

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі «Технологія виготовлення деталі
Назва теми

"Палець 284.778-96" з використанням верстатів з ЧПК

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності
Назва

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДП.ПМ.ФІТА.24.11.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТ-20-1
Шифр


Підпис

Василь АНТОСІЮК
Ім'я, прізвище

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


Підпис

Сергій БИСЬ
Ім'я, прізвище

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент


Підпис

Сергій БИСЬ
Ім'я, прізвище

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва


Підпис

Віталій ТКАЧУК
Ім'я, прізвище

Дата «20» 06 2024

Хмельницький 20 24

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

1.23.2024

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Антосюку Василіо Сергійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі "Палець 284.778-96" з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Бись Сергій Степанович, к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від 15 лютого 2024 р. № 8

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2023

3 Вихідні дані до проєкту (роботи) кресленник деталі "Палець 284.778-96" та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску 1,5 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: кресленник деталі із 3D моделлю (1 лист А2); створення деталі в САМ Esprit (1 лист А1); кресленник карти наладки (1 лист А2); кресленник верстатного пристрою (1 лист А1); кресленник контрольного калібру (1 лист А2)

6 Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

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

7 Дата видачі завдання 6.03.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ	20.03.2023	
2 Технологічний розділ	20.04.2023	
3 Конструкторський розділ	20.05.2023	
4 Охорона праці	10.06.2023	

Студент


Підпис

Василь АНТОСІЮК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проєкту (роботи)


Підпис

Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ Т.М.

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатами звіту/звітів подібності щодо роботи, продукованими програмно-технічним засобом (ами) перевірки текстів на плагіат:

Назва кваліфікаційної роботи Терминологія владівних органів

Автор Антосюк Василь з вищого класу вищої освіти

Освітня програма _____

Спеціальність: 131 Циклограма менеджменту

Науковий керівник: Бісєв С.А.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	
2	Виявлені запозичення не є 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.	
3	Виявлені запозичення не є 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 допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Директору в роботі та Василь
Робота Антосюк Василь з вищого класу вищої освіти

Дата _____

Завідувач кафедри _____

Підпис

Ім'я, прізвище

Гарант освітньої програми _____

Підпис

Ім'я, прізвище

Керівник кваліфікаційної роботи _____

Підпис

Ім'я, прізвище

Завідувачу кафедри

Т.М.

Ткачук В.Р.

здобувача вищої освіти (студента
ПІБ, факультет, «курс», «група»)

Аносов В.

ЗАЯВА

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

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та/або Anti-Plagiarism) і використання роботи для виявлення академічного 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 надається для перевірки в електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

20.06.24

дата

[Підпис]

підпис

Міністерство освіти і науки України
Хмельницький національний університет

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект Антосюка Василя Сергійовича
Тема: Технологія виготовлення деталі " Палець 284.778-96" з використанням
верстатів з ЧПК

Тема дипломного проекту відповідає спеціальності та дозволяє розкрити знання та навички набуті під час навчання.

Дипломний проект має необхідні розділи, які передбачені завданням згідно із методичними рекомендаціями до виконання.

У дипломному проекті студент проаналізував конструкцію обраної деталі, її технологічність та визначив тип виробництва.

Обрав (економічно обгрунтувавши) метод отримання заготовки - прокат, а в подальшому був розроблений удосконалений технологічний процес механічного оброблення деталі палець з використанням сучасного м/р устаткування з ЧПК фірми HAAS. Виконано розрахунок припусків на оброблення, визначені режими різання, норми штучного часу. Розроблено в САМ Esprit керуючу програму для токарного верстата з ЧПК. Усі прийняті рішення технологічного розділу підкріплені відповідними розрахунками і виконані на високому рівні.

У конструкторському розділі розроблено верстатний пристрій для фрезерної операції та контрольний інструмент – калібр-скобу.

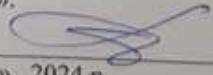
Графічна частина виконана у відповідності з вимогами СКД та ДСТУ, розділи розрахунково-пояснювальної записки оформлені з виконанням основних вимог високому рівні.

Все це свідчить про досить високий рівень дипломника як сформованого молодого спеціаліста.

Вагомих недоліків у дипломній роботі не виявлено. Дипломна робота, виконана згідно завдання, в повному обсязі на достатньому технічному рівні заслуговує оцінки «добре».

Рецензент:

« 19 » « 06 » 2024 р.


Олег БАБАК

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Антосюк Василь Сергійович на захист дипломного проєкту (роботи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Палець 284.778-96" з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету

(підпис)

(ім'я, прізвище)

ОЛЕКСАНДР
ОЛЕКСАНДРЕНКО

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Антосюк В. С. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2020 по 2020 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 13,33 %, добре 60,00 %, задовільно 26,67 %.
шкалою ЄКТС: А 13,46 %, В 19,23 %, С 36,54 %, D 21,15 %, E 9,62 %.

Методист факультету

(підпис)

(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент

Антосюк Василь Сергійович
методи розробки на програмному
тех процесів виготовлення деталей машин.
ЗР виконав у повному об'ємі і
часно

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

Керівник дипломного проєкту

добре
(підпис)

Вись С.С.
(ім'я, прізвище)

20.06 2024 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

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

Завідувач кафедри

(підпис)

(підпис, ім'я, прізвище)

2024 р.

Реферат

Дипломного проєкту на тему:

Технологія виготовлення деталі "Палець 284.778-96" з використанням
верстатів з ЧПК

Здобувач: Василь АНТОСЮК Керівник: к.т.н., доцент Сергій БИСЬ

Випускна кваліфікаційна робота 62 с., 2 рис., 22 табл., 23 використаних
джерел, 4 дод. Графічна частина 4 листи А1.

Ключові слова: Палець, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС,
МЕТАЛОРІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ, ВЕРСТАТ, ЧПК, РЕЖИМИ
РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ.

Об'єктом дипломного проєкту є деталь "Палець 284.778-96".

Мета роботи – технологічна підготовка виробництва деталі "Палець 284.778-96".

У роботі виконано конструкторський аналіз деталі, розроблено технологічний процес, вибрано обладнання для виробництва деталі, складено керуючу програму для верстата з ЧПК та розроблено карти наладки до них.

У технологічному розділі виконано техніко – економічні розрахунки порівняння двох варіантів вибору заготовки; технологічного маршруту оброблення деталі; розрахунки припусків, режимів різання, норм часу на виконання операцій механічного оброблення. Розраховано режими різання, призначено норми часу, мінімальні припуски.

В конструкторському розділі виконані розрахунки верстатного пристрою для оброблення поверхонь. Розраховано контрольно – вимірювальний пристрій для контролю радіального биття.

Запропоновано шляхи вирішення питань пожежної екологічної безпеки. Також вирішено питання безпеки співробітників на робочих місцях.

Автор:

Василь АНТОСЮК

/Підпис/

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1 Технологічна частина	8
1.1 Вихідні дані	8
1.2 Визначення типу виробництва	8
1.3 Аналіз технологічності деталі	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Розробка маршруту виготовлення деталі «Палець»	15
2.2 Розмірний аналіз розроблюваного технологічного процесу виготовлення деталі «Палець»	20
2.3 Вибір обладнання	23
2.4 Розрахунок режимів різання	26
2.5 Розрахунок режимів різання	33
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1 Опис роботи переналагоджувального скальчастого кондуктора з налагодженням для свердління радіально розташованих отворів	36
3.2 Визначення сили закріплення заготовки	37
3.3 Розрахунок приводу затискного пристрою	40
3.4 Проектування калібру-скоби	41
4 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ	43
4.1 Правові та організаційні питання забезпечення безпеки	43
4.2 Виробнича безпека	44
4.2.1 Аналіз виявлених шкідливих факторів проектного виробничого середовища виробничого середовища	45
4.2.1.1 Підвищений рівень шуму	45
4.2.1.2 Підвищений рівень вібрації	46
4.2.1.3 Підвищений рівень електромагнітних випромінювань	47

ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
Розроб.		Антосюк В.С		
Перев.		Бись С.С.		
Н. контр.		Бись С.С.		
Затв.		Гкачук В.П.		
Технологія виготовлення деталі "Палець 284.778-96" з використанням верстатів з ЧПК				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		н	5	
ХНУ ПМТ-20-1				

4.2.1.4 Недостатня освітленість робочої зони	49
4.2.1.5 Відхилення параметрів мікроклімату	50
4.2.1.6 Хімічні речовини	52
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розроб.		Антосяк В.С			Технологія виготовлення деталі "Палець 284.778-96" з використанням верстатів з ЧПК	Літера	Аркуш	Аркушів
Перев.		Бись С.С.				н	5	
Н. контр.		Бись С.С.				ХНУ		
Затв.		Гкачук В.П.				ПМТ-20-1		

ВСТУП

Ефективність виробництва, його технічний прогрес багато в чому залежить від швидкого розвитку виробництва нових машин, обладнання, апаратів і верстатів, від упровадження методів техніко-економічного аналізу.

Підвищення ефективності машинобудівного виробництва на сучасному етапі визначається підвищенням якості виробів, зниженням трудомісткості, собівартості та металомісткості їх виготовлення.

Для автоматичного процесу обробки на металорізальних верстатах за допомогою пристроїв із числовим програмним керуванням, важливою частиною є збереження верстатами універсальності. Це дає змогу здійснювати на верстатах обробку всього переліку деталей, який може бути вироблений на універсальних верстатах належного типу.

Головним завданням раціональної експлуатації металорізальних верстатів з числовим програмним керуванням є забезпечення безвідмовної і тривалої обробки на них деталей зі встановленою продуктивністю, точністю і шорсткістю обробленої поверхні.

Метою даної роботи є розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Палець».

Для досягнення поставленої мети необхідно розрахувати припуски, призначити режими різання. Вибрати відповідне обладнання, пристосування, інструмент, за допомогою яких буде проводитися обробка. Необхідно розрахувати норми часу, необхідні для виготовлення деталі «Палець».

Розроблений технологічний процес деталі «Палець» повинен задовольняти вимоги економічності виготовлення.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		11

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1 Технологічна частина

1.1 Вихідні дані

Розробити технологічний процес виготовлення деталі «Палець», представленого на рисунку 1.1. Річна програма випуску N = 1500 штук.

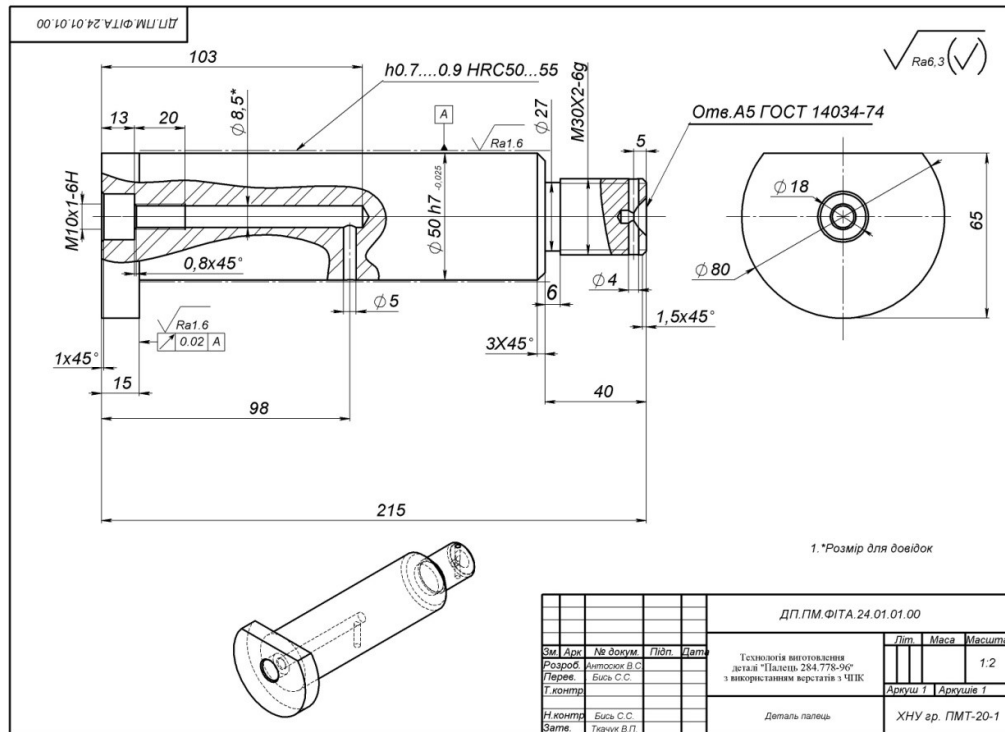


Рисунок 1.1 — Креслення деталі «Палець»

Рисунок 1.1 у масштабі подано в Додатку Е.

1.2 Визначення типу виробництва

Розрахунок такту випуску, визначення типу виробництва

На етапі проектування технологічного процесу для того, щоб визначити тип виробництва необхідно визначити коефіцієнт закріплення операцій.

$$K_{з.о.} = \frac{t_B}{T_{сер}} \quad (1.1)$$

де t_B — такт випуску деталі, хв;

$T_{\text{сер}}$ — середній штучно-калькуляційний час на виконання операцій технологічного процесу, хв.

Такт випуску деталі визначимо за формулою:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60}{N_{\text{р}}} \quad (1.2)$$

де $F_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання при двозмінній роботі, хв;

$N_{\text{р}}$ – річний обсяг випуску деталей, шт.

$$F_{\text{д}} = F_{\text{н}} \cdot \left(1 - \frac{K}{100}\right), \quad (1.3)$$

де $F_{\text{н}} = d \cdot t \cdot n$ - номінальний фонд роботи устаткування при 2-х змінному режимі роботи;

$K=5\%$ – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу;

$d=247$ – число робочих днів у 2019 році;

$t=12$ – тривалість робочої зміни;

$n=2$ – кількість робочих змін на день.

$$F_{\text{д}} = 247 \cdot 12 \cdot 2 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 5630 \text{ год}$$

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{д}} \cdot 60}{N_{\text{р}}} = \frac{5630 \cdot 60}{1500} = 225,2 \text{ хв}$$

Для виконання операцій технологічного процесу визначимо середній час [1]:

$$T_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.і}}}{n} \quad (1.4)$$

де $T_{\text{ш.к.і}}$ – штучно-калькуляційний час і-ої основної операції, хв;

n – кількість основних операцій

Таблиця 1.1 – Визначення норм основного часу

Найменування переходу	Основний час обробки T_0 , хв
Відрізка	$0,011 \cdot (D^2 - d^2)$
Чорнове підрізування торця	$0,000037 \cdot (D^2 - d^2)$
Чистове підрізування торця	$0,000052 \cdot (D^2 - d^2)$
Чорнове точіння	$0,000075 \cdot dl$
Чистове точіння	$0,00017 \cdot dl$

Чорнове розточування отворів	$0,00020 \cdot dl$
Свердління отворів	$0,00052 \cdot dl$
Зенкерування	$0,00021 \cdot dl$
Найменування переходу	Основний час обробки T_0 , хв
Відрізка	$0,011 \cdot (D_2 - d_2)$
Чорнове підрізування торця	$0,000037 \cdot (D_2 - d_2)$
Чистове підрізування торця	$0,000052 \cdot (D_2 - d_2)$
Чорнове точіння	$0,000075 \cdot dl$
Чистове точіння	$0,00017 \cdot dl$
Чорнове розточування отворів	$0,00020 \cdot dl$
Свердління отворів	$0,00052 \cdot dl$
Зенкерування	$0,00021 \cdot dl$
Фрезерування	$0,0070 \cdot dl$
Нарізати різьбу в отворах	$0,0004 \cdot dl$
Нарізати різьблення на валу	$0,019 \cdot dl$
<p>d - діаметр оброблюваної поверхні; l - довжина оброблюваної поверхні; D - діаметр оброблюваного торця; $(D-d)$ - різниця найменшого і найбільшого діаметрів оброблюваного торця</p>	

Розрахунок основного часу:

000 Заготівельна: $T_0=0,011 \cdot D=0,88$ хв,

005 Токарна:

1 перехід

$T_0=0,000037 \cdot (D_2 - d_2) = 0,000037 \cdot (802-0) = 0,24$ хв,

2 перехід

$T_0 = 0,00052 \cdot dl = 0,00052 \cdot 18 \cdot 7 = 0,065$ хв,

010 Токарна з ЧПК:

1 перехід

$T_0=0,000075 \cdot dl = 0,000075 \cdot 200 \cdot 50 = 0,75$ хв,

2 перехід

$T_0=0,000075 \cdot dl = 0,000075 \cdot 43 \cdot 30 = 0,096$ хв,

3 перехід

$T_0=0,00017 \cdot dl = 0,00017 \cdot 30 \cdot 1,5 = 0,007$ хв,

4 перехід

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		14

$$T_0=0,00017-d_1 = 0,00017-27-6 = 0,027 \text{ хв,}$$

5 перехід

$$T_0=0,00017-d_1 = 0,00017-200-50 = 1,7 \text{ хв,}$$

6 перехід

$$T_0=0,00017-d_1 = 0,00017-50-3 = 0,025 \text{ хв,}$$

7 перехід

$$T_0=0,019-d_1 = 0,019-30-34 = 19,38 \text{ хв,}$$

015 Токарна з ЧПУ:

1 перехід

$$T_0 = 0,000052-(D_2 - d_2) = 0,000052- (802-302) = 0,286 \text{ хв,}$$

2 перехід

$$T_0 = 0,00017-d_1 = 0,00017-80-15 = 0,204 \text{ хв,}$$

4 перехід

$$T_0 = 0,00052-d_1 = 0,00052-8,92-103 = 0,47 \text{ хв,}$$

5 перехід

$$T_0=0,00020-d_1 = 0,00020-16-13 = 0,042 \text{ хв,}$$

6 перехід

$$T_0=0,00017-d_1 = 0,00017-16-1 = 0,0027 \text{ хв,}$$

7 перехід

$$T_0=0,00021-d_1 = 0,00021 \cdot 8,92-0,8 = 0,0015 \text{ хв,}$$

8 перехід

$$T_0 = 0,0004-d_1 = 0,0004-10-20 = 0,08 \text{ хв,}$$

020 Свердлильна:

$$T_0 = 0,00052-d_1 = 0,00052-5-25 = 0,065 \text{ хв,}$$

025 Свердлильна:

$$T_0 = 0,00052-d_1 = 0,00052-4-30 = 0,062 \text{ хв,}$$

030 Фрезерна:

$$T_0=0,0070-1 = 0,0070-65 = 0,455 \text{ хв.}$$

Штучно - калькуляційний час і-ої основної операції визначимо за формулою [1, с. 147]:

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		15

$$T_{шкi} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi} \quad (1.5)$$

де $\varphi_k = 1$ (заготівельна операція);

$\varphi_k = 2,14$ (токарні верстати);

$\varphi_k = 1,72$ (вертикально-свердлильні верстати);

$\varphi_k = 1,84$ (фрезерні верстати).

Таблиця 1.2 – Результати розрахунків основного та штучно-калькуляційного часу

Операція	ΣT_0 , хв	$\Sigma T_{шт.к}$, хв
000 Заготівельна	0,88	0,88
005 Токарна	0,305	0,6527
010 Токарна з ЧПУ	21,985	47,05
015 Токарна з ЧПУ	1,0862	2,324
020 Свердлильна	0,065	0,112
025 Свердлильна	0,062	0,106
030 Фрезерна	0,455	0,84

За формулою (4) визначимо середній час на виконання операцій технологічного процесу:

$$T_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{0,88+0,6527+47,05+2,324+0,112+0,106+0,84}{7} = 7,34 \text{ хв}$$

За формулою (1) визначимо коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{сер}} = \frac{225,2}{7,43} = 30,3$$

Оскільки $K_{з.о.} = 30,3$, то тип виробництва дрібносерійний.

1.3 Аналіз технологічності деталі

Відповідно до ГОСТ 14.205-83 технологічність конструкції виробу розглядається як сукупність властивостей виробу, що визначають його пристосованість до досягнення прийнятних витрат під час виробництва, експлуатації та ремонту.

Проведемо аналіз конструкції деталі:

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		16

1. Матеріал деталі (Сталь 38Х2МЮА) має задовільну пластичність і дає нам змогу одержати заготовку за один хід деформуючого інструмента, що істотно знижує робочий час і також позначиться на зниженні собівартості продукції.

2. Для отримання наближеної форми поковки до форми готової деталі потрібен штамп з одним роз'ємом. Форма деталі не вимагає використання штампів зі складною формою робочих порожнин, що зменшує вартість заготовки.

3 Матеріал деталі «Палець» сталь 38Х2МЮА. Ця сталь має коефіцієнт оброблюваності: 0,7 - для твердих сплавів, 0,5 - для швидкорізальних сплавів. Отже, під час обробки цієї сталі різальний інструмент буде зношуватися швидше, ніж під час обробки еталонного матеріалу (сталь 45). Це потребуватиме додаткових витрат на різальний інструмент, знизить продуктивність обробки деталі і підвищить її собівартість.

4 Оскільки деталь має отвори під масляні канали, їх обробка пов'язана із застосуванням спеціального верстатного пристосування, а саме: під час свердління отвору під масляний канал на циліндричній поверхні, перпендикулярно до осі цього циліндра, це збільшує собівартість деталі. А для свердління масляного каналу з торцевої частини деталі потрібне спеціальне довге свердло;

5. У конструкції деталі є канавки для виходу інструменту. Це необхідно для того, щоб інструмент не працював «в упор», тобто, не забігаючи на сполучну поверхню, оскільки поверхня має бути оброблена повністю. Тому канавки запобігають контакту інструменту з поверхнями, що сполучаються, тим самим не підрізаючи їх. Це збільшує ресурс інструменту, тим самим скорочуючи витрати на нього;

6. У конструкції деталі передбачено дві поверхні високого ступеня точності, з допуском перпендикулярності та співвісності 0,04 мм і 0,025 мм відповідно, які можуть бути досягнуті на верстатах нормальної точності, що зменшує собівартість готової продукції.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		17

7. Поверхні деталі піддають термічній обробці, що потребує додаткової механічної обробки. Так само деталь піддається хімічній обробці, а отже, збільшиться трудомісткість виготовлення деталі.

8. У конструкції деталі присутні концентратори напружень на перепаді діаметрів, що може призвести до появи тріщин у процесі експлуатації або виготовленні деталі [7].

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сталі марки 38Х2МЮА

Алю-міній	Кремій	Марганець	Мідь	Молибден	Нікель	Сірка	Вуглець	Фосфор	Хром
0,7 – 1,1%	0,2 – 0,45%	0,3 – 0,6%	0,3%	0,15 – 0,25%	0,3%	0,025 %	0,35 – 0,42%	0,025 %	1,35 - 1,65 %

На підставі перерахованого вище робимо висновок про те, що деталь з погляду її механічної обробки технологічна. На кресленні деталі позначено матеріал Сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-2016. Заготовку деталі отримуємо відрізанням із прутка. Річна програма випуску деталей становить 1500 штук.

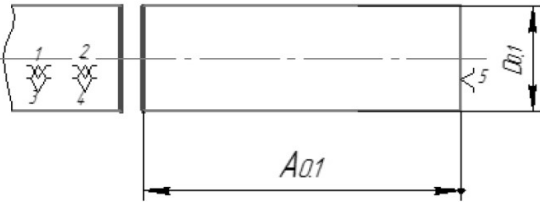
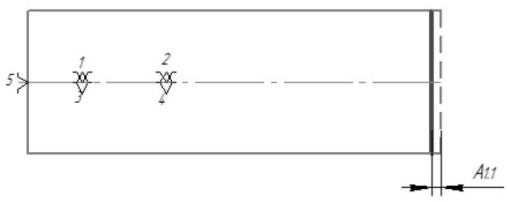
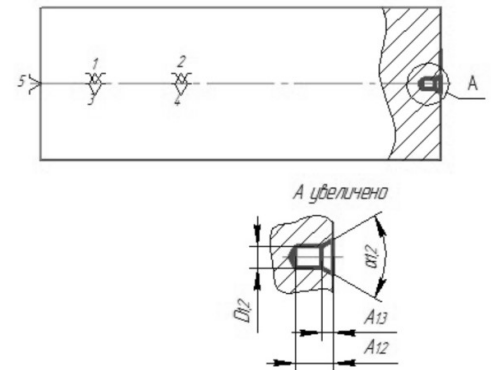
					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		18

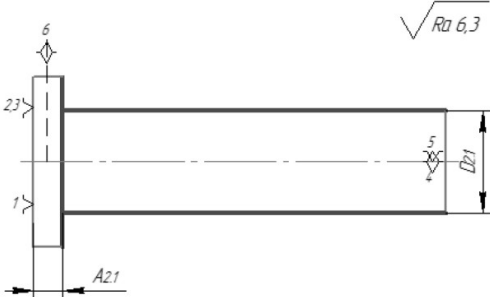
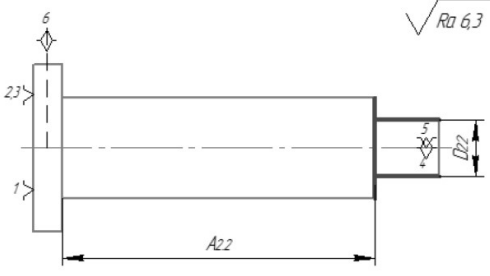
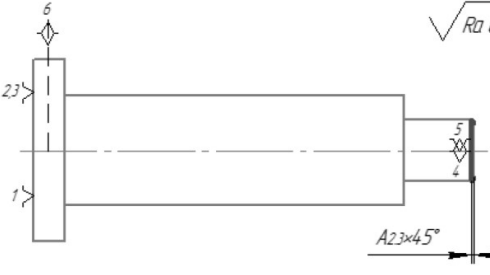
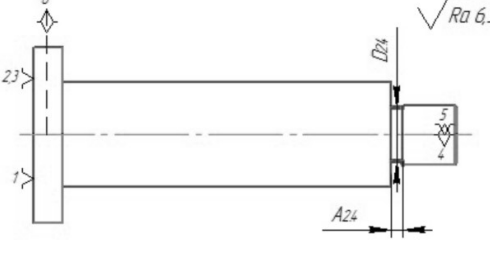
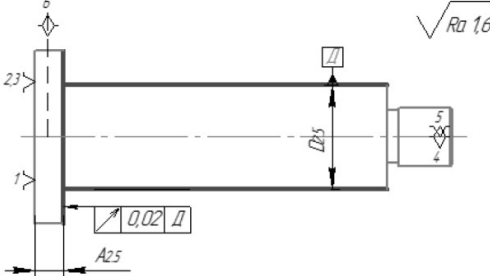
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка маршруту виготовлення деталі «Палець»

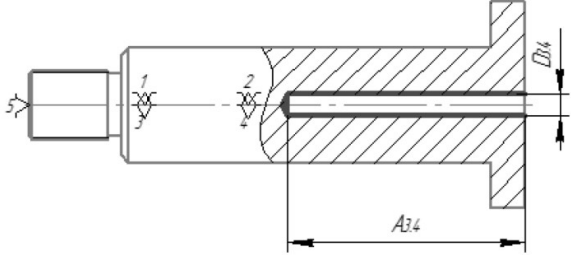
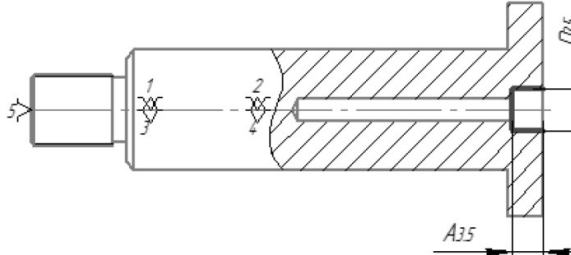
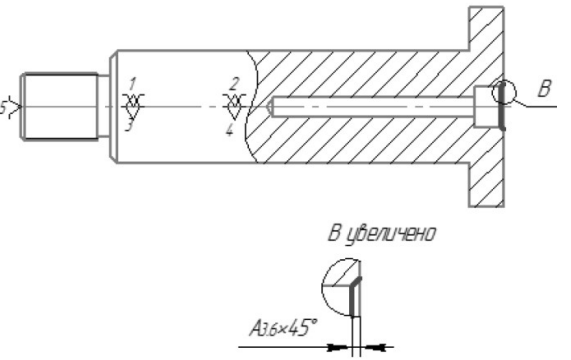
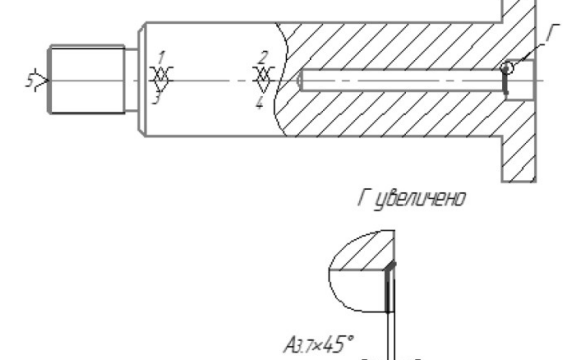
Технологічний маршрут виготовлення деталі «Палець» наведено у таблиці 2.1. Маршрут виготовлення містить у собі схеми базування заготовки, технологічні розміри, які витримують, тексти переходів та їхні ескізи [2].

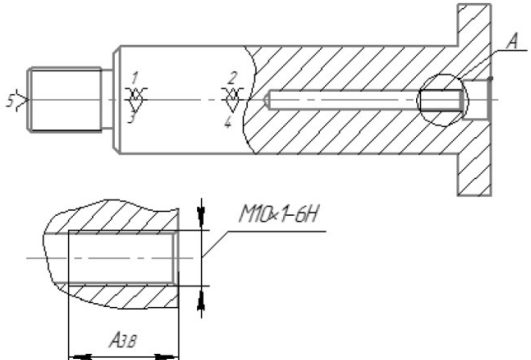
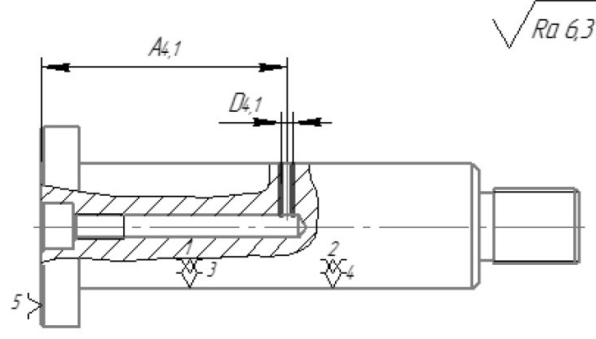
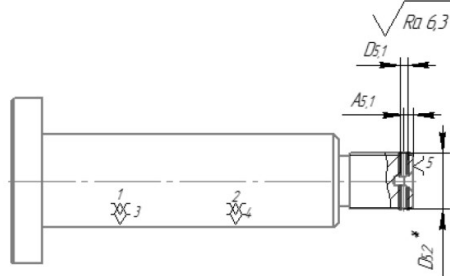
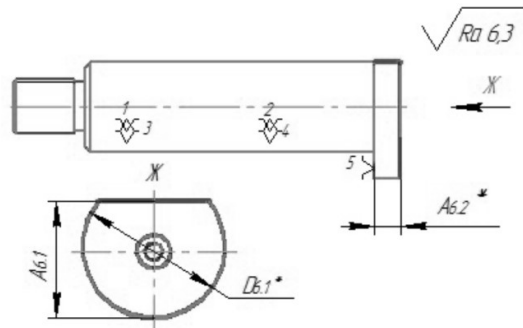
Таблиця 2.1 – Технологічний маршрут виготовлення деталі «Палець»

000	1	Заготовельна Відрізати заготовку, витримуючи розмір A01	
005	1	<u>Токарна</u> Відрізати торець, витримуючи розмір A11	
	2	Свердлити центровий отвір, витримуючи розміри D1.2, A1.2, α1.2, A1.3	

010	1	<u>Токарна з ЧПУ</u> Точити поверхню, витримуючи розміри D2.1, A2.1	
	2	Точити поверхню, витримуючи розміри D2.2, A2.2	
	3	Точити фаску, витримуючи розмір A23x45°	
	4	Точити поверхню, витримуючи розміри D2.4, A2.4	
	5	Точити поверхню, витримуючи розміри D2.5, A2.5	

	<p>6 Точити фаску, витримуючи розмір A2.6</p>	
	<p>7 Нарізати різьбу, витримуючи розмір М30х2-6gA2.7</p>	
<p>015</p>	<p>1 <u>Токарна з ЧПУ</u> Підрізати витримуючи торець, розміри A3.1</p>	
	<p>2 Точити поверхню, витримуючи розміри D3.2, A3.2</p>	
	<p>3 Центрувати торець, витримуючи розміри D3,3, A3,3, α3,3, A3,1</p>	

4	Точити витримуючі розміри D3.4, A3.4	
5	Точити витримуючі розміри D3.5, A3.5	
6	Точити витримуючі фаску, розмір A3.6x45°	
7	Зенкувати витримуючі розміри A3.7x45°	

	8	Нарізати різьбу, витримуючи розмір А3.8, М10х1-64	
020	1	Свердлильна Свердлити витримуючи розміри D4.1, A4.1	
025	1	Свердлильна Свердлити витримуючи розміри D5.1, A5.1, D5.2	
030	1	Фрезерна Фрезерувати витримуючи розміри А5.1, А5.2, D6,1	
035	1	Слюсарна Зачистити заусениці, притупити гострі краї	

040	1	<u>Хіміко-термічна</u> Азотувати поверхню, витримавши розмір A1.1	
045	1	<u>Контрольна</u> Контролювати розмір за кресленням	

2.2 Розмірний аналіз розроблюваного технологічного процесу виготовлення деталі «Палець»

Визначення мінімальних припусків на механічну обробку і технологічних розмірів. Розрахунок мінімальних припусків

Загалом існує два методи розрахунку мінімальних припусків на обробку: нормативний і розрахунково-аналітичний [3, 6].

Для нормативного методу значення $Z_{i \min}$ знаходять за таблицями, що ґрунтуються шляхом підсумовування і систематизації виробничих відомостей.

Для розрахунково-аналітичного методу $Z_{i \min}$ знаходять шляхом складання окремих частин, що дає змогу якнайповніше врахувати певні умови обробки.

Обчислення мінімальних значень для осьових припусків будемо проводити, використовуючи формулу:

$$z_i^{min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

де Z_{mini}^D – мінімальний припуск на діаметр для обробки, що розглядається, мкм;

Rz_{i-1} – шорсткість поверхні після попередньої обробки, мкм;

h_{i-1} – товщина дефектного шару після попередньої обробки, мкм;

ρ_{i-1} – загальне просторове відхилення форми і розташування поверхні, отримане під час попереднього переходу, мкм;

ε_i – похибка установки і налагодження перед обробкою.

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}}$$

де $\rho_{\phi_{i-1}}$ – похибка форми поверхні, отримана на попередньому переході.

$\rho_{p_{i-1}}$ – похибка розташування поверхні, отримана на попередньому переході.

Розрахунок діаметральних припусків

$$2Z_i^{Dmin} = 2 \cdot \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (2.2)$$

де Z_{mini}^D – мінімальний припуск на діаметр для аналізованої обробки, мкм;

R_{zi-1} – шорсткість поверхні після попередньої обробки, мкм;

h_{i-1} – товщина дефектного шару після попередньої обробки мкм;

ρ_{i-1} – сумарне просторове відхилення форми та розташування поверхні, отримане на попередньому переході, мкм;

ε_i – похибка встановлення та закріплення перед оброблюваною обробкою.

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{i-1}^2} \quad (2.3)$$

де $\rho_{\phi i-1}$ - похибка форми поверхні, отримана попередньому переході.

$\rho_{p i-1}$ – похибка розташування поверхні, отримана на попередньому переході.

Діаметральна розмірна схема представлена малюнку 1.10. Граф дерево представлено рисунку 1.1.

$$2Z_{3.2}^{min} = 2 \cdot \left(100 + 80 + \sqrt{500^2 + 0^2} \right)$$

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_{3i}^2 + \varepsilon_{6i}^2} \quad (2.4)$$

$\varepsilon_6 = 0$ при установці в самоцентруючому патроні.

$$2Z_{3.2}^{min} = 2204,72 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3.2}^{min} = 2 \cdot \left(25,2 + 40 + \sqrt{76,2^2 + 50^2} \right)$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{30^2 + 70^2} = 312,6$$

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_{3i}^2 + \varepsilon_{6i}^2}$$

$\varepsilon_6 = 0$ при установці в самоцентруючому патроні

$$2Z_{2,5}^{min} = 313 \text{ мкм}$$

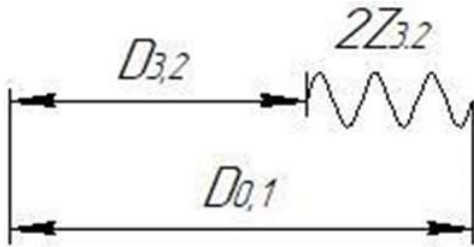
Розрахуємо розмір $D_{0,1}$

$$2Z_{3.2}^{min} = 2,3 \text{ мм}$$

$$TD_{0,1} = 1,6 \text{ мм}$$

$$D_{3,2} = \varnothing 80_{-0,74} \text{ мм}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		25



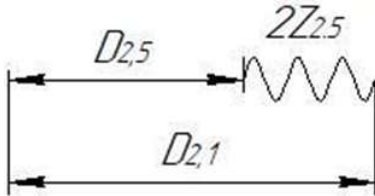
$$2Z_{3,2}^{D_{cep}} = \frac{2zD_{3,2}^{min} + (2zD_{3,2}^{min} + TD_{0,1} + TD_{3,2})}{2} = \frac{2,3 + (2,3 + 1,6 + 0,74)}{2} = 3,47 \text{ мм}$$

$$D_{0,1}^{cep} = D_{3,2}^{cep} + 2Z_{3,2}^{cep} = 79,63 + 3,47 = 83,1 \text{ мм.}$$

Пропонуємо $D_{2,4} = \varnothing 85^{+0,4}_{-1,2} - 80_{-0,74}$

$$2Z_{3,2} = 5^{+1,14}_{-1,2}$$

Розрахуємо розмір $D_{2,1}$



$$2Z_{2,5}^{min} = 0,313 \text{ мм}$$

$$D_{2,5} = \varnothing 50_{-0,025} \text{ мм}$$

$$TD_{2,1} = 0,1 \text{ мм}$$

$$2Z_{2,5}^{D_{cep}} = \frac{2zD_{2,5}^{min} + (2zD_{2,5}^{min} + TD_{2,1} + TD_{2,5})}{2} = \frac{0,313 + (0,313 + 0,1 + 0,025)}{2} = 0,3755 \text{ мм}$$

$$D_{2,1}^{cep} = D_{2,5}^{cep} + 2Z_{2,5}^{cep} = 49,9875 + 0,3755 = 50,363 \text{ мм.}$$

$$D_{2,1}^{max} = D_{2,1}^{cep} + \frac{TD_{2,1}}{2} = 50,363 + \frac{0,1}{2} = 50,413 \text{ мм}$$

Пропонуємо $D_{2,1} = \varnothing 50,5_{-0,1}$

$$2Z_{2,5} = D_{2,1} - D_{2,5} = 50,5_{-0,1} - 50,5_{-0,025}$$

$$2Z_{2,5} = 0,5^{+0,025}_{-0,1}$$

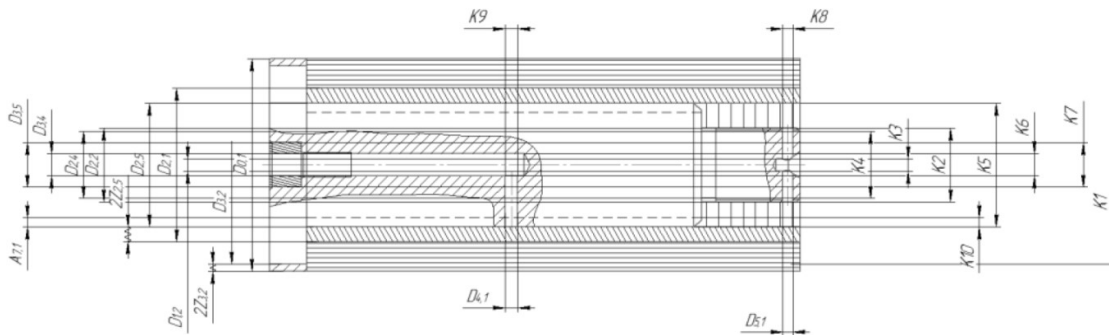


Рисунок 2.1 – Діаметральна розмірна схема

2.3 Вибір обладнання

Під час призначення режимів різання необхідно враховувати вид оброблення, тип і розміри інструмента, матеріал його ріжучої частини, матеріал заготовки, тип і стан верстата [5].

Обрані верстати і відповідні технічні характеристики наведено в таблицях 2.2 - 2.6.

Таблиця 2.2 – Напівавтоматичний стрічкопильний верстат BMSY 325 CGH

Найменування параметрів	Величина
Розмір полотна	4160x34x1,1
Макс. Перетин круглого профілю (90°)	325 мм
Привід	гідромеханічний
Швидкість руху стрічкового полотна	20-120 м/хв
Споживана потужність	2,2 кВт

Таблиця 2.3 – Токарний механічний верстат LS 750

Найменування параметрів	Величина
Робоча зона	
відстань між центрами	750 мм
макс. Ø встановлення заготовки над станиною	280 мм
макс. Ø встановлення заготовки над супортом	164 мм
макс. Ø встановлення заготовки без містка	240 мм
технол. хід, вісь X	155 мм
технол. хід, вісь Z1	80 мм
маса заготовки (макс.)	15 кг
довжина містка	750 мм
ширина станини	155,5 мм
діапазон повороту верхніх полозок	± 45 °
Перетин різців	25x25
Головний шпиндель	
діапазон частоти обертання	125 – 2000 об/хв
внутрішній діаметр шпинделя	25 мм

конус шпинделя	МК 4
Подача	
швидкість подачі по осі X	0,03 - 0,3 мм/об
швидкість подачі по осі Z	0,015 - 0,15 мм/об
прискорений хід по осі X	3,75 - 600 мм/хв
прискорений хід по осі Z	1,875 - 300 мм/хв
Нарізування різьблення	
нарізування різьблення, модульне	0,25 - 2,5 мм
нарізування різьблення, витворта	12 - 96 ТРІ
Задня бабка	
конус задньої бабки	МК 2
хід пінолі задньої бабки	85 мм
Потужність	
потужність двигуна гл. шпинделя	7,5 кВт
напруга в мережі	1.

Таблиця 2.4 – Токарний верстат із ЧПК HAAS ST-20

Найменування параметрів	Од. вимірюва ння	Величини
Максимальний діаметр точіння над станиною	мм	806
Максимальний діаметр точіння над супортом	мм	527
Максимальна довжина обробки зовнішніх поверхонь	мм	635
Діаметр отвору в шпинделі	мм	88,9
Діаметр отвору в тяговій гідравлічній трубі	мм	77
Максимальний діаметр прутка в головному шпинделі	мм	76
Максимальний діаметр оброблюваної деталі з револьвером VDI	мм	457
Значення робочого переміщення по осі X	мм	324
Значення робочого переміщення по осі Z	мм	660
Максимальна швидкість холостих переміщень	м/мин	24
Максимально допустиме зусилля по осі X	кН	20,46
Максимально допустиме зусилля по осі Z	кН	25,80

Тип інструментального револьвера		VDI
Кількість позицій у револьвері		12
Перетини корпусів різців	мм	25x25
Час зміни інструменту	сек	1
Точність позиціонування супорта	мм	±0,0050
Повторюваність позиціонування супорта	мм	±0,0025
Частота обертання шпинделя	об/мин	3400
Максимальна потужність приводу обертання головного шпинделя	кВт	22,4

Таблиця 2.5 – Свердлильний верстат Inforce DM150 05-18-001

Найменування параметрів	Величина
Напруга	220В
Потужність	135 Вт
Число швидкостей	Плавне регулювання
Частота обертання шпинделя, об/хв	3200-6200
Мах діаметр свердла	9,5
Конус шпинделя	JT1
Тип свердлильного патрона	ключовий
Посадка свердлильного патрона	B10
Відстань шпиндель-стійка	140
Відстань шпиндель-стіл	200
Відстань шпиндель-основа	50
Система подачі МОР	немає
Розмір робочого столу	240x169
Хід пінолі шпинделя	30
Тип електродвигуна	колекторний
Габарити	390x325x225

Таблиця 2.6 – Фрезерний верстат універсальний

Найменування параметрів	Величина
Розміри столу	800*400

Т-подібні пази	6*18H7
Навантаження на стіл	250 кг
Діапазон переміщень по осях x,y,z	600*480*450
Розмір конуса	ISO40/DIN2080
Частота обертання шпинделя	55-3000
Споживана потужність	7,5
Швидкість подачі по осях x,y,z м/хв м/хв	4/4/1,5

2.4 Розрахунок режимів різання

1. Операція заготівельна

Для цієї операції вибираємо верстат стрічковопильний BMSY 325CGH.

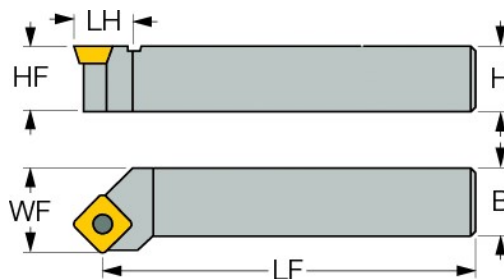
01 Відрізати заготовку, витримуючи розмір 218,4-0,4

Швидкість різання приймаємо за паспортом верстата $V = 20$ м/хв; Подачу приймаємо $S = 30$ мм/хв.

2. Операція 005 токарна

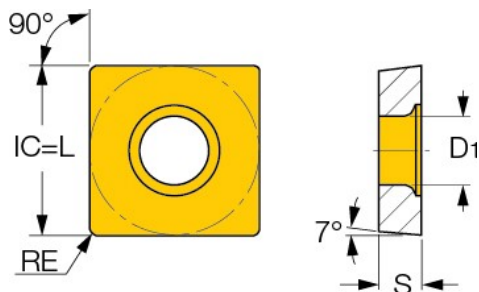
Для цієї операції вибираємо токарний верстат LS 750.

Інструмент переходу 1: Державка SSSCR 2525M-12.



H	HF	B	LF	LH	WF	GAM P	GAM F	HAN D	MIID
25	25	25	150	25	32	0	0	P	SCM T 1204

Пластина: SCMT 120408-SM, матеріал IC807

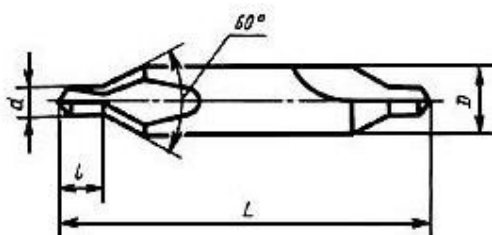


Пластина	L	S	RE	D1	ft (min)	ft (max)	ap (min)	ap (max)	Сплав
SCMT120408-SM	12,7	4,76	0,8	5,5	0,1	0,3	1	4	IC807

Геометричні параметри:

$$\varphi = 45^\circ; \varphi_1 = 45^\circ; \alpha = 7^\circ; \gamma = 10^\circ; \lambda = 0; r = 0,8.$$

Інструмент для переходу 2: Свердло центрувальне (Ø5) 2317-0108 ГОСТ 14952-75, матеріал Р6М5.



Позначення	d	D	l		L	
			Ном.	Пред.откл	Ном.	Пред.откл
2317-0105	5	12,5	7,5	-1,2	66	-6

01 Підрізати торець, витримуючи розмір $1,7 \pm 0,215$

1. Визначаємо глибину різання: $t = Z_{1,1}^C = 1,7$ мм;

Кількість робочих ходів – 1;

2. Визначаємо подачу: $S = 0,25$ мм/об;

3. Швидкість головного руху різання.

$$V = \frac{C_V}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_V, \text{ м/хв} \quad (2.5)$$

де $T = 60$ хв — період стійкості інструменту. [4, с. 268]

t – глибина різання

C_V — постійний коефіцієнт; m, x, y - показники ступеня;

K_V – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання.

$$C_v = 420; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,2 \text{ [4, с. 269]}$$

Поправочні коефіцієнти [4. с. 261]:

K_M — коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки

$$K_M = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n K_n \quad (2.6)$$

$$K_r = 0,7$$

$$K_M = 0,7 \cdot \left(\frac{750}{780} \right)^1 = 0,67$$

K_{Π} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні $K_{\Pi} = 0,9$ [4, с. 263].

K_{Σ} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту $K_{\Sigma} = 1,9$ [4, с. 263].

K_{Ti} – коефіцієнт стійкості

$$K_{Ti} = 1 \text{ [4, с. 264]}$$

K_{Tc} – коефіцієнт зміни періоду стійкості $K_{Tc} = 1$ [4, с. 264]

$$K_{\phi} = 1 \quad K_{\phi 1} = 0,87; \text{ [4, с. 271].}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_M \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_{T,i} \cdot K_{T,c} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\phi 1} \quad (2.7)$$

$$K_v = 0,67 \cdot 0,9 \cdot 1,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,99$$

$$V = \frac{420}{60^{0,15} \cdot 1,7^{0,2} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,99 = 266,9 \text{ м/хв}$$

4 Розрахункова кількість частоти обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 266,9}{3,14 \cdot 85} = 1000 \text{ об/хв}$$

5 Фактична швидкість різання

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 85 \cdot 1000}{1000} = 266,9 \text{ м/хв}$$

6 Сила різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Коефіцієнти та показники ступеня:

$$C_p = 204 \quad x = 1 \quad y = 0,75 \quad n = 0 \text{ [4, с. 273]}$$

Відповідні поправочні коефіцієнти:

K_M – коефіцієнт на характеристику механічних властивостей оброблюваного

матеріалу,

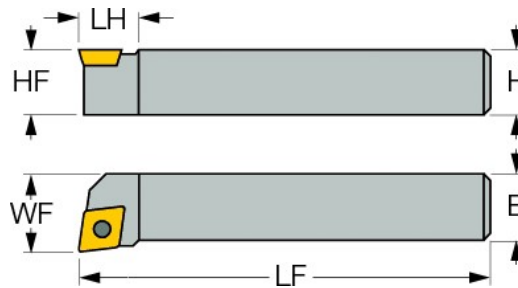
$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad n = 0,75 \quad [4, \text{с. 264}]$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{780}{750}\right)^{0,75} = 1,03$$

3. Операція 010 токарна з ЧПУ

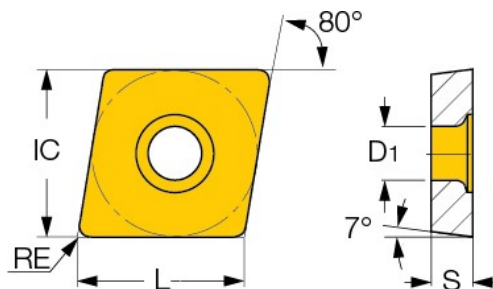
Для цієї операції вибираємо токарний верстат з ЧПУ HAAS ST-30.

Інструмент для переходів (1-3): Державка SCLCR 2525M-12.



H	HF	B	LF	LH	WF	GAMP	GAMF	HAND	MIID
25	25	25	150	20	32	0	0	R	CCMT12

Пластина: CCMT120404-SM, матеріал IC807.

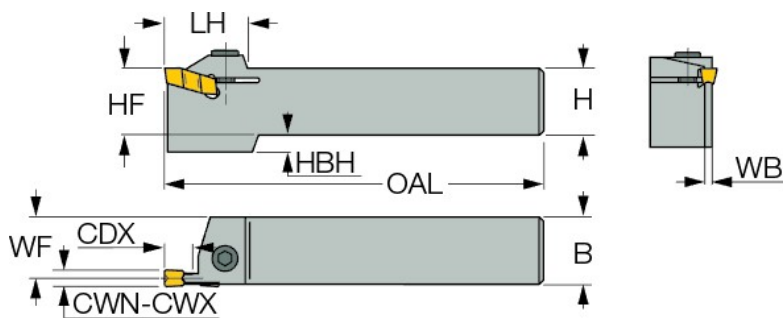


Пластина	L	IC	S	RE	D1	ft (min)	ft (max)	ap (min)	ap (max)	Сплав
CCMT120404-SM	12,9	12,7	4,76	0,4	5,5	0,07	0,25	0,7	3,5	IC807

Геометричні параметри:

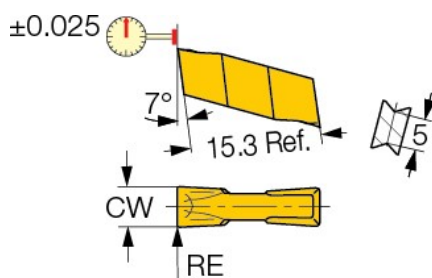
$$\varphi = 95^\circ; \varphi_1 = 10^\circ; \alpha = 7^\circ; \gamma = 10^\circ; \lambda = 0; r = 0,4.$$

Інструмент для переходу (4): Державка CHDR 25-6.



H	CW N	HF	CW X	CD X	B	OA L	WF	W B	LH	OAH
2 5	6	25	6,4	12	2 5	135	22, 3	5,4	29	24,0

Пластина GIF 5,9-0,20, матеріал IC 808.

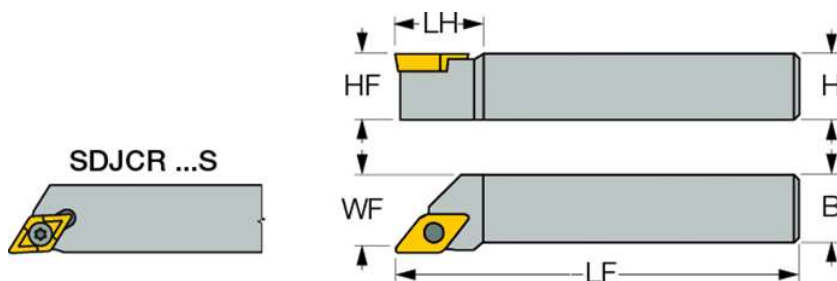


CW	RE	CWTOL	RETOL	CDX	BW	ft (min)	ft (max)	fg (min)	fg (max)	Сплав
5,9	0,2	0,02	0,03	13	4,8	0,04	0,07	0,12	0,21	IC808

Геометричні параметри:

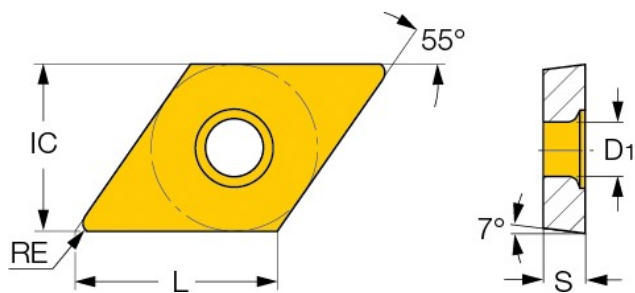
$$\varphi = 90^\circ; \varphi_1 = 2^\circ; \alpha = 7^\circ; \gamma = 10^\circ; \lambda = 0; r = 0,2.$$

Інструмент для переходу (5-6): Державка SDJCR 2525M-11.



H	HF	B	LF	LH	WF	GAM P	GAM F	HAN D	MIID
25	25	25	150	20	32	0	0	R	DCG T 11T

Пластина: DCGT 11T301-SM, материал IC907.

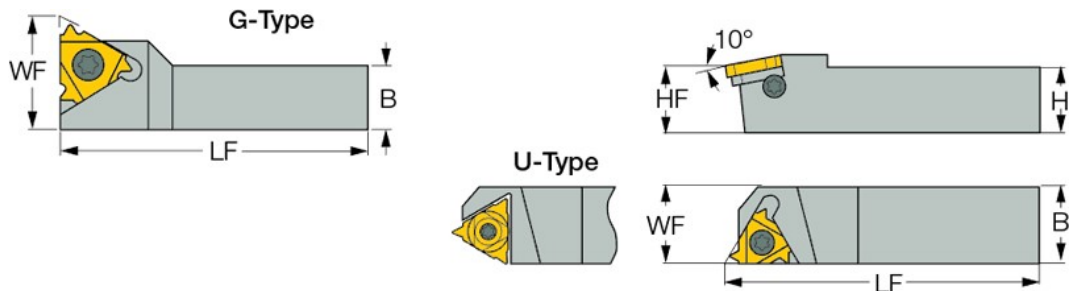


Пластина	L	IC	S	R E	D 1	ft (min)	ft (max)	ap (min)	ap (max)	Спла в
DCGT11T302 - SM	11, 6	9,5 2	3,9 7	0 , 1	4, 4	0,05	0,25	0,5	2,5	IC90 7

Геометрические параметры:

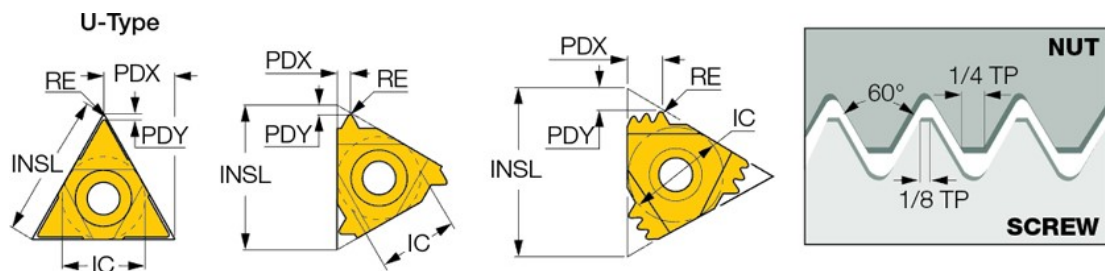
$$\varphi = 93^\circ; \varphi_1 = 10^\circ; \alpha = 7^\circ; \gamma = 10^\circ; \lambda = 0; r = 0,2.$$

Инструмент для перехода (7): Державка SER 2525 M16.



H	HF	B	LF	WF
25	25	25	150	25

Пластина 16 ER 2 ISO, материал IC908.



IC	TP	RE	INSL	PDY	PDX	СІСТ
9,52	2	0,25	16,49	1	1,3	1

Геометричні параметри:

$$\varepsilon = 60^\circ, \gamma = 0^\circ, \alpha = 10^\circ, r = 0,25.$$

01 Точити поверхню, витримуючи розміри $\varnothing 50,1_{-0,1}; 19_{-0,07}$

1. Визначаємо глибину різання: $t = \frac{(D_0 - D)}{2} = \frac{80 - 50,5}{2} = 17,25 \text{ мм}$

Кількість робочих ходів - 6

Глибина різання на кожному проході: $t = 2,875 \text{ мм};$

2. Визначаємо подачу: $S = 0,2 \text{ мм/об};$

3. Швидкість головного руху різання за формулою (9).

$$C_v = 420; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,2 \text{ [4, с. 269]}$$

Поправочні коефіцієнти за формулою (10).

Загальний коефіцієнт поправки на швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{420}{60^{0,15} \cdot 2,875^{0,2} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,8 = 203,1 \text{ м/хв}$$

4 Розрахункова кількість частоти обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 203}{3,14 \cdot 50,5} = 1280 \text{ об/хв}$$

5 Фактична швидкість різання

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50,5 \cdot 1280}{1000} = 202,96 \text{ м/хв}$$

6 Сила різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^X \cdot S^Y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н}$$

Коефіцієнти та показники ступеня:

$C_p = 204$ $x = 1$ $y = 0,75$ $n = 0$ [4, с. 273] Відповідні поправочні коефіцієнти:

$$K_p = 1,03 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 1 = 0,9167$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2,875^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 202,96^0 \cdot 0,9167 = 1608 \text{ Н.}$$

7. Потужність, що витрачається на різання, визначимо за формулою:

$$N_{\text{різ}} = \frac{1608 \cdot 202,96}{1020 \cdot 60} = 5,33 \text{ кВт}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		36

$$N_{шп} = 22,4 \cdot 0,75 = 16,8 \text{ кВт}$$

Робимо перевірку:

$N_{різ} < N_{шп}$ – умова обробки дотримано

N_d – потужність двигуна верстата

η – коефіцієнт корисної дії.

$5,33 < 16,8$ - умова обробки дотримано

1. 02 Точити поверхню, витримуючи розміри $\varnothing 29,8_{-0,13}$; $157,8_{\pm 0,08}$

Визначаємо глибину різання: $t = \frac{(D_0 - D)}{2} = \frac{50,5 - 28,9}{2} = 10,8 \text{ мм}$

Кількість робочих ходів - 6

Глибина різання на кожному проході: $t = 2,875 \text{ мм}$;

2. Визначаємо подачу: $S = 0,2 \text{ мм/об}$;

3. Швидкість головного руху різання за формулою (9).

$$C_v = 420; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,2 \text{ [4, с. 269]}$$

Поправочні коефіцієнти за формулою (10).

Загальний коефіцієнт поправки на швидкість різання за формулою (11):

$$K_v = 0,67 \cdot 1 \cdot 1,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,8911$$

$$V = \frac{420}{60^{0,15} \cdot 2,16^{0,2} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 0,8911 = 239,5 \text{ м/хв}$$

4 Розрахункова кількість частоти обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 239,5}{3,14 \cdot 29,8} = 2559 \text{ об/хв}$$

2.5 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК

На рисунку 2.1 показаний токарний центр з ЧПК моделі HAAS ST-20.



Рисунок 2.1 – Токарний центр із ЧПК моделі HAAS ST-20

Виконавши усі необхідні розрахунки скористаємося програмним продуктом CAMESPRIT для розроблення керуючої програми оброблення деталі Фланець.

Для створення програми токарного оброблення були виконані наступні дії:

1. Створено 3D модель у SolidWorks та завантажено у середовище Esprit.
2. Створено заготовку (рис 2.2)

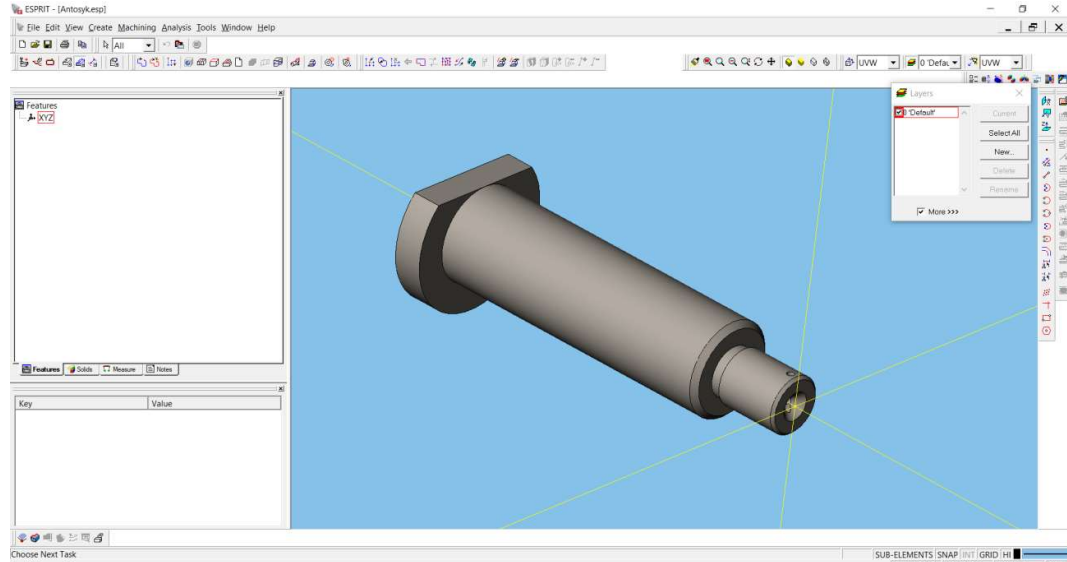


Рисунок 2.2 – Створення заготовки

3. Виконано розпізнання елементів профілю.
4. Вибрано вид оброблення – «Чернова обробка» (рис. 2.3).

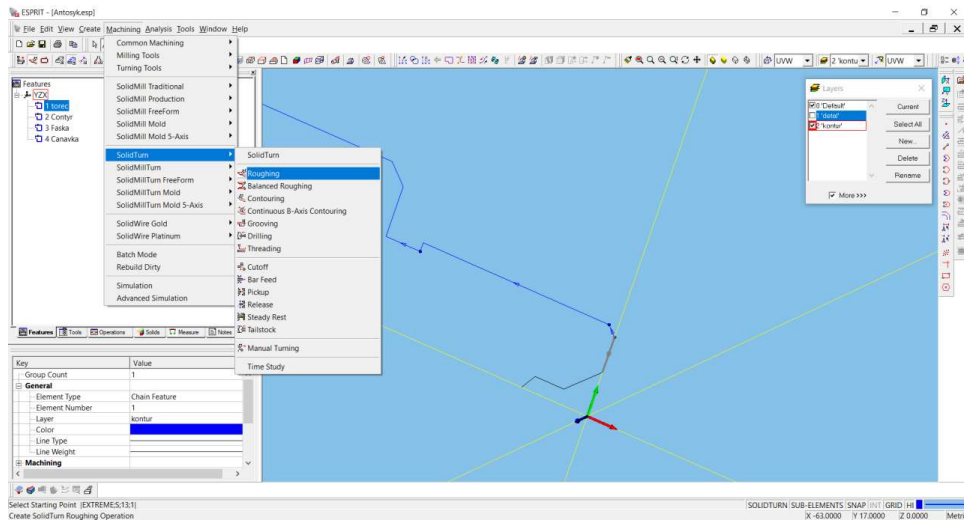


Рисунок 2.3 – Вибір виду оброблення

5. Вибрано металообробний інструмент та його параметри.

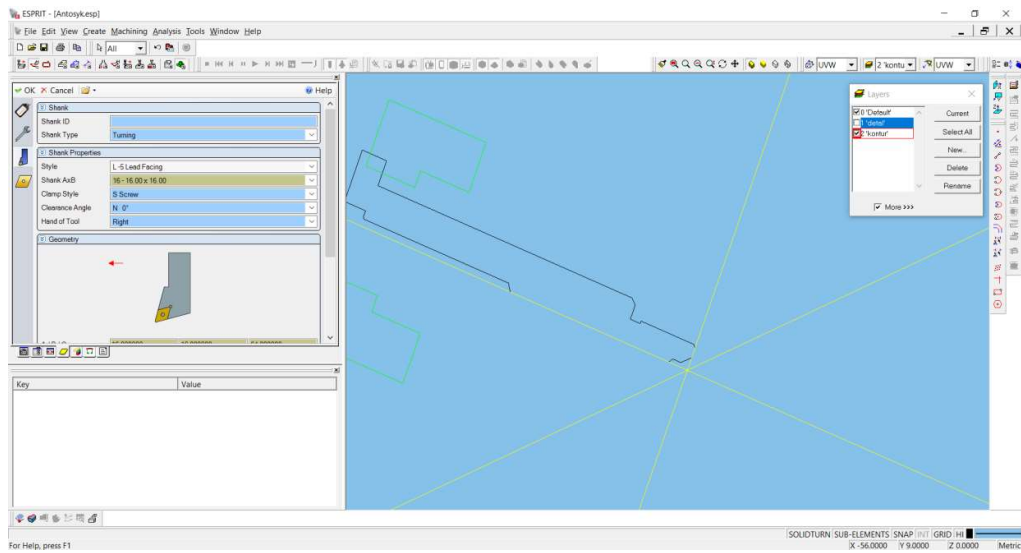


Рисунок 2.4 – Вибір ріжучого інструменту

6. Вибрано режими різання.
7. Автоматизовано згенеровано траєкторію руху металорізального інструменту при обробленні контуру деталі.
8. Виконано автоматичне генерування програми оброблення в G-M кодах за допомогою постпроцесора (рис 2.5).

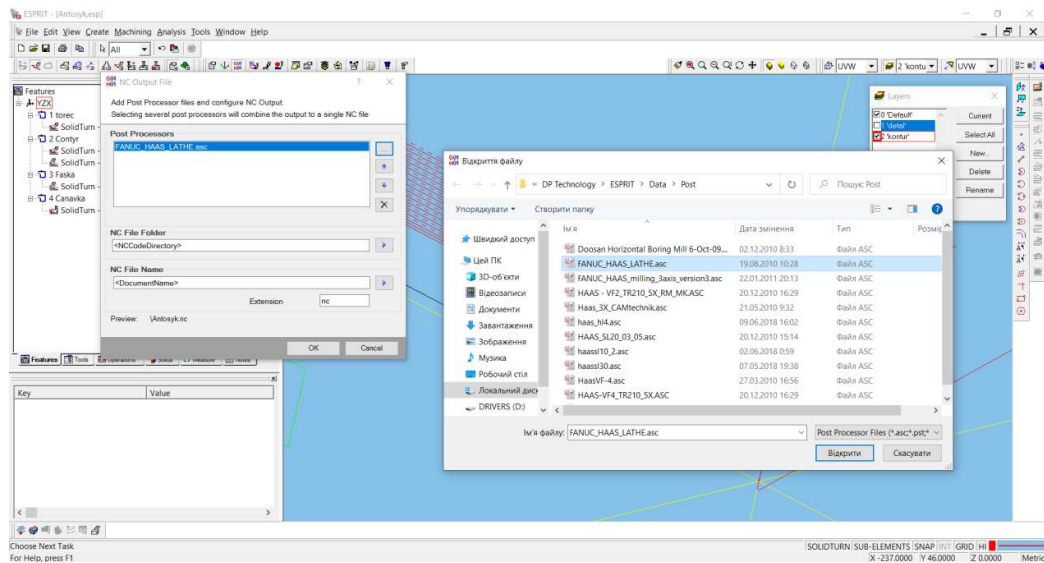


Рисунок 2.5 – Автоматичне генерування програми оброблення в G-M коді Керуюча програма наведена у додатку В.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис роботи переналагоджувального скальчастого кондуктора з налагодженням для свердління радіально розташованих отворів

На рисунку 3.1 показано спеціалізоване пристосування – скальчастий переналагоджувальний кондуктор з налагодженням для свердління радіально розташованих отворів в деталях типу валів.

Кондуктор складається з плити 1, на якій змонтований корпус 5, притискної плити 8 із запресованою кондукторною втулкою 7, і упору 4. На корпус 5, із запресованими в нього штифтами 14 і 15, встановлюється призма 6 і фіксується гвинтами 20. Оброблювана деталь встановлюється на призму 6 до упору 4, змонтованого в стійці 3. Корпус 5 має можливість переміщатися вздовж паза плити 1 і фіксується за допомогою болтів 19 і 2 сухарів.

Закріплення та розкріплення оброблюваної деталі здійснюється пневмоприводом, що переміщує кондукторну плиту 8, закріплену на колонках (скалках) 12 гайками 24.

Налагодження по заданій координаті отвору здійснюється шляхом переміщення корпусу 5 вздовж плити 1. При цьому відлік розміру проводиться по лінійці 10 і ноніусній планці 9.

Пневмопривід пристрою складається корпусу 5, в якому запресована втулка 17, штока 13, а також поршня 18, який переміщається всередині гільзи 16. Стиснене повітря подається з цехової магістралі через штуцери 11. Управління подачі повітря здійснюється краном (на кресленні не показаний).

Кондуктор має комплект змінних кондукторних втулок 7, що забезпечує можливість свердління отворів різного діаметра. У пристосуванні можливе використання упорів 4 різних діаметрів та довжин. Інших налагоджувальних елементів не потрібно, тому що необхідне переналагодження забезпечується регулюванням спеціально передбачених вузлів пристосування. Пристосування використовується для обробки деталей з широким діапазоном як за довжиною, так і діаметром.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		40

У плиті 1 є різьбові отвори для рим-болтів, необхідних для безпечної установки та зняття кондуктора зі верстата за допомогою кран-балки.

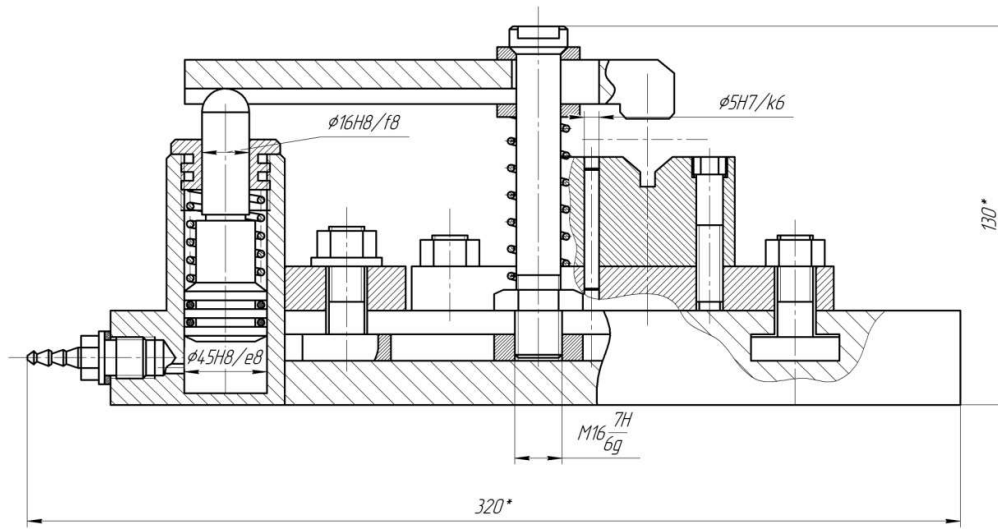


Рисунок 3.1 – Технологічне оснащення

Креслення технологічного оснащення представлено у Додатку Д. Специфікація представлена у Додатку Е.

3.2 Визначення сили закріплення заготовки

Величину потрібних сил затиску визначають, вирішуючи завдання статички на рівновагу твердого тіла під дією всіх сил і моментів, що до нього додаються.

Методика розрахунку затискних сил полягає в наступному:

1. Вибирається найбільш оптимальна схема установки деталі, тобто, намічається положення і тип опор, місця застосування сил затиску з урахуванням напрямку сил різання в найнесприятливіший момент обробки.

2. На обраній схемі стрілками відзначаються всі прикладені до деталі сили, які прагнуть порушити положення деталі у пристосуванні (сили різання, сили затискання) і сили, які прагнуть зберегти це положення (сили тертя, реакції опор). За потреби враховуються і сили інерції.

3. Вибирають рівняння рівноваги статички, які застосовуються до даного випадку визначають потрібне значення величини сил затиску Q_1 .

4. Приймавши коефіцієнт надійності закріплення (коефіцієнт запасу), необхідність якого викликається неминучими коливаннями сил різання у процесі обробки, визначається фактично потрібна сила затискання:

$$Q = K \cdot Q_1 \quad (3.1)$$

Коефіцієнт запасу K розраховується стосовно конкретних умов обробки за формулою:

$$K = \prod_{i=0}^5 K_i, \quad (3.2)$$

де K_0 — гарантований коефіцієнт запасу ($K_0 = 1,5$);

K_1 — коефіцієнт, що враховує зміну сили різання, зумовлену нерівномірністю припуску, що знімається при обробці:

$K_1 = 1$ — для чистової поверхні;

K_2 — коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання прогресуючого затуплення інструменту ($K_2 = 1,0 - 1,9$).

K_3 — коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні ($K_3 = 1,2$).

K_4 — коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, що розвивається силовим приводом пристосування. ($K_4 = 1$ — для механізованих силових приводів (пневматичних, гідравлічних));

K_5 — даний коефіцієнт враховується лише за наявності крутних моментів, які прагнуть повернути оброблювану деталь. ($K_5 = 1$ — під час встановлення деталі базовою плоскістю на опорі з обмеженою поверхнею контакту).

$$K = 1,5 \times 1 \times 1,15 \times 1,2 \times 1 \times 1 = 2,1$$

Розмір K може коливатися не більше 1,5...1,8. Якщо $K < 2,5$, то з розрахунку надійності закріплення її слід прийняти рівною $K = 2,5$ (згідно з ГОСТ 12.2.029-88).

Складаємо схему визначення необхідної сили закріплення заготовки при її установці у призму.

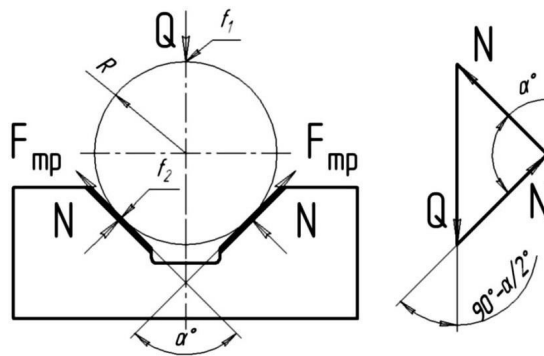


Рисунок 3.2 – Схема базування

Заготовка контактує зовнішньою поверхнею з настановними поверхнями призми з одного боку, і з притискною рухомою плитою з іншого. Заготовка утримується від провороту рахунок сил тертя, на торці заготовки сил тертя немає.

При дії на заготовку моменту сил різання M_p , що прагне повернути заготовку навколо осі, потрібна сила затиску визначається за умови рівноваги:

$$k \cdot M_p = Q' \cdot f_1 \cdot R + 2 \cdot N \cdot f_2 \cdot R$$

де – N визначаємо з трикутника векторів:

$$2N = \frac{Q'}{\sin \alpha/2} \quad (3.3)$$

M_p — момент сил різання, що діють на заготівлю (рівний моменту, що крутить, створюваному свердлом, розрахований раніше $M_p = M_{кр} = 1,87 \text{ Н} \cdot \text{м}$)

Q' – сила закріплення;

N – реакція настановної поверхні призми;

f_1 - коефіцієнт тертя по затискному елементу;

f_2 – коефіцієнт тертя за настановним елементом;

α – кут призми.

З цього випливає:

$$Q' = \frac{k \cdot M_p}{f_1 R + \frac{f_2 R}{\sin \alpha/2}} \quad (3.4)$$

$$Q = \frac{2.1 \cdot 1.87}{0.025 \cdot (0.16 + \frac{0.3}{0.7})} = 266 \text{ Н}$$

3.3 Розрахунок приводу затискного пристрою

Як привод затискного пристрою застосовуємо пневмоциліндр двосторонньої дії.

Пневматичні приводи призначені для забезпечення необхідних зусиль та швидкостей робочих органів, економічності, надійності та довговічності, безпеки та швидкодії при використанні стисненого повітря із заданими параметрами та за заданих умов експлуатації.

Джерелом енергії для пневматичних приводів є стиснене повітря. Діапазон тиску повітря в цеховій пневмосистемі $P_v=0.4...1.0$ МПа, а робочий тиск становить $p=0.4$ МПа. Вони можуть виконуватися у вигляді поршневих пневмоциліндрів одно- та двосторонньої дії, і пневмокамер з плоскою та опуклою діафрагмою одно- та двосторонньої дії.

Сила, що розвивається поршневим приводом двосторонньої дії, визначається за такою формулою:

$$W = \frac{\pi D^2}{4} \rho \eta , \quad (3.5)$$

де W — зусилля на штоку, Н;

D – діаметр циліндра, мм;

ρ – робочий тиск повітря на пневмосистемі, МПа;

η – к.к.д. циліндра ($\eta = 0,85 \dots 0,9$).

Сила, що розвивається поршневим приводом типу, що тягне, визначається за формулою:

$$W = \frac{\pi(D^2-d^2)}{4} \rho \eta \quad (3.6)$$

де d – діаметр штока, мм.

З цього випливає:

$$W = \frac{3,14 \cdot (45-1)^2}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 472 \text{ Н}$$

Розрахункове зусилля на штоку (W) перевищує потрібне зусилля затиску (Q), умова виконується:

$$W_{\text{розрах}} > Q_{\text{потреб}}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.4 Проектування калібру-скоби

Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю

Необхідно контролювати діаметр $d = 50n6$. Визначаємо розміри калібр-скоб для вала діаметром $d = 50$ мм з полем допуску $n6$.

По ГОСТ 25347-82 знаходимо граничні відхилення вала, вони дорівнюють

$$+ 39 \text{ мкм і } + 20 \text{ мкм.}$$

$$\text{Відповідно } d_{\max} = 50,039 \text{ мм, } d_{\min} = 50,020 \text{ мм}$$

По ГОСТ 24853-81 знаходимо допуски та дані для розрахунку калібрів та контр-калібрів: $H_1 = 5$ мкм, $z_1 = 5$ мкм, $y_1 = 50,033$ мкм, $H_p = 50,033$

По цих даних будуємо схему розміщення полів допуску калібрів-скоб та контр-калібрів.

Найменший розмір прохідної нової калібр-скоби

$$PP_{\min} = d_{\max} - z_1 - \frac{H_1}{2} = 50,039 - 0,004 - \frac{0,005}{2} = 50,0325 \text{ мм.}$$

Розмір калібра ПР, що проставляється на кресленні, при допускові на виготовлення $H_1 = 5$ мкм дорівнює $50,0325^{+0,005}$ мм.

Виконавчі розміри: найменший 50,0325 мм, найбільший 50,0375 мм.

Найбільший розмір зношеної калібр-скоби при допускові на зношування $y_1 = 3$ мкм дорівнює:

$$PP_{\max} = d_{\max} + y_1 = 50,039 + 0,003 = 50,042 \text{ мм.}$$

Найменший розмір непрохідної калібр-скоби

$$HE_{\min} = d_{\min} - \frac{H_1}{2} = 50,020 - \frac{0,005}{2} = 50,0175 \text{ мм.}$$

Розмір калібру HE, що проставляється на кресленні, $50,0175^{+0,005}$ мм.

Виконавчі розміри: найменший 50,0175 мм, найбільший 50,0225 мм.

Розміри контрольних калібрів до скоб:

а) для контролю прохідної сторони скоби

$$(K - PP)_{\max} = d_{\max} - z_1 + \frac{H_p}{2} = 50,039 - 0,004 + \frac{0,002}{2} = 50,037 \text{ мм.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		45

Розмір калібру $K - ПР$, що проставляється на кресленні, дорівнює $50,037_{-0,002}$ мм.

б) для контролю непрохідної сторони скоби

$$(K - HE)_{\max} = d_{\max} + \frac{H_p}{2} = 50,020 + \frac{0,002}{2} = 50,021 \text{ мм.}$$

Розмір калібру $K - HE$, що проставляється на кресленні, дорівнює $50,021_{-0,002}$ мм.

в) для контролю зношування прохідної сторони скоби

$$(K - И)_{\max} = d_{\max} + y_1 + \frac{H_p}{2} = 50,039 + 0,003 + \frac{0,002}{2} = 50,043 \text{ мм.}$$

Розмір калібру $K - И$, що проставляється на кресленні, дорівнює $50,043_{-0,002}$ мм.

Маркування калібру. На калібр наносять: номінальний розмір деталі, для якої призначено калібр, буквені позначення поля допуску (квалітет) виробу, значення граничних відхилень розміру виробу в мм, тип калібру (ПР, HE, К-И), товарний знак заводу-виробника.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		46

4 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

Метою розділу «Соціальна відповідальність» є виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних чинників, що мають місце на об'єкті, у даному випадку — механічний цех №8, і розроблення заходів щодо зниження впливу цих факторів на персонал, а також ухвалення проєктних рішень, що виключають нещасні випадки у виробництві та зниження шкідливих впливів на навколишнє середовище.

При цьому необхідно дотримуватися правил, норм, інструкцій та інших документів, закріплених у нормативно-правових актах. Соціальна відповідальність повинна забезпечувати: виключення нещасних випадків; захист здоров'я працівників; зниження шкідливих впливів на навколишнє середовище; економне витрачання невідновлюваних природних ресурсів.

4.1 Правові та організаційні питання забезпечення безпеки

На підставі Колективного договору між Роботодавцем і працівниками Товариства з обмеженою відповідальністю «Новатор» на 2017-2019 рр. розглянемо правові норми трудового законодавства:

1) Нормальна тривалість робочого часу для працівників підприємства не може перевищувати 40 годин на тиждень.

2) Працівнику надається щорічна основна оплачувана відпустка тривалістю 28 календарних днів.

3) Оплата праці кожного працівника залежить від його особистого трудового внеску, кваліфікації, складності виконуваної роботи, кількості та якості праці, з урахуванням результатів роботи підприємства і максимальним розміром не обмежується.

4) Оплата праці працівників, зайнятих на роботах зі шкідливими і (або) небезпечними умовами праці, встановлюється в підвищеному розмірі.

Розмір підвищеної оплати праці становить:

- до 12 % за роботу у важких і шкідливих умовах праці;

- до 24 % за роботу в особливо важких та особливо шкідливих умовах праці

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		47

5) Виплачувати премію за високий професіоналізм працівникам, які мають стаж роботи на підприємстві не менше 5 років, за умови відсутності випадків порушення трудової, виробничої дисципліни, інших стягнень.

6) Роботодавець забезпечує надання працівникам, які працюють у шкідливих умовах праці, санаторно-курортне лікування за рахунок коштів соціального страхування за умови фінансування Фондом соціального страхування даних запобіжних заходів щодо скорочення виробничого травматизму та професійних захворювань працівників.

7) Роботодавець зобов'язується забезпечувати здорові та безпечні умови праці працівників на основі комплексу соціально-трудоових, організаційно-технічних, лікувально-профілактичних і санітарно-гігієнічних заходів відповідно до чинного законодавства з охорони праці та промислової безпеки, визнаючи пріоритетними напрямками своєї діяльності — збереження життя і здоров'я працівників.

4.2 Виробнича безпека

У цьому розділі розглядається виробниче приміщення промислового підприємства Товариство з обмеженою відповідальністю «Новатор» цех №8, у якому проводиться виготовлення деталі типу «Палець».

Під час виробництва деталі типу «Палець» на ділянці цеху використовується таке обладнання: токарний верстат, свердлильний верстат, токарний верстат із ЧПУ, фрезерний верстат із ЧПУ.

Складемо узагальнювальну таблицю «Небезпечні та шкідливі фактори під час виготовленні деталі «Палець»» (табл. 4.1), яка необхідна для цілісного уявлення про всі виявлені шкідливі та небезпечні фактори на робочому місці, зв'язку їх із запроектованими видами робіт [10].

Для вибору небезпечних і шкідливих факторів використовуємо ГОСТ 12.0.003-2015 «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація».

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		48

Таблиця 4.1 — Небезпечні та шкідливі фактори під час виготовлення деталі «Палець»

Джерело фактора, найменування видів робіт	Фактори (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативні документи
	шкідливі	Небезпечні	
Виготовлення деталі	Підвищений рівень шуму на робочому місці; - Підвищений рівень вібрації; - Підвищений рівень електромагнітних випромінювань; - Недостатня освітленість на робочому місці; - Неприятливі умови мікроклімату	Механічні пошкодження (рухомі машини та механізми; рухомі частини виробничого обладнання); - Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; - Гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхні заготовок, інструментів і обладнання; - Електричний струм; - Пожежонебезпека.	ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ; - ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ; - ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ; - ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ; - ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; - ГОСТ Р 12.1.0192009 ССБТ; - СанПіН 2.2.1/2.1.1.1278-03; - СанПіН 2.2.4.548-96; - СН 2.2.4/2.1.8.562-96; - СП 52.13330.2011; - ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ; - СНіП 23-05-95.

4.2.1 Аналіз виявлених шкідливих факторів проектного виробничого середовища виробничого середовища

4.2.1.1 Підвищений рівень шуму

Джерелом виникнення шуму на території цеху №8 є технологічне обладнання в основних виробничих цехах, металообробні верстати основного та допоміжного виробництв.

Нормативним документом, що регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки».

Згідно з ним, допустимі рівні звукового тиску слід приймати, як у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 — Допустимі рівні звукового тиску

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

У цеху №8 рівень шуму становить 75 дБ.

Для захисту від шуму згідно з «СП 51.13330.2011. Захист від шуму» застосовуються будівельно-акустичні заходи: звукоізоляція огорожувальних конструкцій; звукопоглинаючі конструкції та екрани; глушники шуму; правильне планування та забудова. До шумопоглинаючих відносяться екрани, панелі яких заповнені звукопоглинаючим матеріалом: базальтовою ватою. З боку джерела шуму шумопоглинаючі екрани покриті перфорованим металевим листом для покращення входження звуку в панель та подальшого поглинання його кінетичної енергії [11].

Як засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) застосовуються: протишумні вкладиші, навушники, шоломи та каски, спеціальні костюми.

4.2.1.2 Підвищений рівень вібрації

При виготовленні деталі типу «палець», на робітника може впливати локальна вібрація, джерелом якої є верстати.

Санітарно-гігієнічне нормування вібрацій регламентує параметри виробничої вібрації, ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ». Вібраційна безпека. Загальні вимоги".

Для нашого випадку вибираємо категорію: 3 тип «а». Характеристика умов праці: технологічна вібрація, що впливає на операторів стаціонарних машин та обладнання або передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації. Санітарні норми показників вібраційного навантаження на оператора для тривалості зміни 8 год наведено у табл. 4.3.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		50

Таблиця 4.3 – Допустимі рівні вібраційного навантаження

Вид вібрації	Категорія вібрації за санітарними нормами	Напрямок дії	Нормативні, кориговані за частоті та еквівалентні кориговані значення			
			віброприскорення		віброшвидкості	
			м x c-2	дБ	м x c-2 x 10-2	дБ
Локальна	-	X_l, Y_l, Z_l	2.0	126	2.0	112
Загальна	3 тип «а»	Z_0, Y_0, X_0	0.1	100	0.2	92

Для послаблення дії вібрації на організм людини вживаються такі заходи: балансування мас, що обертаються; зменшення технологічних допусків на виготовлення та збирання машин та інструментів; обмеження часу дії вібрації.

Як фундамент завжди рекомендується використовувати суцільну монолітну залізобетонну плиту, що згладжує вплив неоднорідностей ґрунтової основи і сприяє розподілу, а значить, зниження коливань по площі фундаменту.

Вимоги до фундаменту:

- 1) Маса плити має бути в 4-5 разів можливої сили вібрації;
- 2) Фундаменти під віброобладнання мають нижчий рівень фундаментів під будівлю;
- 3) Обов'язково влаштування демпфуючого шару між фундаментом під обладнання та ґрунтом (черепашник, перліт, гума тощо).

Як засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) застосовуються: рукавички, віброізолююче взуття, килимки [11].

4.2.1.3 Підвищений рівень електромагнітних випромінювань

Джерелом електричних полів є системи передачі та розподілу електроенергії, а також електрообладнання.

Відповідно до ГОСТ 12.1.002 – 84 встановлюється допустима потужність електромагнітних полів (ЕМП): $< 10 \text{ мкВт/см}^2$ – допускається перебування

протягом 8 годин; від 10 до 100 мкВт/см² – перебування не більше 2 годин; > 100 мкВт/см² – допустимий час перебування < 20 хвилин;

Для населення – трохи більше 1 мкВт/см².

До колективних засобів захисту відносяться: стаціонарні пристрої екранування, переносні (пересувні) засоби захисту, що екранують.

До індивідуальних засобів захисту належать: захисні костюми; для захисту очей — спеціальні радіозахисні окуляри, що щільно прилягають до шкіри обличчя і мають скло, що відображають електромагнітні випромінювання (окуляри виготовляються зі скла спеціальних марок, металізованих діоксидом олова); спеціальне взуття, що має електропровідну гумову підошву [12].

Гранично допустимі рівні (ГДР) магнітного поля встановлюються залежно від часу перебування персоналу для умов загального (на все тіло) та локального (на кінцівки) впливу, встановлені в СанПіН 2.2.4.3359-16 та наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 — Гранично допустимі рівні магнітного поля

Час перебування (год)	Допустимі рівні МП Н (А/м)/В (мкТл) при впливові	
	загальному	локальному
<1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

До колективних засобів захисту належить проведення організаційних та технічних заходів.

Організаційні заходи: вибір раціональних режимів роботи устаткування, дотримання правил безпечної експлуатації джерел МП, обмеження місця та часу перебування персоналу у зоні впливу МП, організація робочих місць з відривами від струмовідних частин устаткування, які забезпечують дотримання ГДР.

Технічні заходи: використання технічних засобів, що обмежують надходження електромагнітної енергії на робочі місця (екранів, відбивачів, огорож). Для виготовлення екранів використовуються: листова сталь завтовшки до 2 мм, сталева (мідна, латунна) сітка з коміркою до 2.5 мм.

До індивідуальних засобів захисту належать: захисний одяг (з металізованої тканини НАНОТЕКС) та взуття, захисні щитки лицьові.

4.2.1.4 Недостатня освітленість робочої зони

У механічному цеху №8 передбачається природне, поєднане та штучне освітлення.

СНіП 23-05-95 «Природне та штучне освітлення» – визначає норми освітленості для виробничих приміщень залежно від характеристики зорової роботи, яка визначається мінімальним розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта з фоном та властивостями фону.

Норми освітленості виробничих приміщень наведено у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Норми освітленості для виробничих приміщень

Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Штучне освітлення		Природне освітлення		Поєднане освітлення	
			Освітленість, лк		КЕО* e_n , %			
			при системі комбінованого освітлення	при системі загального освітлення	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні
Середньої точності	IV	б*	500	200	4	1.5	2.4	0.9

*До розряду зорової роботи «б» відноситься періодична робота при постійному перебуванні в приміщенні.

Заходи щодо усунення недостатнього освітлення: застосування комбінованого освітлення. Контроль природного та штучного освітлення у виробничих приміщеннях слід проводити один раз на рік.

4.2.1.5 Відхилення параметрів мікроклімату

До основних нормованих показників мікроклімату повітря відносяться: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового опромінення [11].

Санітарні норми встановлюють оптимальні та допустимі метеорологічні умови у робочій зоні приміщення, відповідно до «СанПіН 2.2.4.548-96. Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень».

Оптимальні параметри мікроклімату на робочих місцях повинні відповідати величинам, наведеним у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 — Оптимальні величини показників мікроклімату

Період року	Категорія робіт з рівня енерговитрат, Вт	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Пб* (233 - 290)	17 - 19	60 - 40	0.2
Теплий	Пб (233 - 290)	19 - 21	60 - 40	0.2

*До категорії Пб відносяться роботи з інтенсивністю енерговитрат 201-250 ккал/год (233-290 Вт), пов'язані з ходьбою, переміщенням та перенесенням ваг до 10 кг і супроводжуються помірною фізичною напругою.

Допустимі параметри мікроклімату на робочих місцях повинні відповідати величинам, наведеним у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Допустимі величини показників мікроклімату

Період року	Категорія робіт за рівнем енерговитрат, Вт	Температура повітря, °С		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с	
		діапазон нижче за оптимальні величини	діапазон вищий за оптимальні величини		для діапазону температур повітря нижче оптимальних величин, не більше	для діапазону температур повітря вище оптимальних величин, не більше**
Холодний	П6 (233-290)	15.0-16.9	19.1-22.0	15-75	0.2	0.4
Теплий	П6 (233-290)	16.0-18.9	21.1-27.0	15-75*	0.2	0.5

* При температурах повітря 25 °С і вище максимальні величини відносної вологості повітря повинні прийматися відповідно до спеціальних вимог.

** При температурах повітря 26-28° С швидкість руху повітря в теплий період року повинна прийматися відповідно до спеціальних вимог. Допустимі величини інтенсивності теплового опромінення поверхні тіл, що працюють від виробничих джерел, представлені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 — Допустимі величини інтенсивності теплового опромінення

Поверхня тіла, що опромінюється, %	Інтенсивність теплового опромінення, Вт/м ² , не більше
50 і більше	35
25-50	70
Не більше 25	100

З метою профілактики несприятливого впливу мікроклімату використовується: механізація та автоматизація технологічних процесів; облаштування систем вентиляції, системи місцевого кондиціонування повітря та

опалення; захист від джерел теплового випромінювання за допомогою теплозахисних екранів; застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ); регламент часу роботи.

До ЗІЗ від несприятливих кліматичних умов відносять спецодяг, спецвзуття, засоби захисту рук і головні убори.

4.2.1.6 Хімічні речовини

У металообробному цеху присутні такі шкідливі речовини, як: мастильно-охолоджувальна рідина (МОР) та технологічні мастила (ТМ). Пари цих рідин у повітрі не повинні перевищувати величину гранично-допустимої концентрації. Гранично допустимі концентрації компонентів мастильно-охолоджувальної рідини наведені відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітряної робочої зони».

Таблиця 4.9 – Гранично допустимі концентрації компонентів мастильно-охолоджувальної рідини

Найменування речовини	Величина ПДК, (мг/м ³)	Клас небезпеки
Акрилова кислота	5.0	3
Акролеїн	0.2	2
Аміак	20.0	4
Ацетон	200	4
Бутадієн	100	4
Буталакрилат	10.0	3
Вінілацетат	0.2	2
Гексахлоретан	0.08	1
Дихлоретан	10.0	2
Метанол	5.0	3
Метатіол	0.8	2
Метилакрилат	5.0	3
Метилпропіонат	10.0	3
Масляний альдегід	5.0	3
Метилметакрилат	0.7	2
Мінеральне мастило	5.0	3
Метилнафталін	20.0	4
Меркаптан	0.1	1
Сірковуглець	10.0	2
Сірка	6.0	4
Свинець	0.01	1
Сірчаний газ	10.0	3

Нітрит натрію	5.0	3
Тетрахлоретан	5.0	3
Трихлоретан	20.0	4
Тетрахлорметан	2.0	2
Вуглець оксид	20.0	4
Оцтова кислота	5.0	3
Фенол	0.3	2
Формальдегід	0.8	2
Етанол	5.0	4
Етилметакрилат	0.048	1
Хлор	1.0	2
Хром 3+	1.0	3
Хром 6+	0.01	1
Хлористий водень	5.0	2
Бензол	5.0	2

Періодичність контролю за ПДК шкідливих речовин встановлюється залежно від класу небезпеки шкідливої речовини: для 1 класу – не рідше 1 разу на 10 днів, 2 класу – не рідше 1 разу на місяць, 3 та 4 класів – не рідше 1 разу на квартал. Засоби захисту: колективні засоби — вентиляція, очищення повітря; герметизація пристроїв, у яких ведуться виробничі процеси пов'язані з утворенням парів; механізація та автоматизація технологічного процесу. Індивідуальні засоби – спецодяг, засоби захисту органів дихання (респіратори), рук (рукавички), особи, очей (захисні окуляри) [13].

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		57

ВИСНОВКИ

У ході проведеної випускної кваліфікаційної роботи було розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Палець» на підставі вихідних даних із заданими характеристиками.

У першому розділі було визначено тип виробництва (дрібносерійний), проведено аналіз технологічності конструкції деталі та вибір вихідної заготовки. Також було розроблено технологічний процес та виконано його розмірний аналіз. На підставі технологічного процесу виготовлення деталі було обрано обладнання, розраховано режими різання та проведено нормування операцій.

У другому розділі роботи було спроектовано верстатний пристрій до свердлильної операції.

У розділі «Фінансовий менеджмент, ресурсоефективність та ресурсозбереження» було проведено аналіз конкурентних технічних рішень, розроблено графік проведення технічного проекту, розраховано бюджет науково-технічного дослідження та визначено його ресурсоефективність.

Розділ «Соціальна відповідальність» містить аналіз шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, розглянуто також питання забезпечення екологічної безпеки та безпеки у надзвичайних ситуаціях

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		58

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологія машинобудування. Навчальний посібник / За ред. І. І. Юрчишина. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 528 с.

2. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» (для студентів напрямку підготовки 6.050502 «Інженерна механіка»). / Укладачі: Бабенко М.О., Горячева Т.В. Красноармійськ, Видавництво Красноармійського індустріального інституту, 2009. 67 с.

3. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: Навчальний посібник / Юрчишин І.І. та ін. Видавництво НУ «Львівська політехніка». 2009. 528 с.

4. Якимов А.В., Царюк В.Н., Якимов В.А. и др. Технология машиностроения: Учебник для студ. машиностр. вузов. / Под редакцией Якимова А.В. Одесса: Астропринт, 2012. 784с., ил.

5. Гевко Б.М. Технологія обробки на верстатах з ЧПК: Навчальний посібник. [Текст] / Гевко Б.М., Матвійчук А.В. Тернопіль: ТДТУ, 2004. 131 с.

6. 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.

7. Залога В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник / В.О. Залога, О.О. Залога, В.Д. Гончаров; за загальн. ред. В.О. Залого. Суми: Сумський державний університет, 2013. 371 с.

8. Родін П.Р. і др. Металорізальні інструменти. В 2-х ч. / П.Р. Родін, Ю.М. Бугай, Н.С. Равська, В.І. Солодкий. Київ, «Вища школа», 1993. Ч.1. 226 с., іл.

9. Данюк В. М., Абрамов В. М. Нормування праці. К.: ВПОЛ, 1995. 465 с.

10. Кирилович В. А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПК. / В. А. Кирилович, П. П. Мельничук, В. А. Яновський ; під заг. ред. В. А. Кириловича. Житомир : ЖІТІ, 2001. 600 с.

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		59

11. Гордєєв А.І., Урбанюк Є.А., Безносів А.Є., Мігаль В.Г. Курсове та дипломне проектування для технології машинобудування та металорізальних верстатів. Навчальний посібник, ХНУ, 2005, 300 с.

12. Гордєєв А. І. Урбанюк Є.А., Сілін Р.С. Збірник задач з проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник. Хмельницький: ХНУ 2013. 159 с., іл.

13. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т., Гордєєв А. І. Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва: Навчальний посібник / За ред. Р.Т. Карпика. Хмельницький: ХДУ, 2003. 222 с., іл.

14. Желєзна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.

15. Контрольна робота з дисципліни "Проектування контрольно-вимірювальних пристроїв" Вінниця, 2015. 13 с.

16. П.А. Лінчевський та ін.. Обробка деталей на обробно-розточувальних верстатах / П.А. Лінчевський, Т.Г. Джугурян, О.А. Оргіян, за заг. ред.. П.А. Лінчевського. – К.: Техніка, 2000. – 300с. ISBN 966-575-048-8

17. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів. Афіша 2004. 248 с.

18. Катренко Л. А., Пістун І. П. Охорона праці в галузі освіти. Суми: Університетська книга, 2001. 345 с.

19. SANDVIK COROMAT [Електронний ресурс] // www.sandvik.coromant.com. 2021. Режим доступу до ресурсу: <https://www.sandvik.coromant.com/ruru/products/pages/technologies.aspx#inveio>.

20. <http://ecat.secotools.com/>

					ДП.ПМ.ФІТА.24.00.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		60