

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі "колесо зубчасте БФКТБ 471.213" 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

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТ-21-1
Шифр




Олександр РУДЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

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



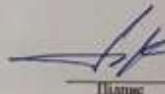
Ольга РОМАНШІНА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент



Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва



Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата «16» серпня 2025

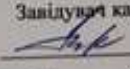
Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

 Віталій ТКАЧУК

7 . 02 . 2025

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Рудчук Олександр Валерійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі "колесо зубчасте БФКТБ 471.213" з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Романішина Ольга Валеріївна, 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) креслення деталі колесо зубчасте БФКТБ 471.213 та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску 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: креслення деталі із 3D моделлю (1 лист А2); графотехнологія (1 лист А1); креслення карти наладки (1 лист А2); креслення верстатного пристрою (1 лист А1); креслення контрольного калібру (1 лист А2)

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Рудчук Олександр Валерійович на захист дипломного проєкту (роботи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі «колесо зубчасте БФКТБ 471.213» з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету

ОЛЕГ ПОЛІЩУК
(підпис) (ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Рудчук О. В. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2021 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 3,57 %, добре 50,00 %, задовільно 46,43 %. шкалою ЄКТС: А 5,66 %, В 18,87 %, С 32,08 %, D 24,53 %, E 18,87 %.

Методист факультету

Олександр
(підпис) (ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент

Рудчук О. В. над цю роботу над
змістовним проєктом продемонстрував
себе як професіонала, який
розуміє та може виконувати роботу
на високому професійному рівні
навіть за несприятливих умов

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

заслужила на оцінку "добре"

Керівник дипломного проєкту

Олена Романівна
(підпис) (ім'я, прізвище)
"14" червня 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

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

Завідувач кафедри

Технології машинобудування
Віталій ТКАЧУК
(підпис, ім'я, прізвище) (назва)

" " " 2025 р.

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект студента Рудчук О. В.
Тема: Технологія виготовлення деталі «колесо зубчасте БФКТБ 471.213» з використанням верстатів з ЧПК

Тема дипломного проекту та його зміст відповідають обраній спеціальності. Дипломний проект має необхідні розділи відповідно до завдання.

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

Проведено вірний вибір (економічно обґрунтувавши) методу виготовлення заготовки, а в подальшому був розроблений маршрутний і технологічний процес механічного оброблення колеса зубчастого з використанням сучасного металорізального устаткування з ЧПК. Згідно виданого завдання розраховані припуски на оброблення, визначені режими різання, норми штучного часу. Всі прийняті рішення технологічного розділу підкріплені відповідними розрахунками і виконані на високому рівні. За допомогою САМ-паketу створено програму оброблення деталі на верстаті з ЧПК.

В конструкторській частині розроблено конструкції верстатного та контрольного пристроїв.

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

Все це демонструє досить високий рівень бакалавра як сформованого спеціаліста.

Вагомих недоліків в дипломній роботі не виявлено.

Проте було виявлено незначні орфографічні помилки.

Дипломний проєкт виконаний згідно завдання, в повному обсязі та заслуговує оцінки «добре».

Рецензент:

 / Дробан О.Є.

«__» «__» 2025 р.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ _____

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Технологія автоматизації процесу контролю якості
 Автор Вікторія ТКАЧУК
 Освітня програма Технічний факультет
 Рівень вищої освіти першого рівня
 Спеціальність ІТ менеджмент
 Науковий керівник: Олена РОМАНУШИН

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

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Ознаки академічного плагіату	
1.1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	
1.2	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
1.3	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданій поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
1.4	Робота містить намісні текстові спотворення, передбачувані спроби укряття 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: Анти-Плагіат - 9,0%, когн. карта - 9%

Дата _____

Завідувач кафедри

Вікторія ТКАЧУК
Ім'я, прізвище

Гарант освітньої програми

Володимир МІХАЙКО
Ім'я, прізвище

Керівник кваліфікаційної роботи

Олена РОМАНУШИН
Ім'я, прізвище

Реферат

Дипломного проєкту на тему

Технологія виготовлення деталі "колесо зубчасте БФКТБ 471.213" з використанням верстатів з ЧПК

Здобувач: Олександр РУДЧУК

Керівник: к.т.н., доцент Ольга РОМАНШІНА

Об'єкт проєктування та дослідження: зубчасте колесо, виробничий процес зубчастого колеса в умовах дрібносерійного виробництва.

Мета роботи: ознайомлення та вивчення технологічних процесів виробництва типових деталей машин, розробка технологічного процесу виготовлення конкретного зубчастого колеса в умовах дрібносерійного виробництва.

Проведено ознайомлення з можливими методами отримання заготовок, обрано метод отримання заготовки досліджуваного та розроблено її креслення відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014 . Також розроблені маршрути обробки поверхонь зубчастого колеса та самого зубчастого колеса. Зроблено вибір металорізальних верстатів, верстатних пристроїв, а також мірювального та ріжучого інструменту.

У процесі виконання дипломного проєкту розроблено карти налагодок на чотири операції. Також розроблено просторову модель заготовки зубчастого колеса. Просторові моделі та всі графічні побудови виконані у системі «SolidWorks».

Автор:

Олександр РУДЧУК

/Підпис/

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Задачі дипломного проектування	8
1.2 Аналіз технологічності конструкції виробу	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	12
2.1 Вибір методу отримання заготовки	12
2.2 Проектування технологічного маршруту оброблення деталі	14
2.3 Розроблення технологічних операцій	15
2.4 Вибір обладнання, пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту	17
2.4.1 Вибір обладнання	17
2.4.2 Вибір пристроїв	24
2.4.3 Вибір різального інструменту	24
2.4.4 Вибір вимірювального інструменту	26
2.5 Розробка операційного технологічного процесу	27
2.6 Вибір режимів різання та визначення норми часу на одну операцію	29
2.6.1 Вибір режимів різання	29
2.6.2 Визначення основного часу на операції	30
2.7 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК	32
2.8 Оформлення технологічної документації	37
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	38
3.1 Спеціальне механізоване оснащення	38
3.2 Проектування калібру–пробки	41

ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата
Розроб.		О. Рудчук		
Перев.		Романішина		
Н. контр.		С. Бись		
Затв.		В. Ткачук		
Технологія виготовлення деталі " колесо зубчасте БФКТБ 471.213" з використанням верстатів з ЧПК				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		Н	5	
ХНУ гр. ПМТ-21-1				

4 ОХОРОНА ПРАЦІ	45
4.1 Загальні засади техніки безпек	45
4.2 Протипожежний захист	47
4.3 Екологічна безпека	48
ВИСНОВКИ	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	55
ДОДАТКИ	58

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

Технологічний процес виготовлення зубчастого колеса є сукупність всіх дій людей і знарядь виробництва, необхідні цьому підприємстві виготовлення чи ремонту виробів. Технологічний процес складається з технологічних операцій, кожна з яких може складатися з установ, переходів та позицій, а також робочих ходів та ін.

Найточнішою поверхнею зубчастого колеса є поверхня під посадку на вал та торці. Для зубчастих коліс головною вимогою є забезпечення перпендикулярності робочих торців до базових поверхонь.

Вінець зубчастого колеса піддається термообробці, метою якої є підвищення допустимих контактних напруг з його поверхні.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Задачі дипломного проектування

У рамках дипломного проекту ставляться такі основні задачі проектування:

Аналіз конструкції деталі та вимог до точності – вивчення креслення зубчастого колеса БФКТБ 471.213, встановлення функціонального призначення, основних конструктивних елементів, жорсткісних, точнісних та шорсткісних вимог.

Вибір та обґрунтування заготовки – визначення раціонального способу отримання заготовки (наприклад, вільне кування або прокат) з урахуванням припусків на механічну обробку.

Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі – складання технологічного маршруту з визначенням послідовності операцій, вибору типів верстатів з ЧПК, методів базування, видів обробки поверхонь та контролю.

Розрахунок та обґрунтування режимів різання – визначення оптимальних режимів різання (S , V , t , f) для кожної операції з урахуванням інструменту, матеріалу, точності та продуктивності.

Розробка керуючої програми для верстатів з ЧПК – створення NC-коду (наприклад, у САМ-системі ESPRIT або Siemens NX) для оброблення зубчастого колеса, моделювання траєкторії інструмента.

Вибір і обґрунтування технологічної оснастки та інструменту – підбір патронів, оправок, різального інструменту, а також розробка необхідної допоміжної оснастки (наприклад, призматичних пристроїв чи м'яких патронів).

Контроль якості виготовленої деталі – розробка системи контролю розмірів, шорсткості, геометричної форми з використанням сучасного вимірювального обладнання (СММ, шаблони, індикатори).

Оцінка точності та техніко-економічне обґрунтування – оцінювання допусків, похибок обробки, витрат часу, ресурсоемності та економічної доцільності обраного технологічного процесу.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічності конструкції виробу

Деталь відноситься до класу зубчастих коліс і виготовляється зі сталі 30 ХГТ. Хімічний склад, %:

- Кремній: 0,17-0,37
- Марганець: 0,80-1,10
- мідь: 0,30
- Нікель: 0,30
- Сірка: 0,035
- Вуглець: 0,24-0,32
- Фосфор: 0,035
- Хром: 1,00-1,30
- Титан: 0,03-0,09.

На кресленні деталі представлені всі види, перерізи та розрізи, необхідні для розуміння конструкції деталі. Під час проектування витримані всі вимоги стандарту. Конструкція деталі не становить технологічних труднощів під час її виготовлення. Конструкторської базою деталі є поверхня посадкового отвору, яку також приймаємо як технологічну базу. На кресленні деталі представлені всі необхідні розміри з граничними відхиленнями та параметри шорсткості.

При виготовленні деталі можливе застосування універсального технологічного обладнання та стандартного технологічного оснащення, всі поверхні деталі доступні для обробки та вимірювання. Конструкція деталі не обмежує режимних параметрів обробки, оскільки деталь є твердою.

Деталь у процесі виготовлення повинна досягти твердості HRC 56...62, що можливо шляхом цементації з наступним загартуванням.

Нетехнологічним у процесі виготовлення деталі є шліфування отвору зі шліцами, а також канавка $\varnothing 150/\varnothing 100$. Загалом деталь технологічна

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		12

1.3 Аналіз службового призначення деталі

Зубчасті колеса відносяться до стандартних деталей машин, які служать для передачі крутного моменту. Розрізняють колеса циліндричні, черв'якові та конічні, прямозубі та косозубі.

Досліджуване зубчасте колесо прямозубе циліндричне. Служить для передачі крутного моменту. Судячи з вимог до обробки торців, колесо на валу утримується в осьовому напрямку з одного боку маточиною, з іншого втулкою. Передача важко навантажена, оскільки колесо з валом сполучається за допомогою шліців.

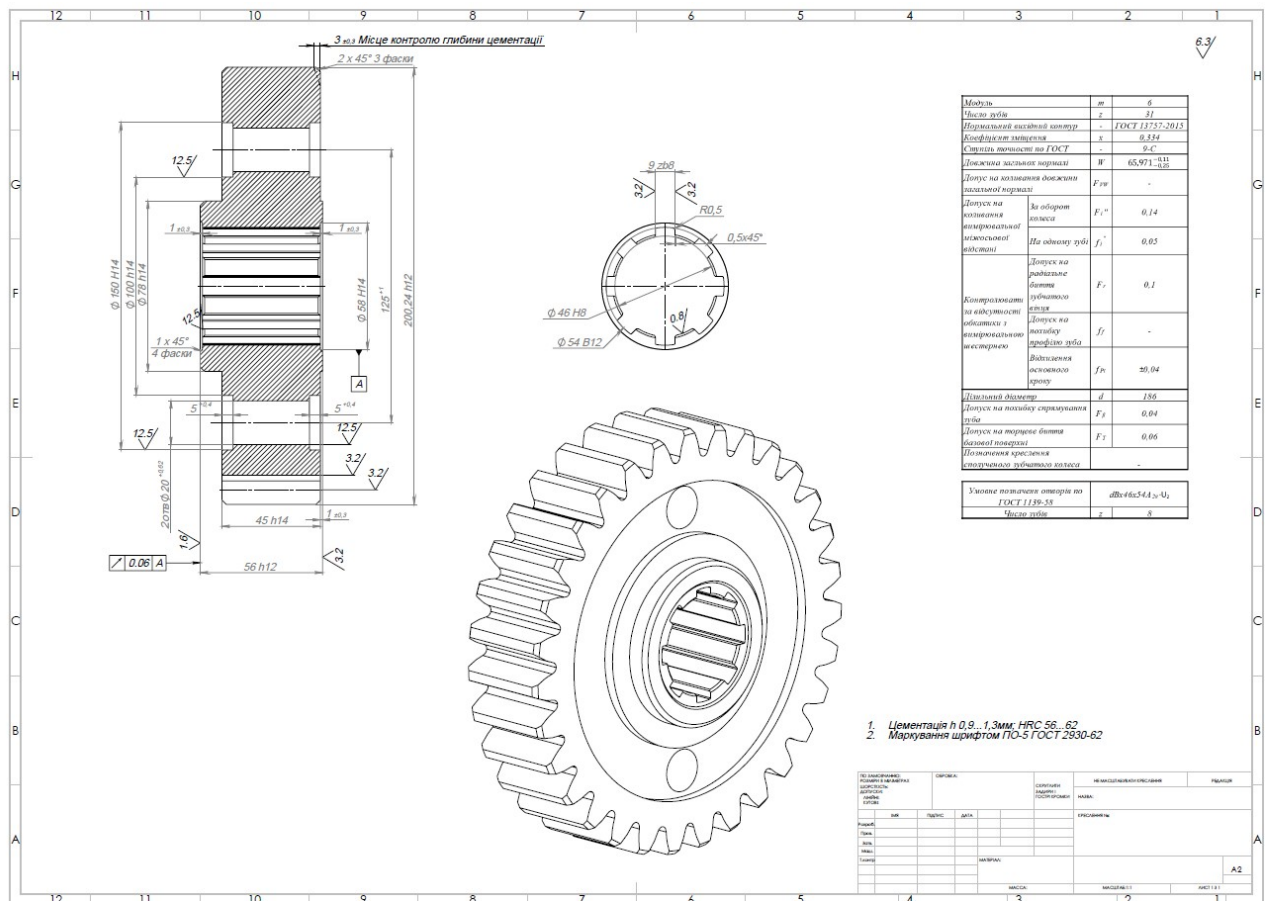


Рисунок 1.1 – креслення зубчастого колеса БФКТБ 471.213

На основі креслення можна встановити, що дана деталь є зубчастим колесом, яке виконує функцію передавання обертального моменту в механізмі, найімовірніше — в редукторі або приводному вузлі верстата чи іншої машини.

Аналіз її конструкції дозволяє визначити таке службове призначення та функціональні особливості:

1. Функціональне призначення: Деталь є циліндричним зубчастим колесом, яке передає обертальний момент від одного вала до іншого. Наявність посадочних ділянок, точних отворів і шліцьової частини свідчить про її включення в жорстку кінематичну схему — вона встановлюється на валу на якому закріплюється інше колесо чи елемент передачі.

2. Конструктивні елементи та їх призначення: Зубчастий вінець (ділянка з внутрішнім шліцом 9z b8) — з'єднання деталі з валом через шліцьову посадку, що забезпечує передавання моменту без провертання.

Циліндричні посадочні ділянки (d45h14, d56h12, d125f10 тощо) — для встановлення в підшипники або на вали, часто використовуються як базові поверхні для обробки.

Фаски, радіуси, шорсткість поверхонь (Rz 3.2) — передбачають легке складання, зменшення концентрації напружень та дотримання вимог точності.

3. Умови роботи: Обертання з передаванням навантаження — деталь працює на зсув і крутний момент. Можливий високий рівень навантаження та контактних напружень — поверхні зубів і шпонкові/шліцьові з'єднання мають підвищені вимоги до твердості та точності.

4. Вимоги до виготовлення: Висока точність посадкових поверхонь (H8, h12, f10), які використовуються для центрування деталі або встановлення в вузли. Висока жорсткість і міцність — можлива обробка із сталі типу 45 або легованих сталей. Підвищена якість обробки зубчастої частини — потрібна чистова обробка (наприклад, шліфування чи доведення).

Висновок: Деталь є зубчастим колесом з шліцьовим з'єднанням, призначеним для роботи в умовах обертального навантаження. Вона є частиною приводу, де критично важлива точність виготовлення посадок, зносостійкість робочих поверхонь та дотримання жорстких допусків. Її конструкція оптимізована для роботи у складі передачі із частковим навантаженням на згин і крутіння.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір методу отримання заготовки

Заготовку для зубчастого колеса, що проектується, отримуємо гарячим штампуванням в закритих штампах на молотах (з урахуванням рекомендацій [1,стр.138]).

Масу деталі та масу поковки визначаємо за 3D-моделями за допомогою SolidWorks:

Маса деталі = 7,6 кг, маса поковки = 12,5 кг.

Поверхня роз'єму штампів матиме плоский вигляд, оскільки деталь відноситься до деталей типу диск. Також поверхня роз'єму проходить нижче за середину деталі.

Визначаємо ступінь складності фігури. Ступінь складності – це конструктивна характеристика заготовки, яка якісно оцінює її. Ступінь складності визначається як відношення наведеної маси заготовки до маси фігури, в яку вписується деталь (маси знаходимо за допомогою SolidWorks):

$$M_{\phi} = 14.3(\text{кг})$$

$$\frac{M_{\text{пр}}}{M_{\phi}} = \frac{10.4}{12.5} = 0,83$$

де:

M_{ϕ} - маса простої фігури, в яку вписано заготовка

$M_{\text{пр}}$ - маса поковки

Ступінь складності виробу – С1.

Група сталі М1 [5, стр.8, табл. 1].

Штампування на молотах дозволяє отримати клас точності Т4. Відповідно до ДСТУ EN 10254:2022 залежно від маси поковки та її класу точності допускається величина зміщення по поверхні роз'єму штампу, залежно від класу точності та поверхні роз'єму штампа – 1 мм [5, стор.20, табл 9].

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

За відповідною номограмою [5, стор.10, табл. 2] залежно від класу точності, групи сталі та ступеня складності заготовки визначаємо вихідний індекс. Для заданої заготовки вихідний індекс II 14.

Припуски призначаємо залежно від вихідного індексу, значень номінальних розмірів та параметрів шорсткості поверхонь деталі. Допуски призначаємо залежно від вихідного індексу та номінального значення розміру. Допуски та припуски призначаємо за відповідними таблицями [5] та заносимо їх значення до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Допуски та припуски поверхонь колеса

№ п/п	Розмір деталі, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Розмір заготовки, мм
1.	Ø78h14	$\text{Ø}78_{-1,1}^{+1,8}$	2	Ø80
2.	Ø46H8	$\text{Ø}46_{-1,8}^{+1,1}$	2.4	Ø43.6
3.	Ø200,55h12	$\text{Ø}200_{-1,1}^{+2,1}$	2.5	Ø203.05
4.	45h14	$45_{-1,1}^{+1,8}$	2.0+2.0=4	49
5.	56h12	$56_{-1,1}^{+1,8}$	2.0+2.0=4	60



Рисунок 2.1 – Штампування колеса

За даними отриманої таблиці оформляємо креслення штампування колеса відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014. Зовнішній вигляд просторової

моделі поковки представлений на рисунку 2.1. Креслення заготовки представлено у додатку Б.

2.2 Проектування технологічного маршруту оброблення деталі

Для розробки маршруту обробки поверхонь колеса на кресленні колеса пронумеруємо поверхню колеса. Нумерація поверхонь наведена на рисунку 2.2. Маршрут обробки поверхонь валу наведено у таблиці 2.2.

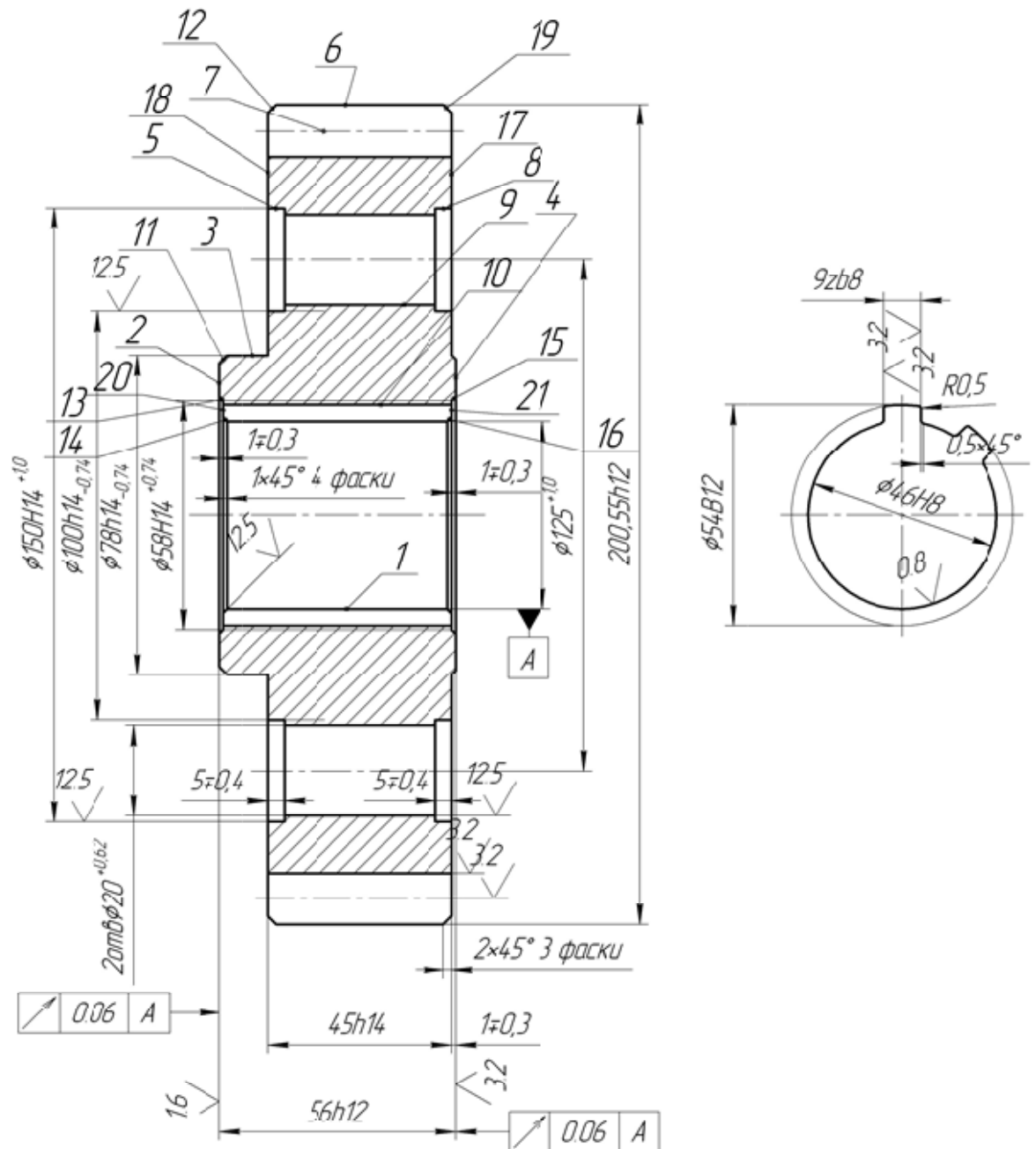


Рисунок 2.2 – Креслення колеса із зазначенням номерів поверхонь

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

2.3 Розроблення технологічних операцій

Таблиця 2.2 – Маршрут обробки поверхонь колеса

№ п./п.	Розмір поверхні	Квалітет	Ra, мкм	Технологічний перехід	Квалітет	Ra, мкм
1.	Ø46	h 8	0.8	Розточування чорнове	h 14	6.3
				Протягування чистове	h 8	0.8
2.	Лівий торець	-	1.6	Точіння чорнове	-	6.3
				Шліфування остаточне	-	1.6
3.	Ø78	H14	6.3	Точіння чорнове	H14	6.3
4.	Правий торець	h12	3.2	Точіння чистове	h 12	3.2
5.	Ліва канавка Ø150/Ø100	H14	12.5	Точіння чорнове	H14	12.5
6.	Ø200.55	h12	6.3	Точіння чорнове	h12	12.5
7.	Зубчастий вінець	-	3.2	Зубофрезерування	-	6.3
				Зубошліфування	-	3.2
8.	Права канавка Ø150/Ø100	H14	12.5	Точіння чорнове	H14	12.5
9.	Ø20	H14	12.5	Свердління Ø15	H14	12.5
				Розсвердлювання	H14	12.5
10.	Шлицевий паз	zb8	3.2	Протягування	zb8	3.2
11.	Фаска 2×45 ⁰	h14	6.3	Точіння чорнове	h14	6.3
12.	Фаска 2×45 ⁰	h14	6.3	Точіння чорнове	h14	6.3
13.	Фаска 1×45 ⁰	H14	6.3	Точіння чорнове	h14	6.3
14.	Фаска 1×45 ⁰	H14	12.5	Точіння чорнове	h14	12.5
15.	Фаска 1×45 ⁰	H14	6.3	Точіння чорнове	h14	6.3
16.	Фаска 1×45 ⁰	H14	6.3	Точіння чорнове	h14	6.3
17.	Правий торець Ø200.55/Ø78	h14	0.8	Точіння чорнове	h14	6.3
18.	Лівий торець Ø200.55/Ø78	-	6.3	Точіння чорнове	-	6.3
19.	Фаска 2×45 ⁰	h14	6.3	Точіння чорнове	h14	6.3
20.	Ліва канавка Ø58	H14	6.3	Точіння чорнове	H14	6.3
21.	Права канавка Ø58	H14	6.3	Точіння чорнове	H14	6.3

2.3 Розробка маршруту обробки деталей

Розробка маршруту обробки деталі виконана згідно з маршрутом обробки поверхонь.

Результат розробки маршруту обробки деталі наведено у таблиці 2.3. Номери поверхонь зубчастого колеса відповідають номерам, позначеним на рисунку 2.2 і наведеним у таблиці 2.2.

Таблиця 2.3 – Маршрут обробки деталей

Технологічний перехід	Точіння чорнове	Точіння чистове	Свердління	Розсвердлювання	Протягування	Зубофрезерування	Зубошліфування	Шліфування	ТО
1.	+				+			+	+
2.	+							+	+
3.	+								+
4.	+	+							+
5.	+								+
6.	+								+
7.						+	+		+
8.	+								+
9.			+	+					+
10.					+				+
11.	+								+
12.	+								+
13.	+								+
14.	+								+
15.	+								+
16.	+								+
17.	+								+
18.	+								+
19.	+								+
20.	+								+
21.	+								+

У таблиці 2.4 наведено допуски на механічну обробку основних поверхонь зубчастого колеса, вибраних згідно з [3].

Таблиця 2.4 – Допуски на механічну обробку поверхонь колеса

№ п/п	Розмір поверхні, мм	Види механічної обробки	Припуск, мм	Розмір поверхні, мм
1.	Ø46H8	Чорнове розточування	1.6	Ø43.6
		Протягування	0.5	Ø45.2
		Шліфування	0.3	Ø46
2.	Ø78h14	Чорнове точіння	2.0	Ø80
3.	Ø200.55h12	Чорнове точіння	2.5	Ø203.05
4.	Лівий торець	Чорнова підрізка	1.5	60
		Шліфування	0.3	56.3
5.	Правий торець	Чорнова підрізка	1.5	58.5
		Чистова підрізка	0.7	57
7.	Лівий торець Ø200.55/Ø78	Чорнове точіння	2.0	49
8.	Правий торець Ø200.55/Ø78	Чорнове точіння	2.0	47
9.	Зубчастий вінець	Шліфування	0.2x2	66.36

2.4 Вибір обладнання, пристроїв, ріжучого та вимірювального інструменту.

2.4.1 Вибір обладнання

Вибір обладнання здійснюємо відповідно до необхідних технологічних можливостей та мінімальних витрат електроенергії – вибираємо обладнання, технологічні можливості якого дозволяють здійснити ту чи іншу операцію з мінімальною потужністю електродвигуна. Вибір обладнання здійснюємо згідно з [5] та заносимо деякі дані про обладнання до таблиці 2.5.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		20

Таблиця 2.5 – Обладнання, необхідне виготовлення колеса

№ п/п	Назва верстата	Модель верстата	Маса верстата, кг	Потужність, кВт	Операції, що виконуються на верстаті
1.	Токарний з ЧПК	HAAS ST 20	4300	22,4	005, 010, 015
2.	Вертикально-фрезерувальний з ЧПК	HAAS VF-2TR	4700	5.5	020
3.	Горизонтально-протяжний	7ПІ534	4700	17	025
4.	Зубофрезерний	Y31125E	6800	7.5	030
5.	Зубошліфувальний	Reishauer RZ301	8500	5.5	040
6.	Внутрішшліфувальний	Jainnher JHI-150CNC	4300	4	045

У таблицю 2.6 заносимо основні параметри та характеристики вибраного обладнання, які вказують діапазон габаритних розмірів заготовок, обробка яких можлива на тому чи іншому верстаті.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики верстатного устаткування

Параметри верстатів	Значення параметрів
Токарний з ЧПК – HAAS ST 20	
	
Маса верстата	4300 кг
Габарити	2,6 × 1,7 × 2,0 м
Максимальний діаметр обробки	330 мм
Максимальна довжина обробки	572 мм

Робочі переміщення:

Переміщення по осі X	213 мм
Переміщення по осі Z	572 мм

Шпиндель:

Частота обертання	до 4000 об/хв
Потужність головного привода	22,4 кВт (30 НР)
Тип привода:	інтегрований шпинд. двигун
Патрон	254 мм (10")
Прохід крізь шпиндель	64 мм

Інструментальна система

Тип револьверної головки	12-позиційна BOT або VDI
Час індексації (позиція-позиція)	0,5 с
Діаметр інструментального тримача	25 мм

Вертикально-фрезерувальний з ЧПК HAAS VF-2TR



Частота обертання шпинделя	8100 об/хв
Найбільший умовний діаметр свердління сталі	50
Виліт шпинделя, мм	375-1600
Конус Морзе отвори шпинделя	5
Вісь X (поздовжнє переміщення):	762 мм
Вісь Y (поперечне переміщення):	406 мм

Вісь Z (вертикальне переміщення):	508 мм
Горизонтально – протяжний 7ГП534	
	
Найбільша довжина ходу санок	1250
Розмір робочої поверхні опорної плити	450x450
Діаметр отвору:	160 100
в опорній довжині під планшайбу	1.5-11.5
Зубофрезерний верстат Y31125E	
	
Відстань між віссю фрези та столом:	
Максимальна:	690 мм
Мінімальна:	220 мм
Максимальний діаметр заготовки:	
З задньою стійкою:	1000 мм
Без задньої стійки:	1250 мм
Максимальний модуль фрезерування:	
Сталь	12 мм
Чавун	16 мм
Максимальна ширина зубчастого колеса:	450 мм

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ

Арк.

23

Максимальний хід супорта інструменту:	470 мм
Діаметр робочого столу:	1000 мм
Отвір шпинделя:	Морзе 6
Максимальні розміри фрези:	
Діаметр:	260 мм
Довжина:	300 мм
Максимальне осьове переміщення фрези	100 мм
Діапазон швидкостей обертання шпинделя	16–125 об/хв
Діапазон вертикальної подачі	0,39–4,39 мм/оберт столу
Швидкість швидкого вертикального переміщення супорта:	0,525 м/хв
Потужність головного двигуна	11 кВт (1440 об/хв)
Габарити верстата (Д×Ш×В):	3750×2040×2500 мм
Вага верстата	13 тонн

Зубошліфувальний Reishauer RZ301



Максимальний діаметр зубчастого колеса	330 мм
Мінімальний діаметр зубчастого колеса	10 мм
Максимальна ширина зубчастого колеса	180 мм
Довжина затиснення заготовки	420–620 мм
Довжина затиснення заготовки	420–620 мм
Максимальна вага заготовки	60 кг

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		24

Хід супорта	180 мм
Діаметр шліфувального черв'яка	270–350 мм
Ширина шліфувального черв'яка	84–104 мм
Швидкість обертання шліфувального черв'яка: <ul style="list-style-type: none"> • Під час шліфування • Під час профілювання 	1100–1900 об/хв. 52–90 об/хв
Загальне електроспоживання	12 кВт (400 В, 50 Гц)
Вага верстата	8500 кг

Внутрішньошліфувальний верстат з ЧПУ Jainnher JHI-150CNC



Діапазон діаметрів внутрішнього шліфування	Ø 6 – 150 мм
Максимальна глибина шліфування	150 мм
Максимальна затискна довжина	200 мм
Максимальний діаметр установки над станиною	Ø 500
Максимальний діаметр у захисному кожусі патрона	Ø 280
Переміщення по осі X (шліфувальна бабка)	JHI-150BCNC
Максимальна швидкість подачі	5 м/хв
Максимальний діаметр установки над станиною	Ø 500
Максимальний діаметр у захисному кожусі патрона	Ø 280
Переміщення по осі X (шліфувальна бабка)	JHI-150BCNC
Максимальна швидкість подачі	5 м/хв

Максимальний хід	100 мм
Мінімальне переміщення, що задається	0.001 мм
Переміщення по осі Z (робочий стіл)	JHI-150BCNC
Максимальна швидкість подачі	8 м/хв
Максимальний хід	450 мм
Мінімальне переміщення, що задається	0,001
Шпиндельна бабка	JHI-150BCNC
Швидкість обертання шпинделя	10-1000 об/хв
Передній кінець шпинделя	A2-5
Кут нахилу	±15°
Поворотний стіл	JHI-150BCNC
Швидкість обертання	0-20 об/хв
Мінімальне переміщення, що задається	0,001°
Кут повороту	-90°
Двигуни	JHI-150BCNC
Двигун шліфувального круга	7,5 кВт
Двигун шпиндельної бабки	3,5 кВт
Сервопривід осі Z	1,2 кВт
Сервопривід осі X	0,75 кВт
Двигун системи змащування	0,18 кВт
Двигун гідросистеми	0,18 кВт
Двигун подачі MOP	0,18 кВт
Загальні характеристики	JHI-150CNC
Пакувальні розміри	2900 x 1900 x 2100 мм
Вага нетто	3100 кг
Вага брутто	3300 кг

В умовах дрібносерійного виробництва основним критерієм вибору того чи іншого обладнання є наявність на підприємстві. Тому наведені вище верстати можуть бути замінені на інші, характеристики та технологічні можливості яких дозволяють повністю виготовити це зубчасте колесо.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		26

2.4.2 Вибір пристроїв

Вибір пристроїв здійснюємо згідно з [6], [7], виходячи з компоновання обраного обладнання та з технології виконання тієї чи іншої операції. Необхідні пристрої заносимо до таблиці 2.7 із зазначенням восьмизначного кодування пристроїв і відповідного ДСТУ. Також у таблиці вказуємо операції, виконання яких відбувається з допомогою зазначених пристосувань.

Таблиця 2.7 Верстатні пристрої

№ п/п	Назва пристосування	Восьмизначне кодування (позначення)	ДСТУ	Виконувані операції
1.	Патрон самоцентруючий трикулачковий	7100-0009	ДСТУ 8522-79	005,010,015
2.	Патрон мембранний	-	-	045
3.	Лещата верстатні	7200-0227	ДСТУ 16518-96	020
4.	Пристосування спеціальне			
4.1.	Призма	-	-	020
4.2.	Кондуктор (свердління)	-	-	020
4.3.	Плита	-	-	020

2.4.3 Вибір різального інструменту

Вибір різального інструменту здійснюємо, виходячи з технологічного змісту операцій технологічного процесу, а також компоновання обраного обладнання. Вибір інструменту робимо згідно з [6], [8], [10]. Вибраний інструмент заносимо до таблиці 2.8 із вказівкою або восьмизначного кодування інструменту, або його позначення. Також у таблиці наводимо відповідні ДСТУ на різальний інструмент та номери операцій, у процесі здійснення яких застосовується той чи інший інструмент.

Таблиця 2.8 Ріжучий інструмент

№ п/п	Назва різального інструменту	Код. позначення	Операції, що виконуються (призначення)
1.	Різець токарний	PDJNR2525M1504 	005 (підрізання торця)
2.	Розточувальний різець	WNMG 060408-TM LF9018 	005 (розточування отвору)
3.	Прохідний упорний різець	MTFNR2020K16 	010 (обробка маточини та торців)
4.	Прохідний відігнутий різець	S25S-SDUCR11 	010,015 (точіння фасок)
5.	Фасонні різці	Спеціальний інструмент	010 (точіння канавок)

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

ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ

Арк.

28

6.	Свердло	2301-3444	ДСТУ ISO 494:2018	020 (свердління отворів)
7.	Свердло	2301-3469	ДСТУ ISO 494:2018	020 (розсвердлювання отворів)
8.	Черв'ячна фреза	P18	ДСТУ 9305-93	030 (фрезерування зубчастого вінця)
9.	Шліфувальне коло	24A40C1 8-9K	ДСТУ ISO 603-1:2019	040 (шліфування зубчатого вінця)
10.	Шліфувальне коло	ПП32x50x10 25A C2-7-K	ДСТУ ISO 603-1:2019	045 (шліфування отвору)
11.	Шліфувальне коло	ЧК 80x32x20 25A CM1 K	ДСТУ ISO 603-1:2019	045 (шліфування торця)

2.4.4 Вибір вимірювального інструменту

Вибір вимірювального інструменту призначається для здійснення вимірювань лінійних та діаметральних розмірів даного зубчастого колеса, що необхідно для здійснення контролю якості виготовлення, а також контролю відповідності виготовленого виробу вимогам креслення.

Вимірювання – знаходження фізичної величини за допомогою спеціальних технічних засобів. Точність вимірів – це якість вимірів, що відбиває близькість їх результатів до справжнього значення вимірюваної величини.

Так як вид виробництва зубчастого колеса є дрібносерійним, то вибір спеціальних вимірювальних інструментів, таких як калібри (калібри, скоби та різьбові кільця) недоцільний. Тому в якості вимірювального інструменту для контролю точності виготовлення вибираємо такий:

- лінійка вимірювальна металева ДСТУ 8982:2020 (точність вимірювань 0,5, межі вимірювання – до 300мм;
- штангенциркуль ШЦ-П ДСТУ EN ISO 13385-1:2018 (ціна поділу - 0,05, межі виміру - 0-200 мм)
- нутромір ДСТУ 17215:2009 (ціна поділу – 0,002, межі вимірів – 18-50 мм).

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- нормалемір ДСТУ 7760-81 (діаметри ділового кола 150-700, ст.т ≥ 7 , модуль $\geq 2,5$, ц.под. 0,002мм)

- універсальний прилад ДСТУ 8817:2018 (для автоматичного контролю кроку та накопиченої похибки (модуль 1-8, діаметри ділового кола 20-320, ст.т. 3-8, ц.под. 0,0005мм))

2.5 Розробка операційного технологічного процесу

Технологічний процес обробки зубчастого колеса.

005. Токарна з ЧПК

А. Встановити та зняти заготовку

1. Підрізати лівий торець
2. Розточити отвір $\varnothing 45,2H14$

010. Токарна з ЧПК

А. Встановити та зняти заготовку

1. Підрізати правий торець
2. Точити канавку $\varnothing 58H14$
3. Точити $\varnothing 200.55h12$
4. Точити правий торець $\varnothing 78/ \varnothing 200.55$
5. Точити канавку 150H14

Б. Перевстановити заготовку

6. Точити лівий торець $\varnothing 78/ \varnothing 200.55$
7. Точити $\varnothing 78h14$
8. Точити канавку $\varnothing 58H14$
9. Точити канавку $\varnothing 150H14$
10. Точити зовнішні фаски

015. Токарна з ЧПК

А. Встановити та зняти заготовку

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1. Точити внутрішні фаски зліва

Б. Перевстановити заготовлю

2. Точити внутрішні фаски праворуч

020. Фрезерувальна з ЧПК

А. Встановити та зняти заготовлю

1. Свердлити 2 отв. Ø15

2. Розсвердлити 2 відп. до Ø 20

025. Горизонтально-протяжна

А. Встановити та зняти заготовку

1. Протягнути шліци

030. Зубофрезерна

А. Встановити та зняти заготовку

1. Нарізати зубчастий вінець

035. Термічна

Цементация h 0,9...1,3мм HRC 56...62

040. Зубошліфувальна

А. Встановити та зняти заготовку

1. Шліфувати зубчастий вінець

045. Внутрішньошліфувальна

А. Встановити та зняти заготовку

1. Шліфувати 46H8 остаточно

2. Шліфувати лівий торець остаточно

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.6 Вибір режимів різання та визначення норми часу на одну операцію

2.6.1 Вибір режимів різання

При призначенні елементів режимів різання враховуємо характер обробки, тип та розміри інструменту, матеріал його різальної частини, матеріал та стан заготовки, тип та стан обладнання. Режими різання в основному встановлюємо в наступному порядку: глибина різання t , подача S , швидкість різання V , частота обертання шпинделя n .

Вибір режимів різання здійснюємо згідно з [3; табл.3.154] та [6; с.631 табл.2] тільки чотири операції, карти наладок яких представлені у додатках А, Б, Г, Д. карти наладок розроблені такі операції:

- токарна з ЧПК 005;
- Вертикально фрезерувальна з ЧПК 020;
- зубофрезерну 030;
- внутрішньошліфувальну 045.

Обчислюємо частоти обертання шпинделя кожної операції:

$$n_{T1} = \frac{1000V1}{p_{\text{ЧД}}} = \frac{1000 \cdot 63.4}{p_{\text{Ч44}}} = 459(\text{об} / \text{хв})$$
$$n_{T2} = \frac{1000V2}{p_{\text{Ч}(d+(D-d)/2)}} = \frac{1000 \cdot 70}{p_{\text{Ч}(46+(80-46)/2)}} = 354(\text{об} / \text{хв})$$
$$n_{C1} = \frac{1000V}{p_{\text{ЧД}}} = \frac{1000 \cdot 22.4}{p_{\text{Ч15}}} = 475(\text{об} / \text{хв})$$
$$n_{C2} = \frac{1000V}{p_{\text{ЧД}}} = \frac{1000 \cdot 22.4}{p_{\text{Ч20}}} = 357(\text{об} / \text{хв})$$
$$n_{B1} = \frac{1000V}{p_{\text{ЧД}}} = \frac{1000 \cdot 36}{p_{\text{Ч2}}} = 358(\text{об} / \text{хв})$$
$$n_{B2} = \frac{1000V}{p_{\text{ЧД}}} = \frac{1000 \cdot 15}{p_{\text{Ч46}}} = 104(\text{об} / \text{хв})$$
$$n_{B3} = \frac{1000V}{p_{\text{Ч}(d+(D-d)/2)}} = \frac{1000 \cdot 20}{p_{\text{Ч3}}} = 101(\text{об} / \text{хв})$$

Робимо перерахунок швидкостей різання для Токарної з ЧПК операції згідно з розрахованими за [7] нормалізованими частотами:

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		32

$$V_1 = \frac{nT_1 \Psi \Psi D}{1000} = \frac{400 \Psi \Psi 4}{1000} \gg 55.2 (\text{м/хв})$$

$$V_2 = \frac{nT_2 \Psi \Psi D}{1000} = \frac{316 \Psi \Psi 3}{1000} = 62.5 (\text{м/хв})$$

Робимо перерахунок швидкостей різання для Вертикально-фрезерувальної з ЧПК операції:

$$VC_1 = \frac{nC_1 \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{506.5 \cdot \pi \cdot 15}{1000} \approx 24 (\text{м/мин})$$

$$VC_2 = \frac{nC_2 \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{400 \cdot \pi \cdot 20}{1000} = 25.1 (\text{м/мин})$$

2.6.2 Визначення основного часу на операції

Основний час визначаємо з урахуванням вказівок [6] для вищезазначених операцій. Для токарних з ЧПК операцій основний час визначаємо за формулою 2.1:

$$T_o = \frac{l+l_1+l_2}{n \cdot S} \cdot i \quad (2.1)$$

де l - довжина поверхні, що обробляється; l_1 – величина врізання інструменту; l_2 – величина перебігу інструмента; i – число проходів. l_1 та l_2 визначаємо згідно з [6]. У довіднику l_1 та l_2 вибираємо відповідно для кожного переходу і відразу записуємо у формулу для визначення основного часу:

$$T_{o1} = \frac{l+l_1+l_2}{n \Psi S} \Psi = \frac{60+5+1}{400 \Psi 0,36} \Psi = 0,46 \quad (\text{хв})$$

$$T_{o2} = \frac{l+l_1+l_2}{n \Psi S} \Psi = \frac{34.8+3+1}{316 \Psi 0.5} \Psi = 0,25 \quad (\text{хв})$$

Визначення величини основного часу на вертикально-фрезерувальну з ЧПК операцію:

-свердління

$$T_o = \frac{L}{nS} = \frac{45+8}{506.5 \Psi 0.25} = 0.42 \quad (\text{хв})$$

-розсвердлювання

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L}{nS} = \frac{45+10}{400 \cdot 0.25} = 0.55 \quad (\text{хв})$$

Визначення величини основного часу на зубофрезерну операцію:

$$T_{o1} = \frac{(B+(l1+l2))iz}{S_0 \cdot \Psi_f \cdot \Psi_n} = \frac{(45+28) \cdot 1}{1 \cdot 1 \cdot 0.9} = 25.43 \quad (\text{хв})$$

$$T_{o2} = \frac{(B+(l1+l2))iz}{S_0 \cdot \Psi_f \cdot \Psi_n} = \frac{(45+14) \cdot 1}{1 \cdot 1 \cdot 0.9} = 20.55 \quad (\text{хв})$$

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 45.98 \quad (\text{мин})$$

Визначення величини основного часу на внутрішньошліфувальну операцію:

При шліфуванні отвори T_0 визначається за формулою 2.2:

$$T_o = \frac{L}{S_B \cdot B_K \cdot n_3} \cdot i \cdot K, \quad (2.2)$$

$$\text{де } i = \frac{a}{s_{2x}} = \frac{0.15}{0.009} = 17$$

$$T_{o1} = \frac{56}{10 \cdot 50 \cdot 104} \cdot 17 \cdot 1.5 = 0.03 \quad (\text{хв})$$

При шліфуванні торця T_0 визначимо з величини припуску та хвилинної подачі. $T_0 = 0,3/0,14 = 2,1$ (хв).

Визначення норми часу на токарну з ЧПК операцію (005).

Технічна норма часу визначається штучним $T_{шт}$ часом формула 2.3.

$$T_{шт} = T_o + T_{доп} + T_{обс} + T_{відп}, \quad (2.3)$$

де T_o - основний (машинний) час, який було визначено вище;

$T_{доп}$ - допоміжний час;

$T_{обс}$ - час на організаційне та технічне обслуговування робочого місця;

$T_{відп}$ - час перерв на відпочинок та природні потреби. При визначенні складових штучного часу користуємось [8] та заносимо необхідні дані для визначення допоміжного часу на операцію до таблиці 2.8.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9 – Допоміжний час для операції

Елементи допоміжного часу	Переходи	
	1.	2.
1. Час на встановлення та зняття заготовки, хв	0,12	
2. Час, пов'язаний із переходом	0,3	0,3
3. Час, пов'язаний з переходом, що не увійшов до комплексу	2,5	
- встановити та зняти інструмент	0,04	0,04
- змінити <i>n</i>	3,3	

Згідно з [8] час на організацію та технічне обслуговування робочого місця дорівнює часу перерв на відпочинок та природні потреби і становить 8% від основного (машинного) часу:

$$T_{об} = 0,08 \cdot T_0 = 0,08(0,25 + 0,46) = 0,057 \text{ (хв)}$$

$$T_{відп} = 0,08(0,25 + 0,46) = 0,057 \text{ (хв)}$$

Таким чином:

$$T_{ум} = (0,25 + 0,46) + 3,3 + 0,057 = 4,12 \text{ (хв)}$$

2.7 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК

Позпочинається все з імпорту або створення 3D-моделі деталі у середовищі ESPRIT. Після цього виконується прив'язка координатної системи обробки (WCS) згідно з обраною базою. Далі задається заготовка: вказуються її геометричні розміри, форма, допуски на припуск.

Наступним кроком є створення технологічного процесу обробки, що включає вибір та налаштування операцій (токарних, фрезерних, свердлильних тощо). Для кожної операції визначається:

- тип обробки (наприклад, чорнова або чистова),
- інструмент (із бібліотеки або власноруч створений),
- параметри різання (швидкість, подача, глибина різання),

– траєкторія інструмента, яку ESPRIT автоматично генерує та дозволяє оптимізувати вручну або з використанням вбудованих стратегій (наприклад, ProfitMilling, FreeForm).

Після завершення налаштування усіх операцій виконується імітація (симуляція) процесу обробки, яка дозволяє перевірити правильність траєкторій, уникнути зіткнень, оцінити залишковий припуск та час обробки.

Заключним етапом є постпроцесінг, тобто генерація керуючої програми у форматі G-кодів, сумісному з конкретною ЧПК-системою (наприклад, FANUC, SINUMERIK, Heidenhain). ESPRIT використовує сертифіковані постпроцесори, які можуть бути адаптовані під конкретний верстат користувача.

Отримана програма зберігається як текстовий файл (наприклад, з розширенням *.nc або .tap) і передається на верстат через локальну мережу, USB або інші засоби зв'язку.

Якщо потрібно, я можу скласти приклад такої керуючої програми або створити опис дій для конкретного типу операції (наприклад, чорнове фрезерування чи точіння з контршпинделем).

Розточування отвору Ø46

Розмір: Ø46 мм, поле допуску h8, шорсткість після чистової — Ra 0,8

Обробка:

– Чорнове розточування, допуск h14, шорсткість Ra 6,3

– Чистове протягування, допуск h8, шорсткість Ra 0,8

У CAM ESPRIT:

Створюються дві послідовні операції — rough boring та broaching (custom tool) або фінішне внутрішнє точіння з іншим інструментом, якщо протягання не моделюється.

1. Імпорт або створення 3D-моделі деталі

У CAM ESPRIT відкривається файл CAD-моделі

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

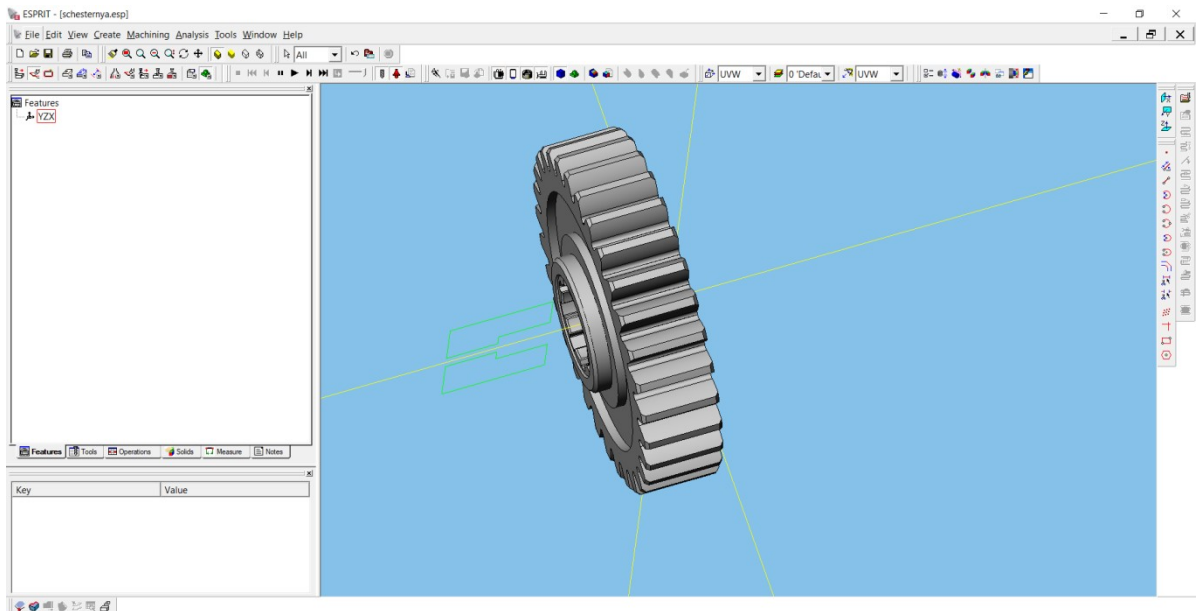


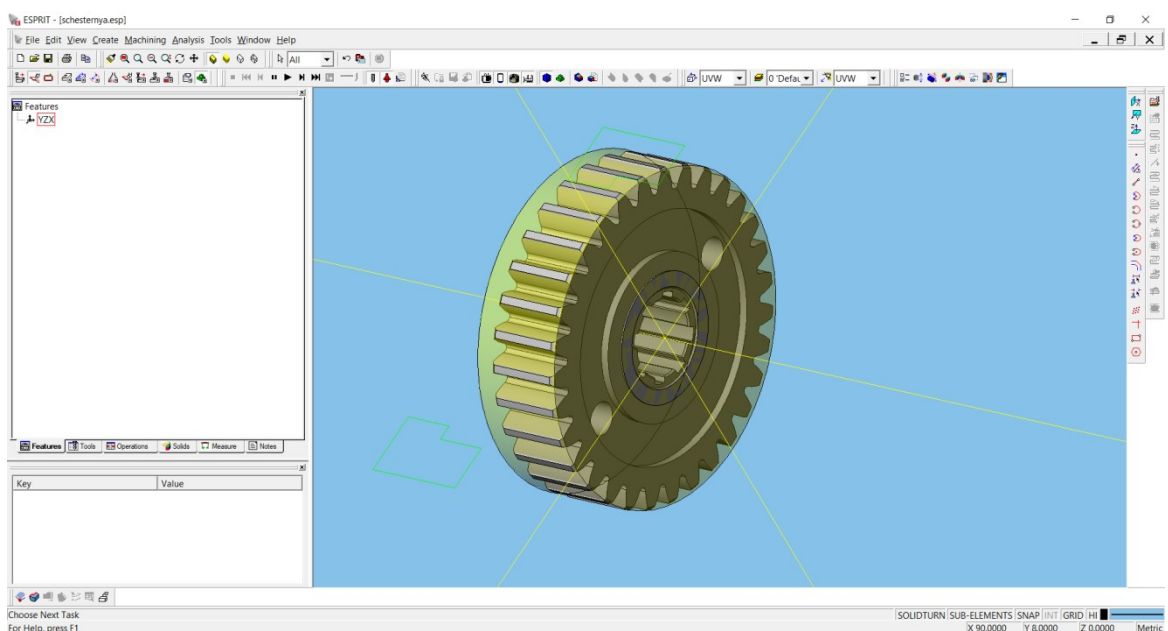
Рисунок 2.3 – 3D-модель деталі

2. Налаштування деталі

Задання заготовки (Stock): вказується тип заготовки — циліндр, деталь після чорнової обробки або матеріал прокату. Задаються діаметр, довжина, припуски.

Розміщення деталі: налаштовується положення деталі щодо патрона, осей X і Z.

База обробки (Workpiece Zero): встановлюється система координат (точка нуля програми) — зазвичай по торцю та осі вала.



Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ

Арк.

37

Рисунок 2.4 – Задання заготовки (Stock)

1. Обрано вид оброблення – «Чорнове оброблення» (рис. 2.5).

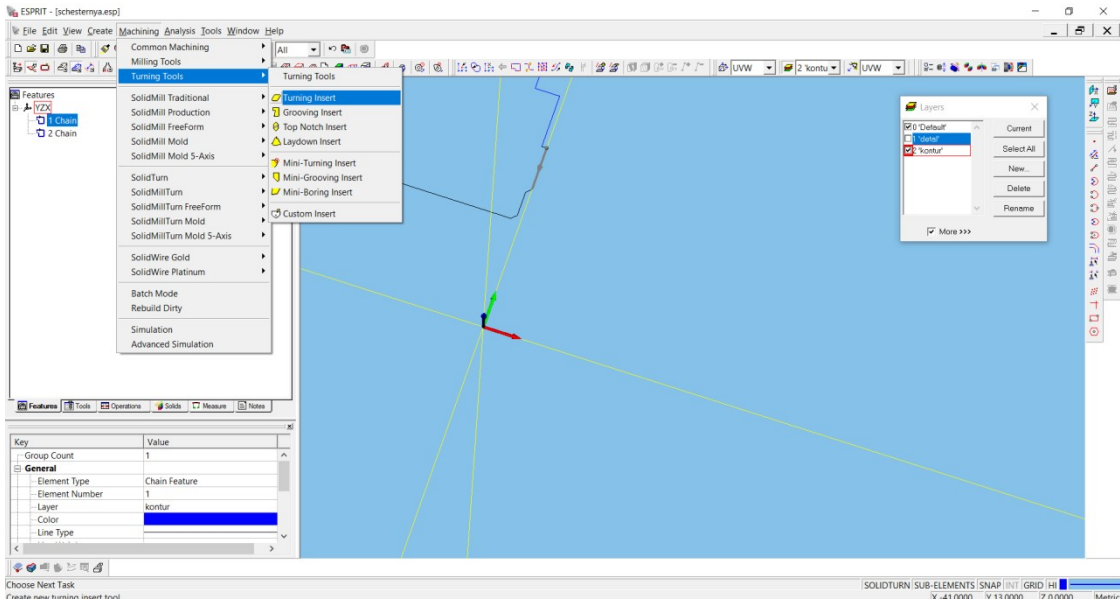


Рисунок 2.5 – Вибір виду оброблення

2. Обрано металообробний інструмент та встановлено його параметри (рис. 2.6).

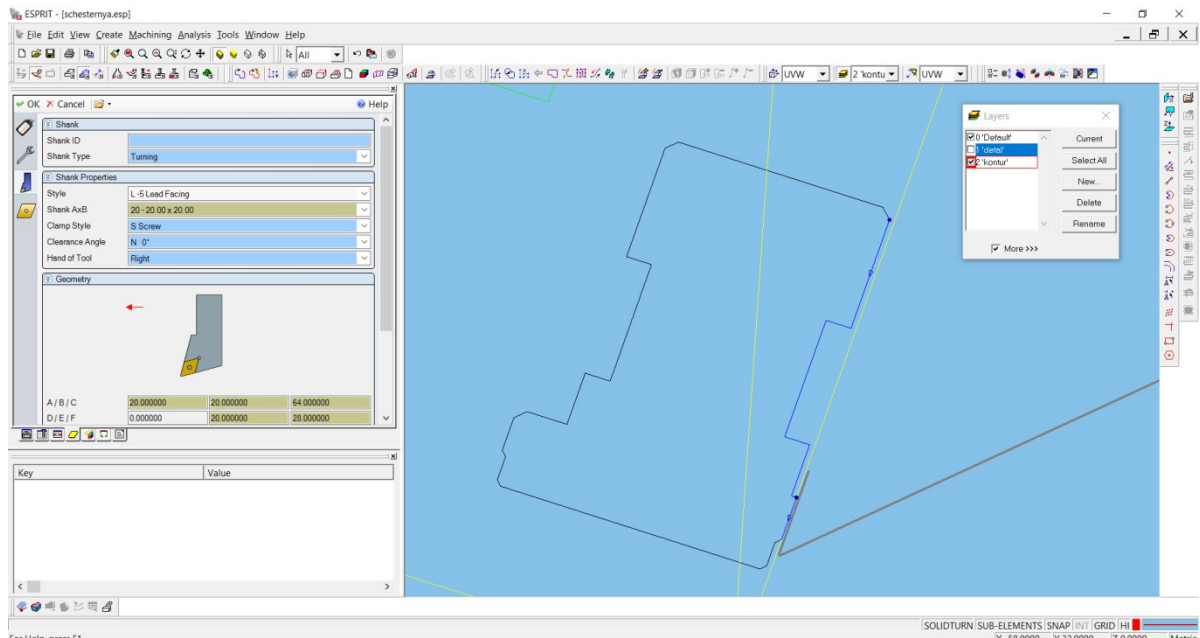


Рисунок 2.6 – Вибір інструменту та його параметрів

3. Обрано режими різання згідно із розрахунками (рис 2.7).

									Арк.
									38
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ				

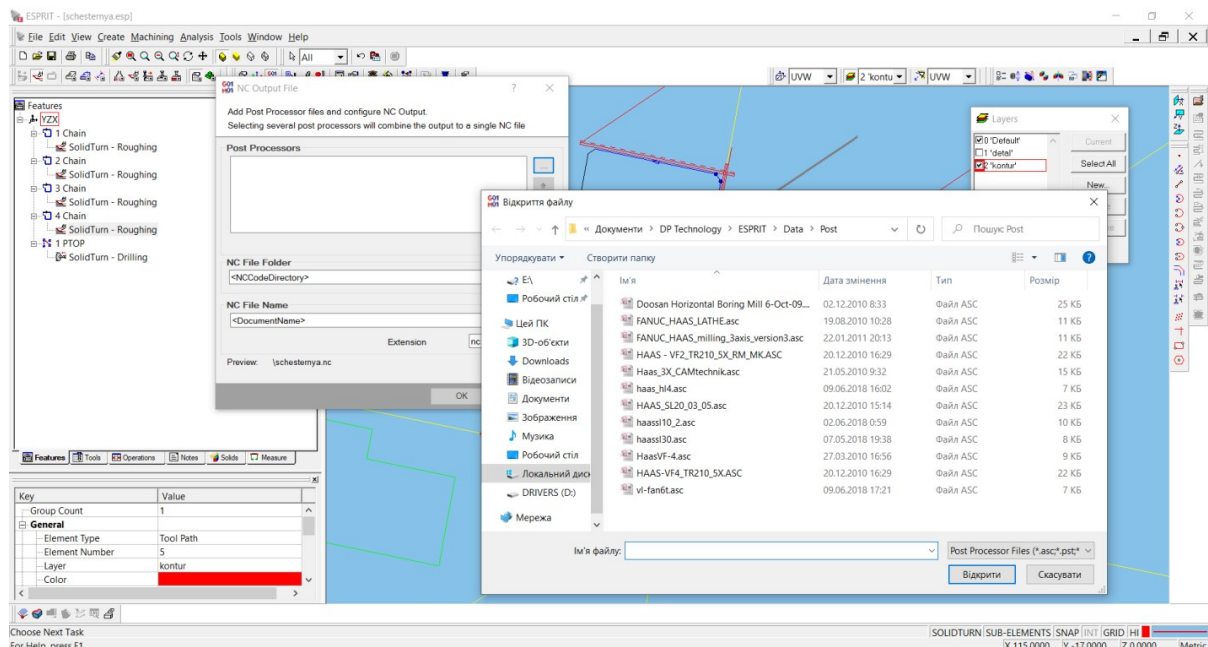


Рисунок 2.9 – Автоматичне генерування програми оброблення в G–M коді Керуюча програма наведена у додатку В.

2.8 Оформлення технологічної документації

Після розроблення технологічного процесу механічної обробки оформлюється відповідна технологічна документація згідно з вимогами стандартів ДСТУ ГОСТ 3.1105:2014 «Єдина система технологічної документації» та ДСТУ-Н 7914:2015 «Система технологічної документації». До складу такої документації входять наступні документи:

Маршрутна карта (МК) – містить послідовний опис операцій виготовлення деталі та пов'язаних з ними технологічних процесів.

Операційна карта (ОК) – докладно характеризує кожен окрему операцію з вказанням переходів і технологічних режимів обробки.

Карта типового (групового) технологічного процесу (КТТП) – відображає загальний технологічний процес для типових або однотипних виробів.

Карта ескізів (КЕ) – використовується для подання графічних зображень, що ілюструють технологічні процеси та операції. Формат і зміст КЕ визначається розробником документації.

Повний комплект документів представлено в додатку Б.

									Арк.
									40
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ				

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Спеціальне механізоване оснащення

Текст написаний досить добре, однак його можна дещо вдосконалити для більшої технічної точності, логічності викладу та плавності переходів. Ось покращений варіант:

У цьому розділі розробляється пристрій для виконання внутрішньошліфувальної операції, яка призначена для шліфування осьових отворів циліндричних зубчастих коліс. В якості базової поверхні приймаються робочі поверхні зубів, що забезпечує високу точність співвісності між отвором і зубчастим вінцем.

Зубчасті колеса встановлюють і закріплюють у спеціальних мембранних патронах. У даному випадку застосовується самоцентрувальний мембранний патрон. Настановлення колеса здійснюється за допомогою роликів, що охоплюють зубчастий вінець. Центрування здійснюється кулачками, які є частиною пружної мембрани й взаємодіють із сухарями. Осьове позиціонування колеса забезпечується упорними елементами.

Процес встановлення колеса у патрон передбачає застосування обойми з роликами, яка надягається на колесо. Під час вилучення колеса шток віджимає мембрану, внаслідок чого кулачки розходяться. При зворотному русі штока мембрана повертається у вихідне положення, стискаючи кулачки, які надійно фіксують колесо.

На кресленні №3 подано конструкцію мембранного патрона з шістьма кулачками, призначеного для встановлення циліндричних зубчастих коліс при внутрішньому шліфуванні отворів. Такі патрони вирізняються високою точністю центрування, надійністю в експлуатації та технологічною простотою виготовлення.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Під час конструювання мембранного патрона здійснюється розрахунок діаметра роликів, а також відстані між їхніми осями та віссю патрона для забезпечення точного базування колеса.

Якщо потрібно, я можу оформити цей текст у форматі .docx або додати до нього рисунок чи розрахунок.

$$d = 2[R_1 \operatorname{tg}(\gamma + \alpha_2) - R_2 \sin \alpha_2] \quad d = 2[R_1 \operatorname{tg}(\gamma + \alpha_2) - R_2 \sin \alpha_2] \quad (3.1)$$

де R_1 – радіус зовнішнього кола виступів колеса, мм;

R_2 – радіус від вісі зубчастого колеса до крайньої точки торкання ролика із профілем зубця колеса, мм.

У даній формулі вказано радіус R_1 заданий, радіус R_2 приймаємо рівним радіусу кола виступів, при зменшенні на 1-2 мм, кут α визначаємо з формули:

$$\cos \alpha = \frac{R_1}{R_2} \quad (3.2)$$

$$\cos \alpha = \frac{103}{106} \quad (3.3)$$

$$\alpha = 13,66^\circ$$

$$\gamma = \frac{\pi}{Z} \left(\frac{S}{2 \cdot R_0} + \theta_1 \right) + \theta_2 \quad (3.4)$$

де Z – число зубів,

S – товщина зуба по дузі ділильного кола, мм

$$\theta_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 - \alpha_1 = 0,243 - 0,238 = 0,005; \quad \theta_2 = \operatorname{tg} \alpha - \alpha = 0,363 - 0,348 = 0,015$$

$$\gamma = \frac{3.14}{52} \left(\frac{4.6}{2 \cdot 106} + 0.005 \right) + 0.015 = 0.102$$

$$d = 2[103 \cdot \operatorname{tg}(584 + 1366) - 106 \cdot \sin 1366] = 2[36,474 - 34,032] = 4,884 \quad (3.5)$$

Отримане значення округлюємо та приймаємо $d = 5$ мм.

Розрахунок сили затиску

Для забезпечення затиску пневмоциліндром визначаємо коефіцієнт запасу

$K_{\text{зап.}}$

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$K_{\text{зап}}=K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.6)$$

де $K_0=1,4$; $K_1=1,18$; $K_2=1,0$; $K_3=1$; $K_4=1,0$; $K_5=1,0$; $K_6=1,0$

$$K_{\text{зап}}=1,8$$

Визначаємо необхідну силу затягування для заготовки, що обробляється:

$$W_{\text{п}}=P_z \cdot K_{\text{зап}} \quad (3.7)$$

де P_z – складова сили різання, Н

$$W_{\text{п}}=450 \cdot 1,8=810 \text{ Н}$$

Визначаємо розрахунковий діаметр пневмоциліндра

$$D_{\text{п}}=\sqrt{\frac{W_{\text{п}}}{0,785 \cdot P \cdot \eta}} \quad (3.8)$$

де P – тиск в системі,

$$D_{\text{п}}=\sqrt{\frac{810}{0,785 \cdot 0,4 \cdot 0,85}}=51,2 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр із стандартного ряду $D=52 \text{ мм}$

Визначимо фактичну силу затиску:

$$W_{\text{п}}=0,785 \cdot D_{\text{п}}^2 \cdot P \cdot \eta=0,785 \cdot 52^2 \cdot 0,4 \cdot 0,85=721,7 \text{ Н}$$

Визначимо час на спрацьовування пневмо-циліндра:

$$T_c=\frac{D_{\text{п}} l_x}{d_0^2 V_c} \quad (3.9)$$

де l_x - хід поршня;

d_0 – діаметр повітроводу;

V_c – швидкість для подачі повітря;

$$T_c=(52 * 25)/(5^2 * 180)=0,28 \text{ с.}$$

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		43

3.2 Проектування калібру–пробки

Граничні калібри призначені для контролю розмірів елементів виробу за максимальними і мінімальними допустимими межами. Вони не використовуються для прямого вимірювання фактичного значення розміру, а лише дозволяють встановити, чи відповідає розмір заданому допуску (тобто, чи деталь придатна за розміром). Граничні калібри застосовують для перевірки розмірів гладких циліндричних і конічних поверхонь, різьб, шліців, а також для контролю глибини отворів, висоти виступів, ширини канавок, уступів тощо — за умови, що на ці розміри встановлені допуски не грубші за 6-й квалітет точності (ІТ6).

Залежно від конструктивного призначення, граничні калібри поділяються на пробки — для контролю внутрішніх розмірів

Граничні калібри поділяються на пробки, призначені для контролю внутрішніх розмірів, і скоби, які використовуються для контролю зовнішніх розмірів — залежно від їхніх конструктивних особливостей.

Розрахунок граничних калібрів-пробок для контролю отвору Ø46 Н8

1. Вихідні дані

Контрольованим елементом є отвір номінальним діаметром 46 мм із полем допуску Н8. Для його перевірки використовуються граничні калібри-пробки: прохідна і непрохідна. Прокідна пробка повинна вільно входити в отвір при мінімальному граничному розмірі, тоді як непрохідна — не повинна входити при максимальному граничному розмірі.

2. Визначення граничних розмірів отвору

Згідно з таблицями допусків за ISO 286-1 (ДСТУ ГОСТ 25346), для отвору діаметром 46 мм та квалітету точності 8, величина допуску становить 0,033 мм. Поле Н8 має нульове верхнє відхилення ($ES = 0$), тому нижнє відхилення EI також дорівнює 0 мм. Відповідно, граничні розміри отвору складають 46,000 мм (мінімальний) та 46,033 мм (максимальний).

3. Розрахунок розмірів калібрів-пробок

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Прохідна пробка (GO) використовується для перевірки мінімального граничного розміру отвору. Вона повинна проходити крізь отвір без зусиль. Її номінальний розмір відповідає мінімальному граничному розміру отвору — 46,000 мм. Однак, з урахуванням допуску на виготовлення самої пробки, розмір зменшують, наприклад, на 0,002 мм. Отже, фактичний розмір прохідної пробки становить 45,998 мм.

Непрохідна пробка (NO GO) призначена для перевірки того, чи не перевищує отвір максимального граничного розміру. Вона не повинна входити в отвір. Її номінальний розмір дорівнює 46,033 мм. З урахуванням виробничого допуску (наприклад, 0,003 мм), фактичний розмір непрохідної пробки приймається рівним 46,030 мм.

3.1. Підсумкова таблиця розмірів калібрів

Вид калібру	Призначення	Розмір, мм
Прохідна пробка (GO)	Перевірка мін. розміру Ø46 H8	45,998
Непрохідна пробка (NO GO)	Перевірка макс. розміру Ø46 H8	46,030

Граничні калібри виготовляються з високою точністю, як правило, відповідно до квалітетів IT01 або IT0. При розрахунку розмірів калібрів враховуються мінусові допуски, що дозволяє уникнути похибок контролю. Стандарти, які регламентують конструкцію та точність виготовлення калібрів, включають ГОСТ 25362, ISO 1938 та ДСТУ ISO 1938. Конструкція пробок (суцільні, з рукояткою або сегментні) визначається умовами експлуатації та особливостями виробництва.

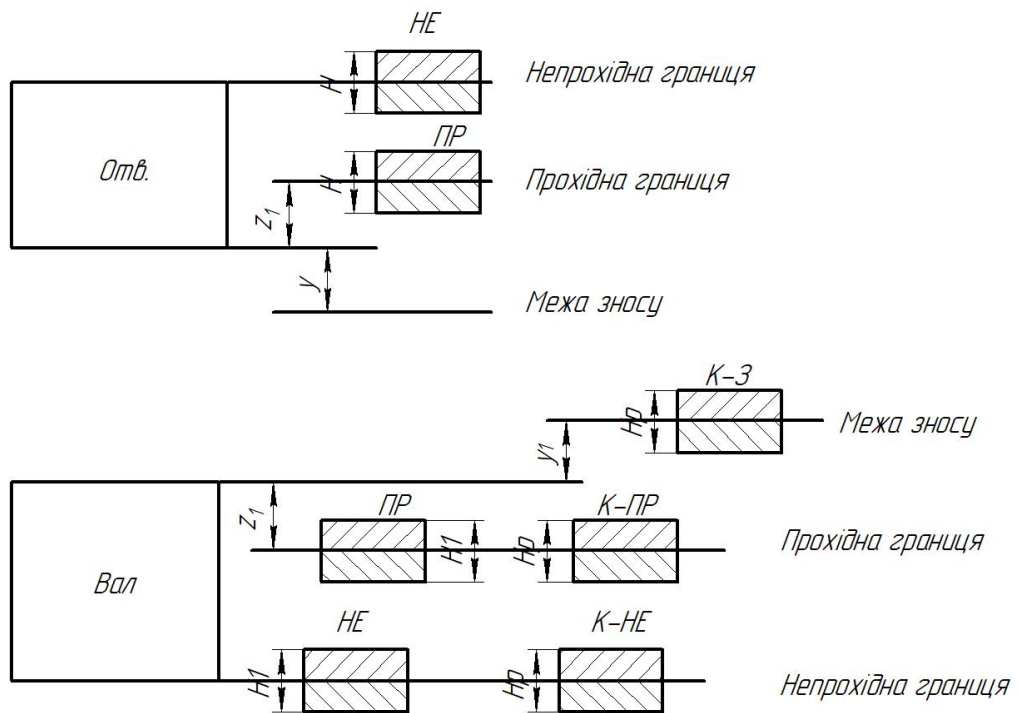


Рисунок 3.1 – Схема розташування полів допусків калібрів для номінальних розмірів до 46 мм, квалітету Н8

$$ПР = D_{\min} + Z,$$

$$НЕ = D_{\max}.$$

Розрахунок виконавчих розмірів гладких калібрів для контролю поверхні Ø50F7.

Визначаємо граничні розміри контролюваного отвору

$$\text{Ø}46 \text{ Н}8 \left(\begin{matrix} +0.033 \\ 0 \end{matrix} \right) \text{ мм};$$

$$D_{\max} = D_{\text{н}} + ES;$$

де D_{\max} – найбільший граничний розмір, мм;

$D_{\text{н}}$ – номінальний розмір, мм;

ES – верхнє граничне відхилення, мм;

$$D_{\max} = 46 + 0,033 = 46,033 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D_{\text{н}} + EI;$$

де D_{\min} – найменший граничний розмір, мм;

EI – нижнє граничне відхилення, мм;

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

ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ

Арк.

46

$$D_{\min} = 46 + 0 = 46,000 \text{ мм.}$$

Визначаємо допуски калібру – пробки

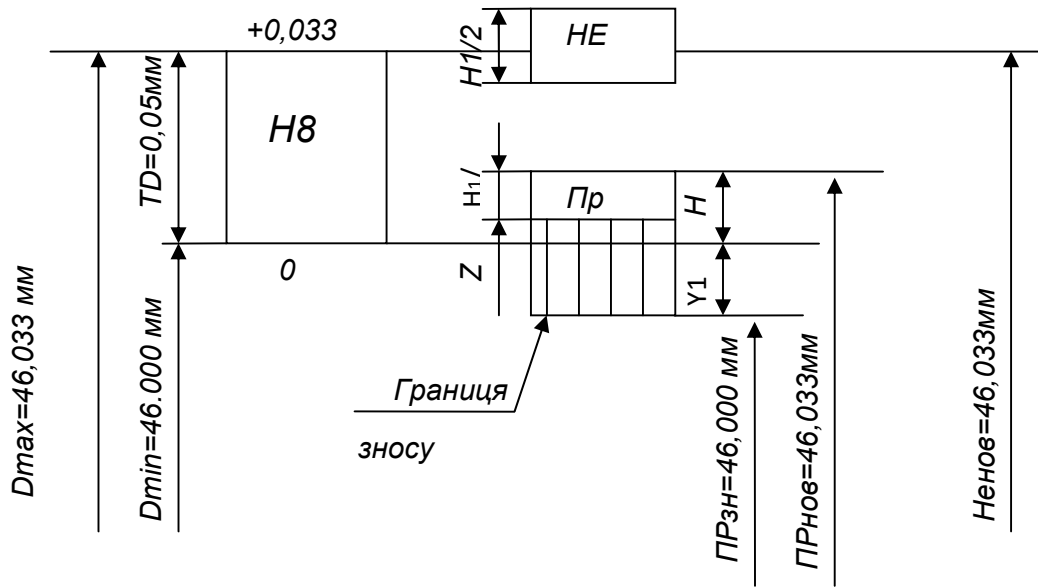


Рисунок 3.2 – Схема розташування полів допусків калібру–пробки

Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата

ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ

Арк.

47

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні засади техніки безпеки

Техніка безпеки – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що запобігають впливу працюючих небезпечних виробничих факторів. Проведення заходів щодо техніки безпеки, а також створення та застосування технічних засобів техніки безпеки здійснюються на основі, затвердженій в установленому порядку нормативно-технічної документації – стандартів, правил, норм, інструкцій.

Організаційні заходи з техніки безпеки включають: інструктаж та навчання працюючих безпечним та нешкідливим методам та прийомам роботи; навчання користування захисними засобами, що застосовуються на основі норм виробничої санітарії та гігієни праці, розробку та впровадження регламентів праці та відпочинку при виконанні важких робіт та робіт у шкідливих умовах.

Метою інструкції з техніки безпеки є виключення небезпечних дій персоналу, здатних призвести до настання тяжких наслідків (нещасний випадок на виробництві, аварія, пожежа), підвищення ефективності роботи з профілактики виробничого травматизму, підвищення відповідальності роботи з профілактики виробничого травматизму, підвищення відповідальності працівників структурних підрозділів.

Вимоги інструкції з техніки безпеки поширюються на:

- структурні підрозділи підприємства;
- підрядні, субпідрядні організації, які виконують роботи біля підприємства;
- відрядженими, учнями та студентами, які прибули на виробниче навчання чи практику.

Вступний інструктаж проводиться з усіма особами, зазначеними у попередньому пункті. Кожен працюючий повинен знати і суворо дотримуватись вимог цієї інструкції.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		48

Тепер поговоримо про ключові правила безпечної поведінки на підприємстві.

При знаходженні на підприємстві ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- перебувати у стані алкогольного, наркотичного, токсичного сп'яніння, приносити із собою, купувати чи вживати спиртні напої чи наркотичні речовини;
- палити у невстановлених місцях;
- перебувати біля виробничих ділянок без відповідного допуску чи супроводжуючого;
- перебувати на території та робочих місцях, у виробничих та інших об'єктах ведення робіт без застосування передбачених засобів індивідуального захисту;
- входити в небезпечну зону працюючого обладнання, машин і механізмів, що рухаються, несанкціоновано і без спеціального дозволу оператора (машиніста);
- застосовувати для переміщення людей та вантажів засоби та обладнання, непризначене для цих цілей;
- бути непристібнутим ременем безпеки (якщо він встановлений) у рушійному автотранспорті;
- торкатися електропроводки, рубильників, кабелів;
- стояти у місцях руху цехового механічного транспорту (електрокар, автокар, передавальних візків, тракторів, автотягачів, підвісних конвеєрів тощо);
- перебувати під вантажем при переміщенні його по цеху вантажопідійомними механізмами (мостовими кранами, тельферами);
- проходити по цеху невстановленими переходами, перелазити та проходити через рольганги, транспортери, огороження, штабелі деталей, відходи виробництва;
- проходити до місця роботи невстановленим шляхом через приміщення інших виробничих підрозділів. Необхідно пересуватися тільки пішохідними доріжками;
- стояти ззаду автомашин, у вузьких проходах, проїздах, в'їзних воротах;

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		49

- перебувати в тісних місцях (біля стін, колон та ін.) при проїзді автомобільного та залізничного транспорту;
- перебігати і переходити дорогу перед автомобілем, що рухається, і залізничним транспортом;
- чіплятися до залізничного і безрейкового транспорту, що рухається (автомашин, тракторів, автотягачів, електрокарів та інших видів транспорту), стрибати з нього під час руху;
- ходити залізничними коліями, переходити залізничну колію в місцях розташування стрілочних переказів, пролазити під вагонами, платформами та через буфери;
- проходити між розчепленими вагонами, платформами, якщо відстань між ними менше 10 м (при наближенні до тепловозу);
- виходити з-за кута будівлі, з будівлі, з-за автомашини, не переконавшись у відсутності транспортного засобу, що наближається.

4.2 Протипожежний захист

Питаннями протипожежного захисту на підприємствах займаються штатні та добровільні протипожежні формування. Роботу з проведення різних протипожежних профілактичних заходів на підприємствах ведуть пожежно-технічні комісії, які призначаються наказом керівника підприємства у складі головного інженера (голова), начальника пожежної охорони (або добровільної пожежної дружини), інженерно-технічних працівників – енергетика, технолога, механіка, інженера з механіки.

Правила пожежної безпеки:

- на території підприємства курити, запалювати сірники або допускати інший вид відкритого джерела вогню у недозволених місцях забороняється. Куріння та застосування відкритого вогню допускається тільки у спеціально відведених для цього місцях.

На території та у приміщеннях товариства забороняється:

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		50

- використовувати пожежний інвентар не за призначенням;
- користуватися тимчасовою та технічно несправною електропроводкою та електрообладнанням;
- підходи до пожежних щитів та вогнегасників повинні бути вільними;
- при загорянні електропроводів необхідно в першу чергу вимкнути рубильник, знеструмити лінію та викликати пожежну охорону;
- не можна гасити електропроводи, що знаходяться під напругою, водою або пінним вогнегасником. Електропроводи можна гасити вуглекислотними вогнегасниками та сухим піском;

У разі пожежі всі працівники зобов'язані:

- Викликати пожежну охорону за тел. 101;
- відключити чи зупинити обладнання;
- застосувати всі наявні засоби пожежогасіння;
- вжити заходів щодо евакуації людей, горючих речовин, фінансово-господарської та іншої документації та матеріальних цінностей.

1.3 Екологічна безпека

Найбільш повно вимоги екологізації можуть бути реалізовані в межах такого природно-економічного комплексу, що утворює рівноважну еколого-економічну систему (ЕЕС). Поняття ЕЕС широко використовується у сучасній економічній та екологічній літературі.

ЕЕС – це інтеграція економіки та природи, що являє собою взаємопов'язане та взаємозумовлене функціонування суспільного виробництва та перебіг природних процесів у природі.

Існують дві інтерпретації поняття ЕЕС – глобальна та територіальна. Відповідно до першої ЕЕС сприймається як екологічно орієнтована соціально-економічна формація – мета сталого розвитку. Для окремого регіону або промислового комплексу ЕЕС – це обмежена певною територією частина

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		51

техносфери, в якій природні, соціальні та виробничі структури та процеси пов'язані взаємно підтримуючими потоками речовини, енергії та інформації.

ЕЕС є поєднанням спільно функціонуючих екологічної та економічної систем, що володіє емерджентними властивостями. Екосистема – це співтовариство різних живих організмів, що так взаємодіють між собою та із середовищем проживання, що потік енергії створює стійку структуру та кругообіг речовин між живою та неживою частинами системи. У свою чергу економічна система є організованою сукупністю продуктивних сил, яка перетворює вхідні матеріально-енергетичні потоки природних та виробничих ресурсів у вихідні потоки предметів споживання та відходів виробництва. Таким чином, частина матеріальних елементів екологічної системи, в тому числі і елементів довкілля людини, використовується як ресурс економічної системи.

Охорона праці та промислова екологія у світі – питання як іміджу, та й замовлень, і податків, що, як наслідок, безпосередньо впливає дохід компаній.

Екологічна безпека для підприємства – це певний комплекс заходів. Їхня мета – приведення його діяльності до відповідності природоохоронним нормативам та підвищення його рентабельності. Організація, що використовує енерго та ресурсозберігаючі процеси, збільшує свою ефективність, а крім того, знижує вплив шкідливих речовин як на самих працівників, так і на довкілля.

Відповідність українським і європейським еконорм робить компанію більш конкурентоспроможною, так як дає можливість брати участь у більшій кількості різних проектів. Для зарубіжних замовників екологія виробництва є дуже важливою, і при виборі виконавця вона є мало не вирішальним фактором.

Технології не стоять на місці, а тому промислова екологія та безпека потребують постійної модернізації потужностей. Для того, щоб власник знав, що і як міняти, раз на п'ять років проводиться особливий аудит. У разі реконструкції дослідження проводять набагато частіше. Під час аудиту здійснюються вимірювання, а також оцінка виробничих процесів, що впливають на довкілля та співробітників підприємства. Виходячи з отриманих даних, власнику надаються приписи щодо того, як організувати технологію та знизити забруднення.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Заходи щодо екологічної безпеки підприємства передбачають встановлення очисних споруд та здійснення відповідної модернізації виробництва.

Розрізняють два види джерел забруднення. Під першим розуміють безпосередньо сам технологічний процес виробництва. Під другим – технічні системи та пристрої, тобто труби, водовідведення, через які в навколишнє середовище і потрапляють відходи. Джерела викидів бувають двох типів.

Якщо підприємство має спеціальні системи, що впливають на екологію – це організовані джерела. Якщо відходи просто складуються, це – неорганізовані.

Екологічна безпека для підприємства розраховується певним чином. За наявності організованих відходів проводяться виміри на трубах, стоках та інших системах. При неорганізованих обчислюється валовий викид та його потужність, а також розміри самого виробництва, з якого виробляється забруднення. Отримані дані вводять у спеціальні комп'ютерні програми, враховуючи розу вітрів, особливості рельєфу, метеорологічні умови, і навіть впливу екологію інших потужностей, розраховують модель. Відповідно до цих розрахунків і даються рекомендації та розпорядження, які необхідно виконати для подальшого функціонування виробництва. На повній довірі будь-яке підприємство біля України, відповідно до законодавства, реалізації своєї діяльності має розробити цілу систему інженерно-технічної документації. У ній організації слід чітко вказати гранично допустиму та тимчасово узгоджену кількість викидів, скидів та лімітів розміщення відходів. За цими даними оцінюється екологічна безпека для підприємства, вплив потужностей на гідросферу, атмосферу і довкілля загалом. Отримавши розпорядження, підприємство зобов'язується самостійно, без нагляду, їм слідувати, аж до чергової перевірки.

Екологічна політика підприємства у тому, щоб вирішити проблему переведення екологічної служби підприємства з розряду неприбуткових до доходних. Необхідно визначити шляхи отримання додаткового прибутку, залучення інвестицій та економії витрат підприємства на основі інтенсифікації екологічної діяльності.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		53

Сучасна соціально-економічна ситуація ставить перед підприємствами проблеми виживання, отримання стійкого прибутку в довгостроковому періоді та ін. На цьому фоні проблеми охорони навколишнього середовища, хоч і розуміються як дуже важливі, відступають на останнє місце, сприймаються і керівництвом підприємстві та його працівниками як нав'язана зверху функція, витрати на яку є зайвими. Стратегія підприємства щодо охорони навколишнього середовища зводиться до економії витрат на систему управління екологічною діяльністю, відмови від впровадження прогресивних методів очищення, скорочення шкідливих відходів виробництва та новітніх розробок у галузі екологічних технологій. Фінансування цього діяльності на підприємстві проводиться за залишковим принципом.

Однак екологічна ситуація в країні є дуже напруженою. Це змушує шукати можливість поставити екологічну діяльність якщо не на рівень перших пріоритетів підприємства, то хоча б на рівень служб. Під екологізацією виробництва розуміється обмеження та зниження природоємності виробництва шляхом створення технологічно досконалого, високоефективного та чистого виробництва. Основні напрями екологізації виробництва націлені на одночасне підвищення ефективності та зниження її природоємності. Вони передбачають формування прогресивної структури громадського виробництва, орієнтованої збільшення частки продукції кінцевого споживання при зниженні ресурсоємності і відхідності вироблених процесів. Існує кілька принципових напрямів досягнення цих цілей: зміна галузевої структури виробництва із зменшенням відносної та абсолютної кількості природоємних виробництв та виключенням випуску антиекологічної продукції.

Кооперування різних виробництв з метою максимального використання відходів як вторинних ресурсів; створення виробничих об'єднань із високою замкнутістю матеріальних потоків сировини, продукції та відходів.

Зміна виробничих технологій та застосування нових, більш досконалих ресурсозберігаючих та маловідходних технологій.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		54

Створення та випуск нових видів продукції з тривалим терміном життя, придатних для повернення у виробничий цикл після фізичного та морального зношування.

Удосконалення очищення виробничих емісій від техногенних домішок з одночасною детоксикацією та іммобілізацією кінцевих відходів; розробка та впровадження ефективних систем уловлювання та утилізації відходів.

Кожен із цих напрямів окремо здатний вирішити лише локальне завдання. Для зниження природоємності виробництва загалом необхідно об'єднання всіх цих способів. При цьому центральне місце посідають проблеми технологічного переозброєння, запровадження маловідходних технологій, економічного та технічного контролю екологізації.

Усі напрями екологізації виробництва призводять до зниження забруднення довкілля та потребують певного обсягу інвестицій. Як джерело інвестицій зазвичай можуть виступати власні кошти на підприємстві та кредити банку. Однак, оскільки спрямування інвестицій дозволяє вирішувати соціально-екологічні проблеми, відсоток за кредит буде знижено, що дає додаткову економію підприємства на коштах, що отримуються для розвитку виробництва. Крім того, оскільки вирішуються екологічні проблеми у регіоні, підприємство може розраховувати отримати фінансування із коштів місцевих бюджетів.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломного проєкту було розроблено технологічний процес виготовлення зубчастого колеса за умов дрібносерійного виробництва. Як вихідні дані було надано креслення і серійність типу виробництва.

У процесі виконання дипломного проєкту було проведено аналіз технологічності деталі, у результаті було виявлено нетехнологічні поверхні та елементи, і навіть розроблено заходи для усунення цих нетехнологічностей шляхом застосування спеціальних пристосувань під час виготовлення деталі. Було зроблено вибір методу отримання заготовки з урахуванням типу виробництва, фізико – механічних властивостей матеріалу та габаритів деталі, у результаті розроблено креслення заготовки та оформлено відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 3.1128:2014.

Також у процесі розробки технологічного процесу зубчастого колеса було складено маршрути обробки поверхонь деталі та самої деталі. Було зроблено вибір обладнання та надано його основні характеристики. Вибрано верстатні пристрої та ріжучий інструмент, необхідні для виготовлення деталі. З урахуванням технологічних особливостей та компоновок обладнання розроблено технологічний процес. Вибрано режими різання на чотири операції, а також визначено технологічну норму часу на вертикально фрезерувальну з ЧПК операцію. У додатках технічна документація, а саме маршрутні карти всього технологічного процесу, операційні картки та карти ескізів на дві операції. Також розроблено креслення карт наладок на чотири операції: на токарну з ЧПК, вертикально-фрезерувальний з ЧПК, зубофрезерну та внутрішньошліфувальну.

У результаті виконання дипломного проєкту спроектовано ділянку механічної обробки деталі «Колесо зубчасте», дослідивши цю тему, нами було порушено багато питань технології машинобудування, а саме: щодо обробки на технологічність, вибору та обґрунтування методів отримання заготовки, проектування заготовки вилівка, розробки маршрутної технології обробки деталі. При виборі обладнання, оснастки та інструменту ми скористалися

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		56

довідковою літературою, правильно визначили технологічні можливості необхідного обладнання.

Під час розробки технологічних операцій нами було закріплено навички базування деталей у різних пристосуваннях, визначенні похибки обробки деталей. Виконуючи розрахунки за режимами різання, за нормуванням було набуто досвіду роботи з нормативно-довідковою літературою, що дозволяє говорити про сформованість професійних компетенцій спеціальності «Технологія машинобудування».

При виконанні конструкторської частини дипломного проекту ми визначили конструктивні особливості інструменту, залежно від процесу різання, а калібр-пробка має бути виконана з високою точністю в межах допуску на розмір деталі, що виконується.

Вивчаючи методику проектування ділянки, здійснили оцінку техніко-економічної ефективності розробленого техпроцесу.

При оформленні пояснювальної записки та графічної частини проекту, було набуто досвіду роботи у професійно-прикладних програмах, які надалі стануть у нагоді у майбутній роботі спеціаліста в галузі технології машинобудування.

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		57

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.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		58

- 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. Залого. 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.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		59

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 данні (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.10.25.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		60

ДОДАТКИ

					ДП.ПМ.ФІТА.10.25.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		