом в плані 90° GC4325 / GC4225 Позначення: SCLCR 2020K09
030	Токарна	електрокорунд звичайний (25А)	Шкурка шліфувальна паперова ДСТУ ГОСТ 6456:2005
040	Токарна	Sandvik CMT 09T304-PM GC4325	Різець прохідний опірний відігнутий з кутом в плані 90°

		ISCAR PCLNL	Канавочний різець для зовнішнього точіння, який працює зі змінними пластинами CNMG Пластина CNMG 120408–MM IC8150 / IC8250
050	Токарна	Sandvik SCLCR/L прохідний відігнутий різець з механічним кріпленням пластини	SCLCR 2020K09
060	Токарна	Sandvik R/L151.2	Канавочний ДСТУ 8056:2015
		Sandvik R/L151.2	Sandvik SCLCR/L прохідний відігнутий різець з механічним кріпленням пластини SCLCR 2020K09
070	Фрезерна	ISCAR ECP-A4/4C IC902 Марка сплаву IC902 Тип: ультратонко-зернистий твёрдосплав Покриття: PVD TiAlN	Фреза кінцева Монолітна кінцева твёрдосплавна фреза Ø4 мм, 4-зуба, з покриттям TiAlN
090	Шліфувальна		Круг шліфувальний ПП 30×35×10 2A16CM28K5

2.4 Розрахунок режимів різання та основного часу та операцій технологічного процесу

Розрахунок режимів різання за емпіричними залежностями здійснено тільки для токарної операцій 1, установки А, перехід 2. Інші операції технологічного процесу розрахунку режимів різання виконані табличним способом.

Як відомо з курсу «Різання металів та різальний інструмент», режим різання металів визначається такими основними параметрами: глибиною різання t ; подачею s і швидкістю різання v . Вихідними даними для вибору режиму різання є: дані про деталі, що виготовляється, і її заготовки, а також дані про застосовуване обладнання та інструмент.

Режимні параметри вибирають таким чином, щоб було забезпечено найбільшу продуктивність праці при найменшій собівартості даної технологічної операції. Ці умови вдається виконати при роботі інструментом раціональної конструкції,

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		27

найвигіднішою його геометрії, з максимальним використанням всіх експлуатаційних можливостей верстата.

Загальні вихідні дані всіх операцій ТП:

Деталь – Втулка;

Матеріал – сталь 45 ДСТУ 7809:2015;

Заготовка – Прокат круглого перерізу діаметр \varnothing 21мм;

Таблиця 2.6 – Розрахунок режимів різання для встановлення А

Зміст переходу	Розрахункова довжина робочого ходу інструменту-L, мм	t	s	v	n	Rz	$T_{ум}$	Ріжучий інструмент
Підрізати торець	0,5	0.5	0.2	160	1600	20	1.8	Sandvik SCLCR/L прохідний відігнутий різець з механічним кріпленням пластини SCLCR 2020K09
Точити поверхню	33,2	0,35	0.4	160.8	1600	20	2.6	Sandvik Coromant – Тримач: DCLNL 2525M12 – Пластина: CNMG 120408-PM 4325
Свердли-ти отвір	33,2	5.5	0.2	16	500	20	3.1	Свердло \varnothing 11 ДСТУ ГОСТ 12121-77.
Розточити отвір	33,2	0,45	0.3	140	800	20	1.8	Розточити ДСТУ ГОСТ 18882:2008,
Відрізати деталь	2	20	0.2	120	500	20	2	Відрізний ДСТУ 18062-72
Всього							11	

Операція: токарна (точити поверхню \varnothing 19,3 117)

1. Межа міцності сталі -170 МПа
2. Діаметр заготовки до обробки $D = 20$
3. Діаметр деталі (після обробки) $d = 19,3$ мм
4. Довжина оброблюваної поверхні $l = 33,2$ мм
5. Необхідна шорсткість $Ra = 12,5$ мкм

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		28

6.Квалітет - 7

7.Верстат-16К20

8.Різець прохідний прямий Т15К6

Призначення глибини різання

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (2.5)$$

де D – діаметр заготовки, мм;

d– діаметр після обробки, мм

$$t = \frac{20 - 19.3}{2} = 0,35 \text{ мм}$$

Призначення величини подачі

При чистовій обробці подачу вибираю за таблицею 9П залежно від шорсткості поверхні та радіусу при вершині різця, який приймаю рівним 1,2 мм.

$$S = 0,192 \cdot K_s = 0,192 \cdot 0,45 = 0,08 \text{ мм/об},$$

Вибрані подачі уточнюю за паспортними даними верстата. 16К20 за додатком.

Призначаю наступні подачі мм/об

Визначаю швидкість різання v , м/хв.

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, \quad (2.6)$$

де C_v - коефіцієнт, що залежить від умов ($C_{v1}=420$);

T - стійкість різця, хв (приймаємо $T_1 + T_2 + T_3 = 30$ хв);

x, y, m – показники ступеня;

K_v - загальний поправочний коефіцієнт, що є твір окремих коефіцієнтів, кожен із яких відбиває вплив певного чинника швидкість різання.

Для різців з пластиною з твердого сплаву одно:

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$K_v = K_{\mu v} K_{nv} K_{uv} K_{\phi v} K_{\phi v} K_{rv} K_{qv} K_{ov} \quad (2.7)$$

де $K_{\mu v}$ - загальний поправочний коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей матеріалу, що обробляється табл. 12П, і знаходимо по табл. 13П:

$$K_{\mu v} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n \quad (2.8)$$

$$K_{\mu v} = 1 \left(\frac{750}{412} \right)^1 = 1,82$$

K_{nv} - поправочний коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки при чистовій обробці $K_{nv} = 1,0$;

K_{uv} - поправочний коефіцієнт, що враховує матеріал різальної частини,

$$K_{uv1} = 0,65; K_{uv1} = K_{uv2} = 1,0;$$

$K_{\phi v}$ - поправочний коефіцієнт, що враховує головний кут у плані різця, $\phi = 45^\circ$, $K_{\phi v} = 1,0$;

K_{ov} - поправочний коефіцієнт, що враховує вид обробки, $K_{ov} = 1,0$.

Загальний коефіцієнт поправки для різців дорівнює:

$$K_{v1} = 1,82 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 1 = 0,9464$$

$$K_{v2} = 1,82 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,82$$

Показники степені x , y і

для чистової обробки - $x_2 = x_3 = 0,15; y_2 = y_3 = 0,2$; (при S до 0,3 мм/об).

$$v = \frac{420}{30^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,2} = 160,8 \text{ мм/хв.},$$

Визначаю частоту обертання шпинделя, об/хв, за розрахунковою швидкістю

$$\text{різання } n = \frac{1000 v}{\pi D_2} \quad (2.9)$$

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		30

$$n = \frac{1000 \cdot 160,8}{3,14 \cdot 20} = 1960,5$$

об/хв. $n=1600$.

Розрахункова довжина робочого ходу інструменту (L) для токарних операцій визначається за формулою:

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (2.10)$$

де l - довжина поверхні, що обробляється, $l = 17$ мм;

l_1 - величина врізання інструмента, $l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + (0,5 \dots 2) = 2 \operatorname{ctg} 45^\circ + 2 = 4$ мм

l_2 - величина перебігу інструмента. Приймаємо $= 3$ мм

i - число робочих ходів різця, $i = 1$

Розрахунок штучного часу

Штучний час, що витрачається на цю операцію:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{пер} \quad (2.11)$$

де $T_{всп}$ - допоміжний час, хв. складається з:

- час на встановлення та зняття деталі - 1,10 хв;

- час на робочий хід 0,8 хв;

- час на вимірювання деталі 0,16 хв;

$$T_{всп} = 1,10 + 0,8 + 0,16 = 2,06 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$T_{оп} = T_o + T_{всп}, \quad (2.12)$$

$$T_{оп} = 0,03 + 2,06 = 2,09 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця

$$T_{обс} = 5 \% \cdot T_{оп}; \quad (2.13)$$

Час перерв в роботі

$$T_{пер} = 5 \% \cdot T_{оп}; \quad (2.14)$$

$$\text{Штучний час } T_{шт} = 2,09 + 0,05 \cdot 2,09 + 0,05 \cdot 2,09 = 2,3 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.7 – Розрахунок режимів різання для установки Б

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		31

Зміст переходу	Розрахун- кова дов- жина ро- бочого ходу ін- струменту -L, мм	t	s	v	n	Rz	$T_{ум}$	Ріжучий інструмент
Точити повер- хню	17	1	0.4	165	1600	20	2,5	Sandvik Coromant – Тримач: DCLNL 2525M12 – Пластина: CNMG 120408-PM 4325
Точити канав- ку	2	2,3	0.2	158	1250	20	3,7	Канавочний ДСТУ 18882-73
Точити фаску	0,7x45	0.7	0.4	160.8	1600	20	1.2	Sandvik SCLCR/L прохідний відігнутий різець з механічним кріпленням пластини SCLCR 2020K09
Всього							7,4	

Таблиця 2.8 - Розрахунок режимів різання для установки В

Зміст переходу	Розрахун- кова дов- жина ро- бочого ходу ін- струменту -L, мм	t	s	v	n	Rz	$T_{ум}$	Ріжучий інструмент
Точити повер- хню	17	0.5	0,5	160.8	1600	20	2,3	Різець прохідний прямий відігнутий з кутом у плані 45° ДСТУ ISO 2919:2006

Точити канавку	2	2,3	0.2	158	1250	20	3,7	Канавочний ДСТУ 18882-73
Точити фаску	0,7x45	0.7	0.4	160.8	1600	20	1.2	Різець прохідний упорний відігнутий з кутом у плані 90° ДСТУ 18878-73
Итого							7,2	

2.5 Створення керуючої програми (G-коду) в САМ Esprit для деталі "Втулка"

1. Імпорт 3D-моделі або креслення

- Завантажується 3D-модель деталі (у форматі STEP, IGES, SolidWorks, Parasolid)

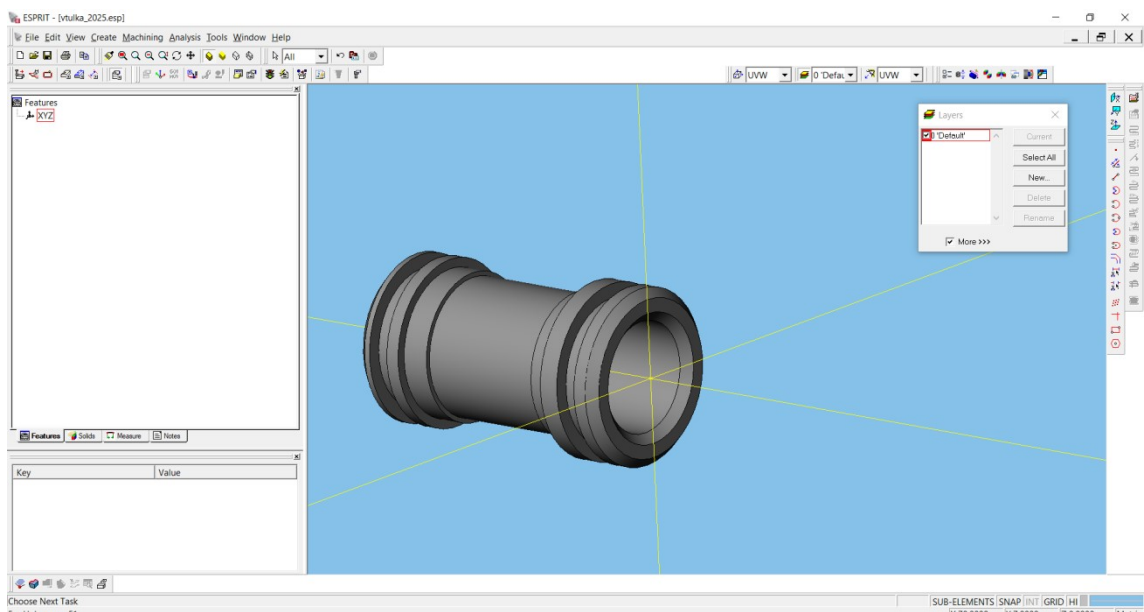


Рисунок 2.2 - Імпорт 3D-моделі

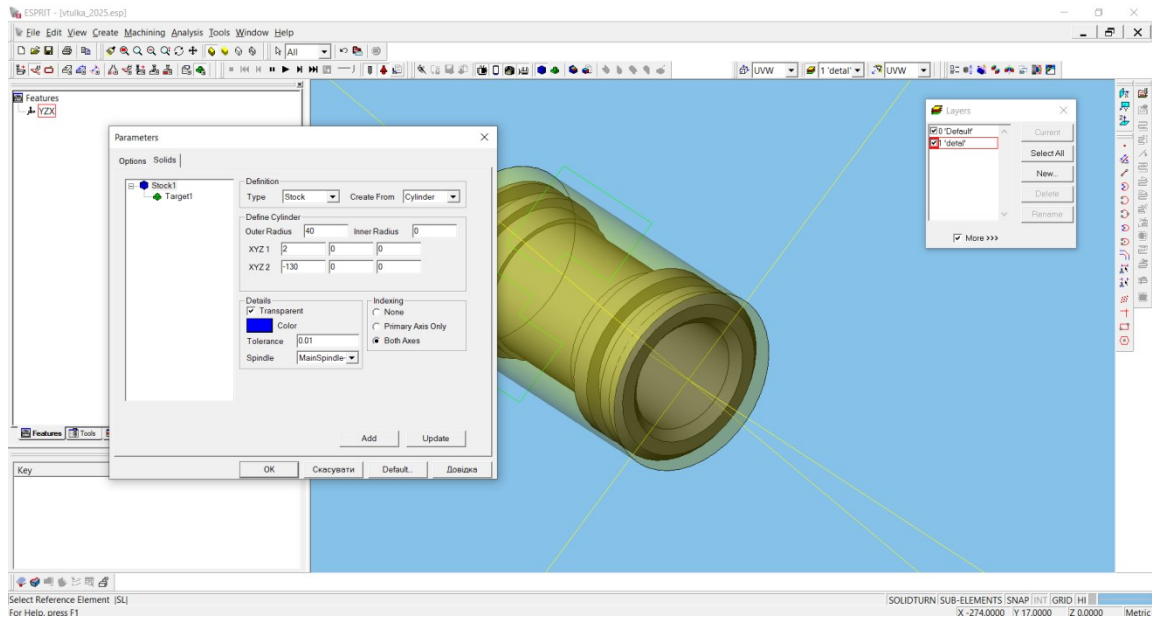
2. Побудова обертового профілю

- Створюється осьова симетрична геометрія (контур розрізу) згідно креслення
- Вказується профіль з урахуванням:
 - зовнішніх $\varnothing 32$, $\varnothing 30$, $\varnothing 28$, $\varnothing 20$, $\varnothing 19,5$
 - внутрішнього отвору $\varnothing 20$

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		33

- канавок 2,3 мм, фасок $0,5 \times 45^\circ$, R0,1 max

- Профіль обрізається до довжини 32 мм



3. Створення заготовки

- Обирається тип: циліндрична заготовка

- Початкові габарити: $\varnothing 32$, довжина 34 мм (з припуском)

- Матеріал: Сталь 45

- САМ Esprit дозволяє створити розумну заготовку, яка автоматично обрізається по розміру.

4. Операції обробки

а) Операція 010 – Торцювання

- Інструмент: прохідний різець 80° (тип SCLCR 2525)

- Швидкість V_c : ~ 160 м/хв.

- Подача: 0,25 мм/об

- Глибина: 0,5–1 мм

- Симуляція та перевірка

- САМ Esprit автоматично генерує траєкторії (Toolpath)

- Постпроцесор: HAAS

5. Генерація G-коду

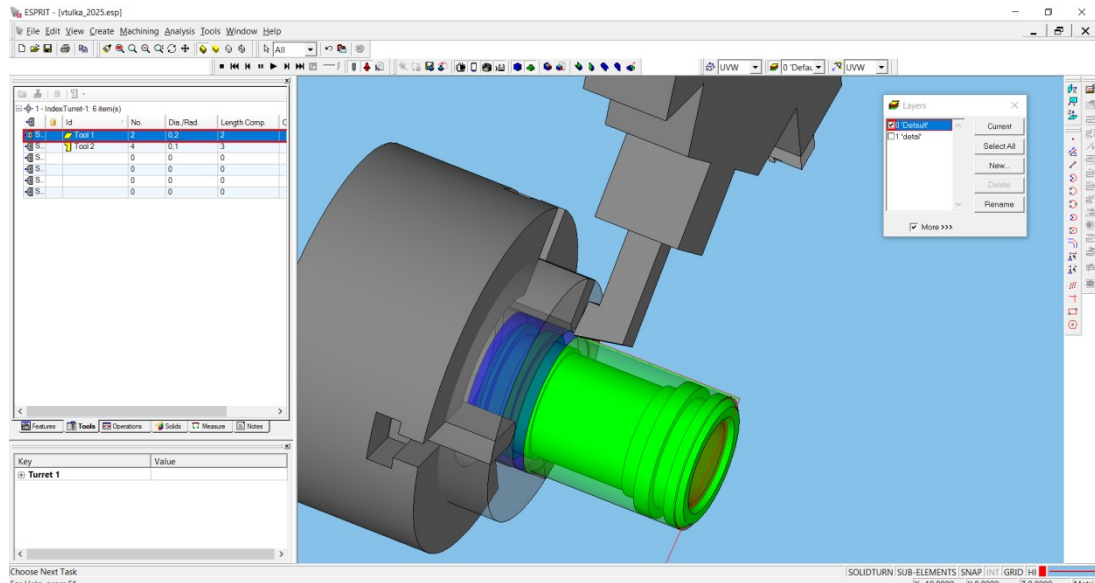
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ

Арк.

34

- В САМ Esprit виконується віртуальна обробка
- Перевірка:
 - зіткнення
 - залишки припуску
 - оптимізація подачі



7. Вивантаження документації:

- Карта наладки: інструменти, черговість, кріплення
- Карта обробки: швидкості, подачі, глибини
- Список інструментів із геометрією та кодами (наприклад, Sandvik, Iscar)

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ

Арк.

35

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок пристосування

При виборі пристроїв керуватимемося наступними правилами:

1. Пристрій повинен забезпечувати матеріалізацію теоретичної схеми базування на кожній операції за допомогою опорних та настановних елементів.

2. Пристрій повинен забезпечувати надійне закріплення заготовки під час обробки.

3. Затискач заготовки повинен здійснюватися по можливості автоматично.

4. Слід віддавати перевагу стандартним нормалізованим, універсально-збірним пристосуванням, і тільки за їх відсутності проектувати спеціальні пристосування.

5. Виходячи з розташування базових поверхонь та їх стану (точність і шорсткість), форми заготовки та розташування оброблюваних поверхонь вибираємо конструкцію пристосування.

6. Виходячи з габаритів заготівлі та розмірів базових поверхонь, вибираємо типорозмір пристосування.

Таблиця 3.1 – Вибір пристроїв

Номер операції	Найменування операції	Пристосування
1	2	3
010	Токарна	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий ДСТУ 2675
020	Токарна	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий ДСТУ 2675
030	Токарна	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий ДСТУ 2675
040	Токарна	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий ДСТУ 2675
050	Токарна	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий ДСТУ 2675
060	Токарна	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий

		ДСТУ 2675
070	Токарна	Патрон 3-х кулачковий самоцентруючий ДСТУ 2675
080	Фрезерна	Лещата пневматичні 7201-0009-02
090	Термічна (закалювання)	
100	Шліфувальна	Центр ДСТУ EN 12417:2018

Після вибору пристроїв отримали таке:

1. Пристосування забезпечують матеріалізацію теоретичної схеми базування кожної операції.

2. Пристосування забезпечують надійне закріплення заготовки під час обробки.

Для вдосконалення свого дипломного проекту, я змінив 3-х кулачковий патрон, що самоцентрується, на 3-х кулачковий самоцентруючий патрон, з клиновим затискним механізмом, що тим самим прискорює встановлення деталі і витрачається менше часу на токарні операції.

У процесі обробки на заготовку впливає система сил. З одного боку діє сила різання, яка прагне вирвати заготовку з кулачків, з іншого боку сила затиску, що перешкоджає цьому. З умови рівноваги моментів даних сил та з урахуванням коефіцієнта запасу визначаємо необхідне зусилля затискача.

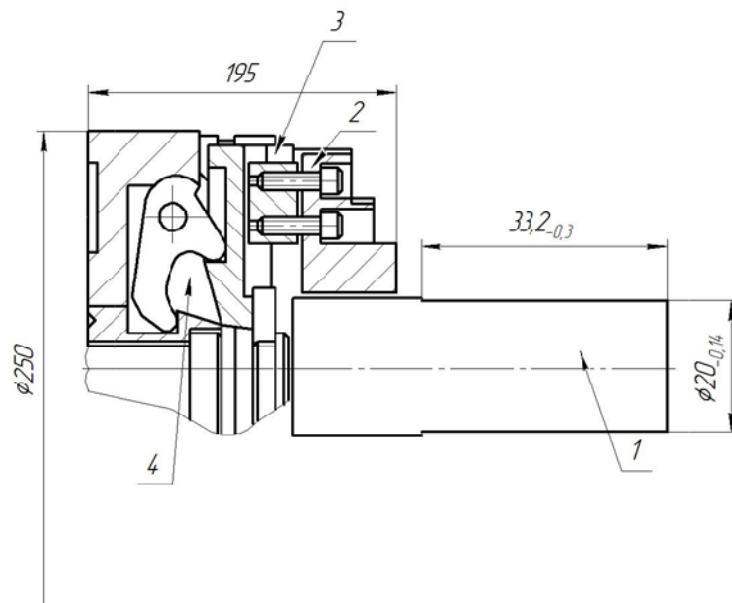


Рисунок 3.1- Схема закріплення заготовки

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		37

1-заготовка; 4-затискний механізм (клиновий); 2-кулачок змінний; 3-кулачок постійний; 5-корпус.

Сумарний крутний момент від дотичної складової сили різання прагне повернути заготовку в кулачках і дорівнює:

$$M_p^I = \frac{P_z \cdot D_1}{2}, \quad (3.1)$$

Повороту заготовки перешкоджає момент сили затискання, який визначається таким чином:

$$M_3^I = \frac{T \cdot D_2}{2} = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}, \quad (3.2)$$

де W - сумарне зусилля затиску, що припадає на три кулачки, Н;

f - коефіцієнт тертя робочої поверхні змінного кулачка, $f=0,3$;

D_1 - діаметр оброблюваної поверхні, мм; $d1 = 19$ мм.

D_2 - діаметр поверхні, що затискається, мм; $d2 = 21$ мм.

З рівності моментів M_p і M_3 визначимо необхідне зусилля затиску, що перешкоджає провороту заготовки в кулачках.

де K – коефіцієнт запасу;

P_z - тангенційна складова сили різання, Н;

Значення коефіцієнта запасу K , залежно від умов виконання технологічної операції, визначається за такою формулою [9, с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.4)$$

де K_0 - гарантований коефіцієнт запасу;

$K_0 = 1,5$;

K_1 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях заготовки;

$K_1 = 1,2$ - при чорновій обробці;

K_2 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання внаслідок затуплення різального інструменту;

$K_2 = 1,0$ - при чорновій обробці чавуну для P_z ;

$K_2 = 1,4$ - при чорновій обробці чавуну для P_y ;

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

K_3 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$$K_3 = 1,2;$$

K_4 - коефіцієнт, що характеризує сталість сили, що розвивається затискним механізмом;

$$K_4 = 1,0 \text{ - для механізованих приводів;}$$

K_5 - коефіцієнт, що характеризує ергономіку немеханізованого затискного механізму;

$$K_5 = 1,0 \text{ - для механізованих приводів;}$$

K_6 - коефіцієнт, що враховується лише за наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку, встановлену плоскою поверхнею;

$$K_6 = 1,0.$$

$$K_z = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16;$$

$$K_y = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,024.$$

Якщо $K < 2,5$, то за рекомендаціями приймаємо $K = 2,5$.

Підставивши вихідні дані у формулу (3.3) отримаємо:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 910,14 \cdot 19}{0,3 \cdot 21} = 2042,36 \text{ Н.}$$

Сила P_y прагнути вивернути заготовку з кулачків щодо осі OO_1 , створюючи момент від сили затиску:

$$M_P'' = P_y \cdot l', \quad (3.5)$$

На даний момент перешкоджає момент від сили затиску:

$$M_3'' = \frac{2}{3} \cdot D_2 \cdot T = \frac{2}{3} \cdot W^I \cdot f \cdot D_2, \quad (3.6)$$

Необхідна сила затиску дорівнює:

$$W_3^I = \frac{3 \cdot K \cdot P_y \cdot l'}{2 \cdot f \cdot D_2} = \frac{3 \cdot 3,024 \cdot 528,53 \cdot 94}{2 \cdot 0,3 \cdot 21} = 5145,13 \text{ Н}$$

Для подальших розрахунків приймаємо найгірший випадок $W = 5145,13 \text{ Н}$. Величина зусилля затиску W_1 , що прикладається до постійних кулачків, дещо збільшується в порівнянні з зусиллям затиску W і розраховується за формулою:

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		39

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3f_1(L_K/H_K)}, \quad (3.7)$$

де f_1 - коефіцієнт тертя напрямної постійного кулачка та корпусу патрона; $f_1 = 0,1$;

L_K – виліт кулачка, мм; $L_K = 11$ мм;

H_K — довжина напрямної постійного кулачка, мм; $H_K = 50$ мм.

У процесі конструювання патрона ці розміри можуть дещо змінитися, але це, як показує практика, не внесе істотних змін до розрахунку зусиль.

$$W_1 = \frac{5145,13}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (11/50)} = 6274,55 \text{ Н.}$$

Розрахунок затискного механізму патрона

Визначаємо зусилля Q , що створюється силовим приводом, що збільшується затискним механізмом і передається постійному кулачку:

$$Q = W_1 / i_c, \quad (3.8)$$

де i_c - передатне відношення за силою затискного механізму (виграш у силі).

Для клинового механізму:

$$i_{c.кп.} = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \phi) + \text{tg}\phi}, \quad (3.9)$$

де α - кут нахилу клина, приймаємо 15° .

ϕ і ϕ_1 — кути тертя на поверхнях кулачка та втулки та обумовлені за формулою: $\phi = \text{arctg} f_1 = \text{arctg} 0,1 = 5^\circ 43$, приймаємо $\phi = \phi_1 = 6^\circ$.

$$i_{c.кп.} = \frac{1}{\text{tg}(15+6) + \text{tg}6} = 2,044,$$

приймаємо найближче стандартне значення

Підставивши вихідні дані у формулу (3.8) отримаємо:

$$Q = 6274,55 / 2,3 = 2728 \text{ Н.}$$

Приймаємо клиновий затискний механізм.

Розрахунок силового приводу

На початку спробуємо застосувати пневматичний привід, тому що у будь-якому виробництві є трубопроводи для подачі стисненого повітря. Діаметр поршня

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

пневмоциліндра.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (3.10)$$

де p - надлишковий тиск повітря, що приймається в розрахунках 0,4 МПа;

$\eta = 0,9$ - ККД привода.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{2728}{0,4 \cdot 0,9}} = 87 \text{ мм}$$

При розрахунку за формулою (3.10) діаметр поршня вийшов більше 80 мм, застосовуватимемо гідравлічний привід, де за рахунок регулювання тиску масла можна отримати великі вихідні зусилля. При заданому зусиллі Q підбираємо тиск олії ($P_r = 1,0; 2,5; 5,0; 7,5$ Мпа) так, щоб діаметр поршня не перевищував 80 мм.

В якості приводу приймаємо гідроциліндр двосторонньої дії з робочим тиском 1,0 МПа. Визначимо діаметр поршня гідроциліндра, підставивши вихідні дані у формулу При розрахунку за формулою (3.10) діаметр поршня вийшов більше 80 мм, застосовуватимемо гідравлічний привід, де за рахунок регулювання тиску масла можна отримати великі вихідні зусилля. При заданому зусиллі Q підбираємо тиск олії ($P_r = 1,0; 2,5; 5,0; 7,5$ Мпа) так, щоб діаметр поршня не перевищував 80 мм.

Як привід приймаємо гідроциліндр двосторонньої дії з робочим тиском 1,0 МПа.

Визначимо діаметр поршня гідроциліндра, підставивши вихідні дані у формулу (3.10):

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{2728}{1,0 \cdot 0,95}} = 54 \text{ мм.}$$

Приймаємо по ISO 15552 найближче значення $D = 63$ мм.

3.3 Розрахунок та конструювання вимірювального інструменту (під готову деталь)

Спосіб проставлення операційних розмірів вибираємо в залежності від методу досягнення точності. Для виконання вище розглянутих операцій застосовуємо спосіб досягнення точності розмірів за допомогою налаштованого

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

обладнання. У цьому випадку має місце кілька варіантів проставлення операційних розмірів, отримання яких залежить від технологічних можливостей обладнання, що застосовується. Так як при розробці технологічного процесу виготовлення деталі використовувалося стандартне та універсальне обладнання, то було б доцільно застосувати координатний спосіб проставлення операційних розмірів

При виборі засобів контролю будемо, використовуючи рекомендації [9,10] та керуватися такими правилами:

1. Точність вимірювальних інструментів і пристроїв повинна бути істотно вищою за точність вимірюваного розміру, однак виправдане підвищення точності веде до різкого подорожчання.

2. Слід віддавати перевагу стандартним та нормалізованим засобам контролю.

Дані щодо вибору засобів контролю заносимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вибір засобів контролю

Номер операції	Найменування операції	Засіб контролю
1	2	3
010	Токарна	Штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
020	Токарна	Штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
030	Токарна	Мікрометр МК-50 ДСТУ ГОСТ 6507:2009
040	Токарна	Штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
050	Токарна	Штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
060	Токарна	Калібр-скоба ДСТУ 2234-93
070	Верстак	Штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
080	Фрезерування	Штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

090	Термічна (закалювання)	Штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
100	Шліфувальна	Штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ EN ISO 13385-1:2018
110	Верстак	Штангенциркуль ШЦ-I ДСТУ EN ISO 13385-1:2018

Калібр - безшкальний інструмент, призначений для контролю розмірів, форми та взаємного розташування поверхонь деталі.

Розрахунок граничних розмірів калібру – скоби

Умовні позначення:

T – допуск деталі; H1 – допуск на виготовлення прохідної та непрохідної сторони калібру; Y1 - допустиме зношування прохідної сторони; z1 – відстань від граничного розміру середини допуску прохідної сторони; Hр – допуск на виготовлення контр – калібрів скоб

Розрахувати граничні розміри прохідної сторони

$$D_{\text{прmax}} = d_{\text{max}} - z_1 + \frac{H_1}{2} \quad (3.1)$$

$$\text{Зношування } D_{\text{призн}} = d_{\text{max}} + y_1 \quad (3.2)$$

Розрахувати граничні розміри непрохідної сторони калібру

$$D_{\text{неmax}} = d_{\text{min}} + \frac{H_2}{2} \quad (3.3)$$

За виконавчі розміри приймаються найменші граничні розміри і всі допуски задаються ПЛЮС.

Розрахунок калібру-скоби представлений у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. – Розрахунок граничних розмірів калібру-скоби

Номінальний розмір отвору	Нові калібри-скоби			Граничний розмір зношеного калібру ПР
	Найбільший граничний розмір		Граничні відхилення	
	ПР	НЕ		
15h7	14.973	14.959	0.018	15

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Заходи щодо забезпечення життєдіяльності, охорони навколишнього середовища, протипожежного захисту

Організація охорони праці на підприємстві є одним із найважливіших завдань та обов'язків адміністрації, яка повинна забезпечувати належне технічне обладнання всіх робочих місць та створює на них умови роботи, що відповідають правилам з охорони праці. Відповідальність загалом по підприємству несуть директор та головний інженер.

За окремими ділянками, цехами та відділами відповідальними є відповідні керівники підрозділів (начальники цехів, дільниць, бюро: майстри тощо) безпосередній посібник з організації охорони праці здійснює головний інженер.

ТК РБ, з метою забезпечення охорони праці, на адміністрацію покладаються такі завдання: по-перше, проведення інструктажу робітників та службовців з техніки безпеки, виробничої санітарії, протипожежної охорони та інших правил охорони праці; по-друге, постійний контроль за дотриманням працівниками всіх вимог інструкцій з охорони праці. Особливу роль організації роботи із забезпечення безпечних і здорових умов праці для підприємства грає служба техніки безпеки, яка підпорядкована головному інженеру безпосередньо. До її складу входять інженери з техніки безпеки (на базовому підприємстві їх три, один з них старший інженер), які відповідають за організацію розробки заходів з техніки безпеки виробничими підрозділами та беруть участь у їх здійсненні та контролі за їх виконанням.

Види інструктажів з техніки безпеки, їх періодичність та порядок Інструктаж з охорони праці на ДЗСК поділяється на вступний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий, цільовий.

Вступний інструктаж проводиться з усіма новоприйнятими на роботу незалежно від їх освіти, стажу роботи за даною професією або посадою, а також з тимчасовими працівниками, практикантами, та тими, хто у

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

відрядженні. Проводиться вступний інструктаж інженером з безпеки в кабінеті охорони праці, тривалістю не менше 2 годин. Після цього робиться запис у журналі реєстрації вступного інструктажу з обов'язковими розписами інструктованого та інструктуючого, а також у наказі про прийом на роботу.

Первинний інструктаж на робочому місці проводиться до початку виробничої діяльності безпосереднім керівником підрозділу (начальник цеху, бюро, старший майстер, майстер дільниці) з відповідною реєстрацією в журналі інструктажу на робочому місці.

Повторний інструктаж проводять індивідуально або з групою працівників однієї професії за програмою первинного інструктажу 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводять у разі: введення в дію нових або перероблених стандартів, правил, інструкцій з охорони праці; зміну технологічного процесу, заміну або модернізацію обладнання, пристосування, інструменту та ін; порушення працівниками правил безпеки праці; перерви у роботі понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводять під час виконання разових робіт, які пов'язані з прямими обов'язками за спеціальністю. Як і первинний, повторний та цільовий інструктаж проводить безпосередній керівник підрозділу з відповідною реєстрацією у журналі проведення конкретного інструктажу.

На підприємстві передбачено триступеневий метод контролю за охороною праці.

I ступінь – здійснює майстер щодня.

II ступінь – начальник цеху та інженер з техніки безпеки 1 раз на тиждень.

III ступінь – головний інженер заводу, старший інженер з техніки безпеки, промсанлікар за участю головного механіка та енергетика 1 раз на місяць.

4.2 Вимоги до природного та штучного освітлення

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Правильно розрахована і змонтована система освітлення відіграє істотну роль у зниженні травматизму, зменшуючи потенційну небезпеку багатьох виробничих факторів, створюючи нормальні умови роботи органам зору та підвищуючи загальну працездатність організму.

1.3 Пожежна безпека

Для вирішення основних питань пожежної профілактики (вибору ступеня вогнестійкості будівель та конструктивності елементів, засобів гасіння пожежі та ін.) дуже важливо знати пожежну небезпеку різних виробництв. З цією метою всі виробництва в залежності від характеру виробничих процесів, властивостей матеріалів, що підлягають обробці, застосуванню або зберіганню, поділяють на наступні категорії пожежної небезпеки. Виробництва, пов'язані із застосуванням:

а) речовин, займання або вибух яких може виникнути внаслідок впливу води чи кисню повітря

б) рідин з температурою спалаху парів 280С та нижче;

в) горючих газів, нижня межа вибуху яких до обсягу повітря 10% і менше, при застосуванні цих газів у кількостях, які можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші.

Виробництва, пов'язані із застосуванням:

а) рідин із температурою спалаху від 280 до 1200С ;

б) горючих газів, нижня межа вибуховості яких до обсягу повітря більше 10%, при застосуванні цих газів у кількостях, які можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші.

в) виробництва, в яких виділяються горючі волокна або пил, що переходять у зважений стан, в такій кількості, що вони можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші.

Виробництва, пов'язані з обробкою та застосуванням твердих горючих речовин та матеріалів, а також рідин з температурою спалаху парів вище 1200С.

Найменування виробництв, що належать до груп:

- цехи обробки та застосування металевого натрію та калію;

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- водневі станції та склади горючих стиснутих газів у балонах - склади бензину, бензолу, ефіру та сірковуглецю;
- насосні станції з перекачування рідин розчинників з температурою спалаху парів 280С і нижче;
- акумуляторні приміщення електростанцій;
- цехи приготування та транспортування вугільного пилу;
- цехи обробки синтетичного каучуку;
- насосні станції з переробки горючих рідин із температурою спалаху парів вище 280 до 1200С;
- мазутне господарство електростанцій;
- деревообробне виробництво;
- паперове та поліграфічне виробництво;
- склади мінеральних мастил;
- склади олії та олійне господарство електростанцій;
- трансформаторні майстерні;
- розподільні пристрої з вимикачами та апаратурою, яка містить більше 60 кг олії;
- транспортні галереї та естакади для вугілля та торфу
- закриті склади вугілля і т.п.

По найбільш пожежонебезпечному виробництву, призначеному для розміщення будівлі, визначають необхідну ступінь вогнестійкості будівлі та її місце на генеральному плані з урахуванням напрямку панівних вітрів.

1.4 Охорона навколишнього середовища

За ДСТУ 7239:2011 встановлено граничні допустимі концентрації шкідливих речовин, у повітрі робочої зони виробничих приміщень.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі - це концентрації, які при 8-ми годинному робочому дні за весь день не викликають захворювань або відхилень у стані здоров'я.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		47

Стандарт встановлює ГДК понад 700 видів шкідливих речовин. При тривалості роботи в атмосфері, що містить окис вуглецю, не більше 1-ї години ГДК окису вуглецю може бути підвищена до 50 мг/м³, при тривалості роботи не більше 30-ти хвилин - до 100 мг/м³, при тривалості роботи не більше 15-ти хвилин/м².

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		48

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті було запропоновано та розроблено пристосування, виконані розрахунки режимів різання, розрахунок міряльного інструменту. Дано ефективний економічний аналіз, що характеризує виготовлення деталі «Втулка». Розраховано заробітну плату, яка становить 10253,83 на одного основного робітника.

На ділянці були використані верстати: чотири токарно-гвинторізні верстати 16К20, один вертикально-фрезерний ГФ2171 і шліфувальний верстат 3К227Б. А також була використана піч ТЕК 10,1 яка розташована на ділянці, тобто ливарний цех на виробництві не спостерігається. Графік завантаження, розташований на кресленні "Планування ділянки механічного цеху", показує, що ділянка характеризується серійним виробництвом оскільки з розрахунку наведе коефіцієнт 0,98.

Зміни, внесені в техпроцес виготовлення деталі дозволили досягти основних цілей проекту, забезпечити заданий обсяг випуску деталей, знизити собівартість і підвищити якість виготовлення порівняно з базовим варіантом технологічного процесу.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування : навчальний посібник. Львів : Магнолія, 2018. 500 с.
2. Гордєєв А. І. Урбанюк Є.А., СілінР.С. Збірник задач з проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник. Хмельницький: ХНУ 2013. 159 с., іл.
3. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
4. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафєєв ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
5. ДСТУ EN ISO 4414:2018 Пневмоприводи. Загальні правила застосування та вимоги щодо безпеки для систем та їхніх складових частин (EN ISO 4414:2010, IDT; ISO 4414:2010, IDT).
6. ДСТУ EN 13788:2008 Металообробні верстати. Безпека. Верстати токарні багатошпиндельні автоматичні (EN 13788:2001, IDT).
7. ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови
8. ДСТУ 8540:2015 Прокат листовий гарячекатаний. Сортамент. Наказ від 18.12.2015 № 197
9. ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі. Технічні умови.
10. ДСТУ EN ISO 13385-1:2018 Технічні вимоги до геометричних параметрів продукції (GPS). Прилади для лінійних та кутових вимірювань. Частина 1. Штангенциркулі. Проектні та метрологічні характеристики (EN ISO 13385-1:2011, IDT; ISO 13385-1:2011, IDT)
11. ДСТУ ISO 866:2018 Свердла центрувальні для свердління центрових отворів без запобіжних фасок. Тип А (ISO 866:2016, IDT)

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		50

- 12.ДСТУ ISO 603-4:2019 Абразиви зі зв'язкою. Розміри. Частина 4. Шліфувальні круги для плоского шліфування, шліфування периферією круга (ISO 603-4:1999, IDT)
- 13.ДСТУ 8981:2020 Виливки з металів та сплавів. Допуски розмірів, маси та припуски на механічну обробку Наказ від 24.02.2020 № 41 Про прийняття та скасування національних стандартів.
- 14.ДСТУ 9182:2022 Поковки з вуглецевої і легованої сталі, виготовлені куванням на пресах. Припуски і допуски.
- 15.ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення». Наказ від 27.02.2019 № 38
- 16.Залога В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник / В.О. Залога, О.О. Залога, В.Д. Гончаров; за загальн. ред. В.О. Залози. Суми: Сумський державний університет, 2013. 371 с.
- 17.Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування: Навчальний посібник - Львів: "Новий Світ-2000", 2009.-358 с.
- 18.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.
- 19.Прогресивні технології виготовлення деталей насосного обладнання : навчальний посібник / І. М. Дегтярьов, А. О. Нешта, В. О. Колесник. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 256 с
- 20.Проектування і виробництво заготовок / підручник. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 353 с.
- 21.Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Самостійна та індивідуальна робота студентів [Текст] : навчальний посібник / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський, О. В. Паславська. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 88 с.
- 22.Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур та ін. – Львів : Новий Світ, 2010. – 422 с.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		51

23. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.В.Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.
24. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник / Юрчишин І.І. та ін. Видавництво НУ «Львівська політехніка». 2009. 528 с.
25. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навчальний посібник. / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, В. П. Пурдик. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 123 с.
26. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. 386 с.

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ДП.ПМ.ФІТА.34.25.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		