

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Технологія виготовлення деталі " Фланець 042.02.005"
Назва теми

з використанням верстатів з ЧПК


Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

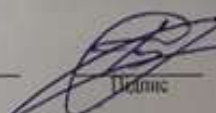
Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності
Назва


Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДП.ПМ.ФІТА.25.18.ПЗ

Виконав студент 3 курсу група ПМТс-22-2  Дмитро БЕРЕЗЮК
Шифр Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник канд. техн. наук,  Віталій ТКАЧУК
Науковий ступінь, звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент  Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:
Завідувач кафедри технології машинобудування  Віталій ТКАЧУК
Назва Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата « 25 » 06 2025


Хмельницький 2025

ХМЕЛНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

 Віталій ТКАЧУК

7.02 2025

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**

Березоку Дмитру Юрійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема дипломної роботи «Технологія виготовлення деталі * Фланець 042.02.005* з використанням верстатів з ЧПК»

керівник роботи Ткачук Віталій Павлович, к.т.н.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учасник

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

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2025

3. Вихідні дані до проекту (роботи) креслення деталі «Фланець 042.02.005» технічні та експлуатаційні вимоги, обсяг випуску 2 тис. шт.

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

Вступ

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

5. Перелік графічного матеріалу: схема комплектування (1 лист А1); схема складання (1 лист А1); креслення деталі (1 лист А1); креслення заготовки (1 лист А1); графотехнологія (1 лист А1); САМ аркуш (1 лист А1); креслення верстатного пристрою (1 лист А1); креслення контрольного пристрою (1 лист А2);

6 Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

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

7 Дата видачі завдання 7.02.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ (аналіз конструкції деталі та базового ТП)	26.02.2025	
2 Технологічний розділ (запропонувати шляхи удосконалення ТП)	20.03.2025	
3 Конструкторський розділ	20.05.2025	
4 Охорона праці	06.06.2025	

Студент


Підпис

Дмитро БЕРЕЗЮК
Ім'я, ПРЕЗВИЩЕ

Керівник проєкту (роботи)


Підпис

Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРЕЗВИЩЕ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Березюк Дмитро Юрійович на захист дипломного проєкту (роботи)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Технологія виготовлення деталі "Фланець 042.02.005" з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету

ОЛЕГ ПОЛІЩУК

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Березюк Д.Ю. з 2022 по 2025 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за:

національною шкалою: відмінно 7,69 %, добре 28,21 %, задовільно 64,10 %.

шкалою ЄКТС: А 5,45 %, В 1,82 %, С 27,27 %, D 20,00 %, E 45,45 %.

Методист факультету

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент

Проявив себе кращим спеціалістом як професіонал. Розробив проект машини, розрахував та креслить згідно вимог до виробничих умов.

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

Керівник дипломного проєкту

задовільно середній рівень
ВМ Володимир ТКАЧУК

29 06 2025 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Березюк Д.Ю. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

ТМ
Володимир ТКАЧУК

29 06 2025 р.

(підпис, ім'я, прізвище)

Завідувачу кафедри
Товчуку Віталію
Левковесу
здобувача вищої освіти (студента)

ІІБ, Факультет, «курс», «група»
Бережок Дмитро Юрійович
Підписав: Зуєв Радіо Ігор
Михайлова

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 (StrikePlagiarism 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.

23.06.2025

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ ТМ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Назва кваліфікаційної роботи Територіальні особливості розвитку аграрних підприємств в Україні
 Автор Бурдюк Дмитро
 Освітня програма технологія машинобудування
 Рівень вищої освіти бакалавр
 Спеціальність прикладне механіко
 Науковий керівник: Головко В.Р.

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

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Ознаки академічного плагіату	
1.1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є академічним плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	<u>C</u>
1.2	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована.	
1.3	Виявлені запозичення не є академічним плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відкоригована та доопрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
1.4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття текстових запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
2	Інші види порушень академічної доброчесності	

Підтвердження: Anti-Plagiat - 97
координатор В.Головко - 6,3%

Дата

Завідувач кафедри

Віталій ТРАЧУК
 ПІСЬМЕ ІМ'Я, ПРІЗВИЩЕ

Гарант освітньої програми

Володимир МІХАЙЛО
 ПІСЬМЕ ІМ'Я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи

Віталій ТРАЧУК
 ПІСЬМЕ ІМ'Я, ПРІЗВИЩЕ

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну роботу Березюк Д. Ю.
Тема роботи: Технологія виготовлення деталі "Фланець 042.02.005" з використанням верстатів з ЧПК

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

У дипломній роботі студент проаналізував конструкцію обраної деталі, її технологічність та визначив тип виробництва.

Було проведено економічне обґрунтування та вірно обрано метод отримання заготовки, в подальшому був розроблений технологічний процес механічної обробки фланця з використанням сучасних верстатів з ЧПК фірми HAAS. Згідно виданого завдання розраховані припуски на обробку, визначені режими різання, норми штучного часу. Всі прийняті рішення технологічного розділу підкріплені відповідними розрахунками і виконані на високому рівні.

У конструкторському розділі розроблено верстатний пристрій.

Графічна частина виконана у відповідності з вимогами ЕСКД 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: доц. к.т.н. ТАМ Сергій МОСОНСЬКИЙ

«12» «06» 2025 р.

Реферат

Тема проєкту: Технологія виготовлення деталі " Фланець 042.02.005" з використанням верстатів з ЧПК

Автор: Д. Березюк. Керівник проєкту: В. Ткачук

Об'єм пояснювальної записки 86 стор. Графічна частина 7,5 листів А1.

У даному дипломному проєкті розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Фланець 042.02.005», яка застосовується в складальних одиницях машинобудівної продукції. Основна мета роботи полягає у підвищенні ефективності обробки шляхом впровадження високопродуктивного обладнання з ЧПК, а також за рахунок оптимального вибору заготовки, оснащення, режимів різання та системи технічного контролю.

У роботі проведено аналіз конструкції та службового призначення деталі, визначено доцільний спосіб виготовлення заготовки. Запропоновано технологічний маршрут, підбрано відповідне сучасне обладнання та інструмент, включаючи токарні та фрезерні верстати з ЧПК. Виконано розрахунок режимів різання і норм часу, спроектовано необхідні пристосування і засоби технічного контролю. Обґрунтовано призначення точності, шорсткості та допусків форми відповідно до вимог чинних стандартів ДСТУ та ISO. Розглянуто також питання охорони праці й безпеки виробництва.

У результаті реалізації проєкту запропоновано технологію, яка забезпечує належну якість виготовлення деталі з мінімальними витратами часу та ресурсів при серійному або дрібносерійному виробництві.

Ключові слова: фланець, верстат з ЧПК, технологічний процес, обробка, режим різання, контроль якості, оснащення.

Автор проєкту: Березюк Д.Ю.

/Підпис/

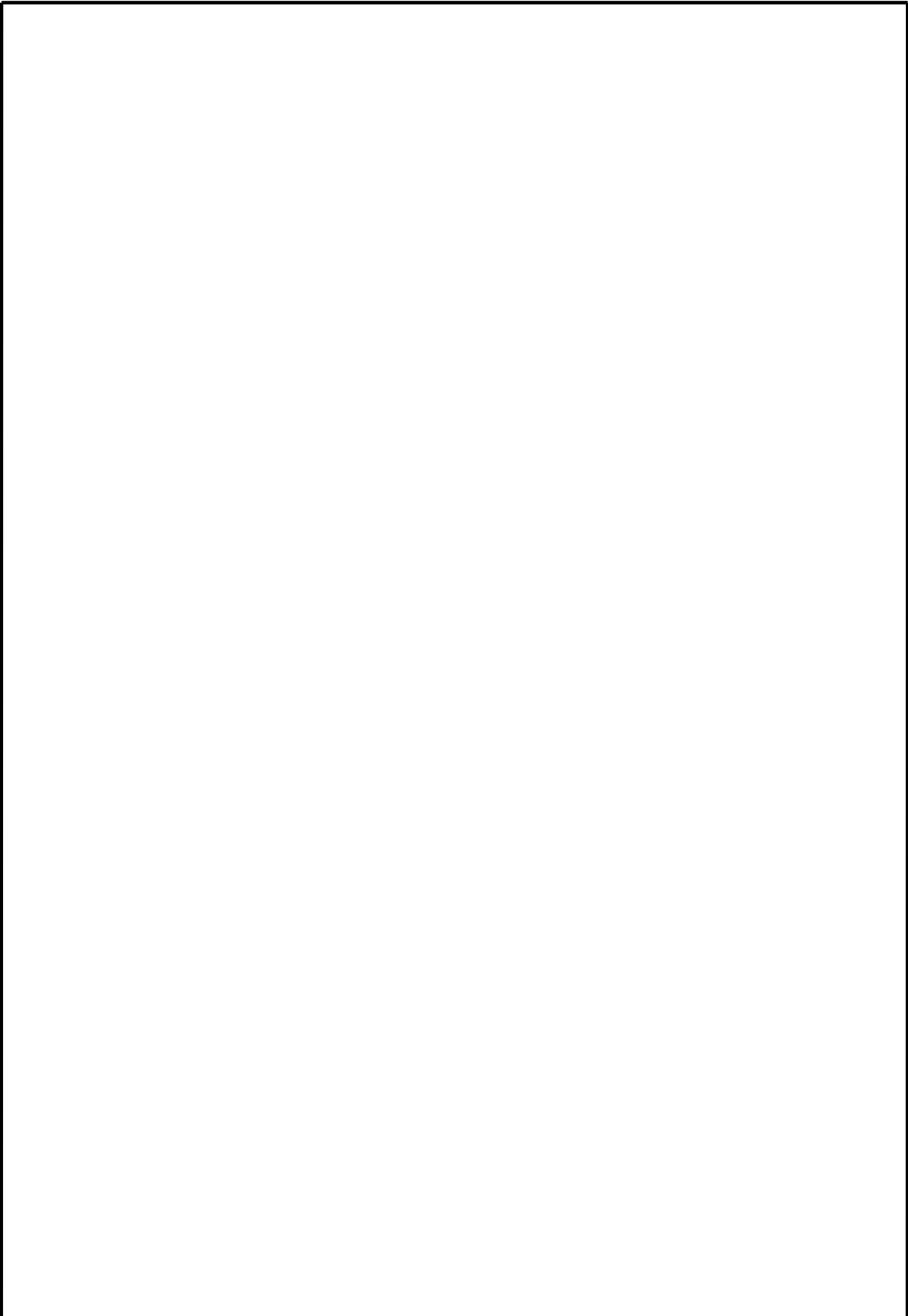
2025 р.

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1. Стан питання та задач дипломного проектування. Огляд літератури та патентний пошук.	8
1.2. Аналіз хімічного складу та фізико-механічних властивостей матеріалу деталі «Фланець 042.02.005»	Ошибка! Закладка не определена.
1.3. Обґрунтування завдань, які вирішуються в дипломній роботі.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.4. Аналіз типового технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець 042.02.005»	Ошибка! Закладка не определена.
1.5. Аналіз способів підвищення довговічності робочих поверхонь деталі «Фланець 042.02.005»	Ошибка! Закладка не определена.
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	13
2.1. Вибір виду і способу отримання заготовки.....	13
2.2. Проектування технологічного маршруту оброблення деталі	19
Важливість маршрутного технологічного процесу	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.2 Вибір технологічних баз	20
2.2.3 Проектування маршруту оброблення поверхонь деталі	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.4 Вибір технологічного обладнання.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.2.5 Вибір металорізального інструменту	Ошибка! Закладка не определена.
2.3. Розроблення технологічних операцій	Ошибка! Закладка не определена.
2.4. Розрахунок припусків і технологічних розмірів на основні поверхні	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.1 Розрахунково-аналітичний метод.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.5. Розрахунок режимів різання	Ошибка! Закладка не определена.
2.6. Технічне нормування операцій	Ошибка! Закладка не определена.
2.6.1. Визначення кваліфікації робіт	Ошибка! Закладка не определена.
2.6.2. Визначення кількості верстатів	Ошибка! Закладка не определена.
2.7. Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК.....	30
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	34
3.1. Проектування верстатних пристроїв для закріплення деталей при механічній обробці	Ошибка! Закладка не определена.
3.1.1. Вибір установчих елементів, схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.1.2. Розрахунок елементів пристрою на міцність	Ошибка! Закладка не определена.
3.1.3. Розрахунок пристрою на точність	Ошибка! Закладка не определена.

Змн.	Арк.	№ аркуша	Підпис	Дата	Технологія виготовлення деталі «Фланець 042.02.005» з використанням верстатів з ЧПК		
Розробив	Д.Березюк				Лит.	Арк.	Аркушів
Перевірив	В.Ткачук				Н	5	
Н.контр.	С. Бись				ХНУ ПМТс-22-2		
Затверд.	В.Ткачук						



					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>6</i>

4 ОХОРОНА ПРАЦІ	38
4.1 Техніка безпеки за токарним верстатом	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Техніка безпеки за фрезерним верстатом	Ошибка! Закладка не определена.
4.3 Техніка безпеки на внутрішньо-шліфувальному верстаті	Ошибка! Закладка не определена.
4.4 Освітлення на робочому місці	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	51
ДОДАТКИ.....	53

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

ВСТУП

Рівень ефективності виробничих процесів, поступ технологічного оновлення та показники якості виготовлених виробів значною мірою залежать від розвитку сучасного технічного оснащення, впровадження новітніх верстатів, агрегатів і систем, а також від активного застосування методів інженерно-економічного аналізу.

Серед ключових чинників, що формують загальну динаміку розвитку країни, особливо у складні для України періоди, важливе місце займає галузь машинобудування. Ступінь її прогресу суттєво впливає на промислову потужність держави та рівень її технологічної незалежності.

Стан машинобудування безпосередньо залежить від якості підготовки спеціалістів — інженерів-технологів, а також від науково-методичної бази технічних університетів.

Перед технологіями сучасного машинобудування стоїть завдання системного підвищення надійності продукції, зниження затрат праці, оптимізації витрат на матеріали, впровадження гнучких виробничих систем, автоматизованих рішень і скорочення часу на розробку та освоєння нових конструкцій.

Для формування практичних компетенцій і засвоєння теоретичних основ студенти виконують курсову роботу з дисципліни «Технологія машинобудування», що має на меті оволодіння знаннями з розроблення виробничих процесів для деталей різного призначення, вибір економічно доцільних заготівель, технологічних маршрутів і параметрів оброблення.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>8</i>

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Стан питання та задачі дипломного проектування

За вихідні дані при розробці технологічного процесу приймаємо:

- складальне креслення виробу;
- технічні умови на складання, прийомку і випробування виробу;
- специфікація виробу;
- річна програма випуску N=20000 шт.

Метою даної роботи є розроблення необхідної технічної документації та виконання відповідних розрахунків для організації виробництва деталі, наданої підприємством, на якому передбачається її обробка.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

- обґрунтований вибір заготівлі;
- визначення раціональних методів механічної обробки;
- підбір відповідного обладнання та ріжучого інструменту;
- складання технологічного процесу виготовлення;
- проведення розмірного аналізу маршруту обробки;
- розрахунок режимів різання та норм часу на виготовлення деталі;
- проектування пристосувань і технологічного оснащення для кожної операції;
- опрацювання елементів фінансового менеджменту;
- забезпечення належного рівня безпеки під час виконання технологічних операцій.

1.2 Опис конструкції, технічних умов та службового призначення деталі

Робоче креслення деталі відповідає вимогам, встановленим у ДСТУ 2.109:2013 «Єдина система конструкторської документації. Основні вимоги до робочих креслень». Всі необхідні дані для виготовлення деталі – геометричні розміри, допуски, шорсткості поверхонь, матеріал та технічні вимоги – на кресленні вказані.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i> 9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- Поверхні без механічної обробки – виконуються з шорсткістю не вище Ra 6,3 та точністю IT14 (як чорнова обробка або після ливарного формування).

Для забезпечення точного монтажу та збереження геометричної стабільності під час експлуатації призначаються такі допуски форми:

- Допуск циліндричності отвору під вісь – 0,008 мм.
- Допуск радіального биття по зовнішній циліндричній поверхні – 0,016 мм.
- Допуск перпендикулярності торцевої поверхні, яка контактує з кульками, відносно осі отвору – 0,016 мм.

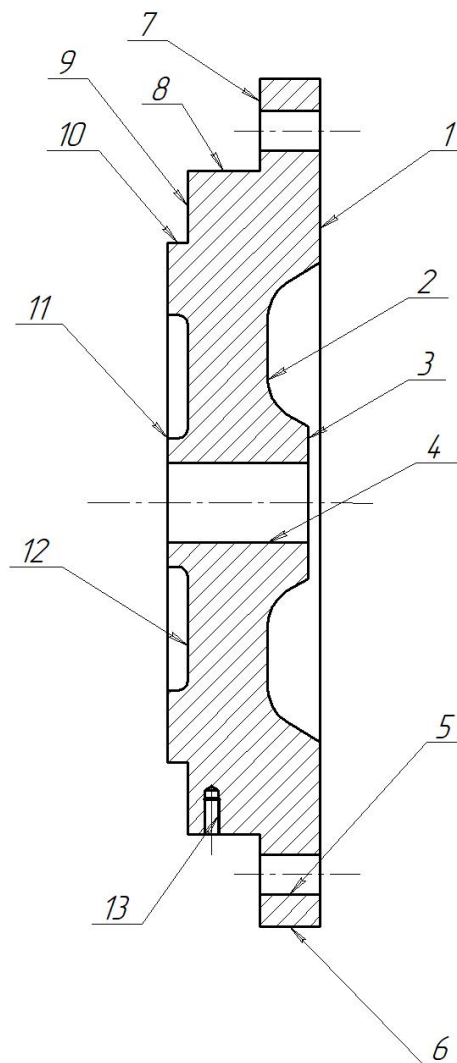


Рисунок 1.2 – Основні елементи фланця та їх характеристики занесені в таблицю 1.1

					ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ		Арк. 11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Кількісний аналіз.

Коефіцієнт точності:

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{CP}}, \quad T_{CP} = \frac{\sum T \cdot n_I}{\sum n_I} = \frac{155}{13} = 12, \quad K_{Tч.} = 1 - \frac{1}{12} = 0,9.$$

де T – клас точності обробки; n_I – кількість розмірів відповідного класу точності.

Деталь по коефіцієнту точності є досить технологічною, так як $K_{Tч.} \approx 1$.

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{Ш} = \frac{1}{Ш_{CP}}, \quad Ш_{CP.} = \frac{\sum Ш \cdot n_{IM}}{\sum n_{IM}} = \frac{50.4}{13} = 3.9, \quad K_{Ш} = \frac{1}{3.9} = 0,25.$$

де $Ш$ – клас шорсткості поверхні; n_I – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

Визначення типу та організаційної форми виробництва

Враховуючи кількість деталей $N=2000$ шт/рік, та їх масу $m=12$ кг., то можна прийняти, що деталь виготовляється в великосерійному виробництві. В цьому випадку використовуємо поточну форму організації робіт при якій верстати встановлюються згідно тех. процесу механічної обробки.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i> 13
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$M = \left[\left(\frac{1850}{1000} \right) \cdot 12.8 \cdot 1 \cdot 0.95 \cdot 0.57 \cdot 6.72 \cdot 0.96 \right] -$$

$$- (12.8 - 12) \cdot \frac{250}{1000} = 82.52 \text{ грн.}$$

Економічний ефект:

$$E = (MK - M\Phi) \cdot N = (87,04 - 82,52) \cdot 20000 = 90400 \text{ грн.}$$

Таким чином при використанні лиття в земляні форми додатково вивільняється 90400 грн в порівнянні з литвом в кокіль. Отже в якості метода отримання заготовок використовуємо лиття в земляні форми

6. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{BM} = \frac{q}{Q} = \frac{12}{12.8} = 0.93$$

Припуски на механічну обробку вибрано табличним методом відповідно до вимог стандарту ДСТУ 8981:2020 «Виливки з металів та сплавів. Допуски розмірів, маси та припуски на механічне оброблення».

Вихідні дані для визначення припусків:

1. Клас розмірної точності: 7...11; прийнято — 9
2. Ступінь короблення: 2...5; прийнято — 4
3. Ступінь точності маси: 7...15; прийнято — 10
4. Ступінь точності відливки: 11...18; прийнято — 14
5. Ряд припусків: 5...8; прийнято — 6
6. Допуск розмірів відливки визначається згідно з таблицею 4 ДСТУ 8981:2020
7. Допуск форми (См): 0,32 мм
8. Допуск нерівностей поверхні: 1,0 мм
9. Допуск маси: ±12%
10. Мінімальний припуск на сторону: 0,6 мм
11. Шорсткість поверхні: Ra 40 мкм

Характеристика точності відливки за ДСТУ 8981:2020: 9–4–14–10 С_м 0,32

					ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ		Арк. 15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 2,1 - Характеристика точності відливки

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1- 11	38 ± IT14/2	6	±0.4
1 - 7	15 ± IT14/2	4.5	±0.4
1 - 9	33 ± IT14/2	6	±0.8
6	Ø212	7	±0.8
10	Ø130	6	±0.8
4	Ø20H7	4	±0.4

2.2 Аналітичний метод визначення допусків

Аналітичний розрахунок припусків на обробку поверхні Ø166h7.

Кривизна профілю сортового прокату $[\Delta]=0,1$ мкм на 1 мм [бс.186табл.16].

Тоді

$$\Delta k = [\Delta] \cdot l, \text{ мкм},$$

де l-довжина заготовки ,l=18мм,

$$\Delta k = 0,1 \cdot 18 = 1,8 \text{ мкм},$$

Зміщення осі заготовки в результаті похибки центрування

$$\Delta y = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1}, \text{ мм},$$

де T-допуск на діаметральний розмір бази заготовки, використаної при центруванні, T=1000 мкм [бс.192.табл.32].

$$\Delta y = 0,25 \cdot \sqrt{1^2 + 1} = 0,353 \text{ мм},$$

Тоді сумарні відхилення розташування:

$$\Delta = \sqrt{\Delta k^2 + \Delta y^2} = \sqrt{1,8^2 + 353^2} = 354 \text{ мкм},$$

Призначаємо точність і якість поверхні заготовок після механічної обробки по [бс.181табл.5]:

1.Точити начорно Rz=63; h=60мкм,

2.Точити начисто Rz=25; h=30мкм,

					ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ		Арк. 16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3.Шліфувати Rz=5 ; h=5 мкм.

Визначаємо відхилення розташування після кожного методу обробки:

$$\Delta_i = \Delta_{i-1} \cdot K_y, \quad \text{мкм},$$

де K_y -коефіцієнт уточнення, $K_{y1}=0,06, K_{y2}=0,04, K_{y3}=0,03$, [бс.190табл.29].

$$\Delta_1 = 353 \cdot 0,06 = 21,18 \text{ мкм},$$

$$\Delta_2 = 21,18 \cdot 0,04 = 0,847 \text{ мкм},$$

$$\Delta_3 = 0,847 \cdot 0,03 = 0,02 \text{ мкм},$$

Оскільки деталь встановлюється в патроні , то $\varepsilon=0$,

Призначаємо допуски на кожний перехід.

Для виробу $\varnothing 166h7$, $T_2=63$ мкм буде отримано після чистового точіння.

Тоді по [бс.192табл.32] послідовність отриманих квалітетів 14-10-9-7.

$$T_{\text{заг}}=1000 \text{ мкм},$$

$$T_1=160 \text{ мкм},$$

$$T_2=100 \text{ мкм},$$

$$T_3= 40 \text{ мкм}.$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 5.

Таблиця 2.2 - Таблиця розрахунку припусків на обробку поверхні $\varnothing 166h7$.

Склад Операції	Елементи припуску, мкм				Розрах припуск мкм	Розрах розмір, мкм	Допус к, мкм	Граничні розміри, Мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	h	Δ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}$	$2z_{\max}$
Заготовка	1160	200	353	-		167.46	1000	166.47	167.47		
Точити:											
1.Начорно	63	60	21.18	-	2×713	166.32	160	166.17	166.33	300	1140
2.Начисто	25	30	-	-	2×144.18	166.15	100	166.05	166.15	120	180
3.Шліфув.	5	5	-	-	2×55	166.04	40	166	166.04	50	110

Розрахунковий розмір

$$2z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1}), \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 3} = 2 \cdot (25 + 30) = 2 \cdot 55 \text{ мкм},$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ						Арк.
											17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

$$2z_{\min 2} = 2 \cdot (63 + 60 + 21.18) = 2 \cdot 144.18 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min 1} = 2 \cdot (160 + 200 + 353) = 2 \cdot 713 \text{ мкм},$$

Розрахунковий розмір

$$d_{\min 3} = d_H + ei = 166 + 0,04 = 166.04 \text{ мм},$$

$$d_{\min i} = d_{\min i+1} + 2z_{\min i+1}, \text{ мм},$$

Тоді

$$d_{\min 2} = 166.04 + 2 \cdot 55 = 166,15 \text{ мм},$$

$$d_{\min 1} = 166.04 + 2 \cdot 144.18 = 166.328 \text{ мм},$$

$$d_{\min \text{ заг}} = 166.04 + 2 \cdot 713 = 167,466 \text{ мм},$$

d_{\max} отримуємо округленням розрахункового розміру до точності допуску відповідного переходу.

Граничні значення припусків

$$2z_{\max i} = d_{\max i-1} - d_{\max i}, \text{ мкм},$$

Тоді

$$2z_{\max 1} = 166.15 - 166.04 = 110 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 2} = 166.33 - 166.15 = 180 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 3} = 167.47 - 166.33 = 1140 \text{ мкм},$$

$$2z_{\min i} = d_{\min i-1} - d_{\min i}, \text{ мкм},$$

Тоді

$$2z_{\min 1} = 166.05 - 166 = 50 \text{ мкм},$$

					ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$2z_{\max 2} = 166.17 - 166.05 = 120 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 3} = 166.47 - 166.17 = 300 \text{ мкм}.$$

Перевірка

$$\sum 2z_{\max} - \sum 2z_{\min} = Td_{\text{зат}} - Td_3,$$

$$(110 + 180 + 1140) - (50 + 120 + 300) = 1000 - 40,$$

Умова виконується, розрахунки виконані вірно.

Схема припусків на обробку $\varnothing 166h7$ представлена на Рис 2.1

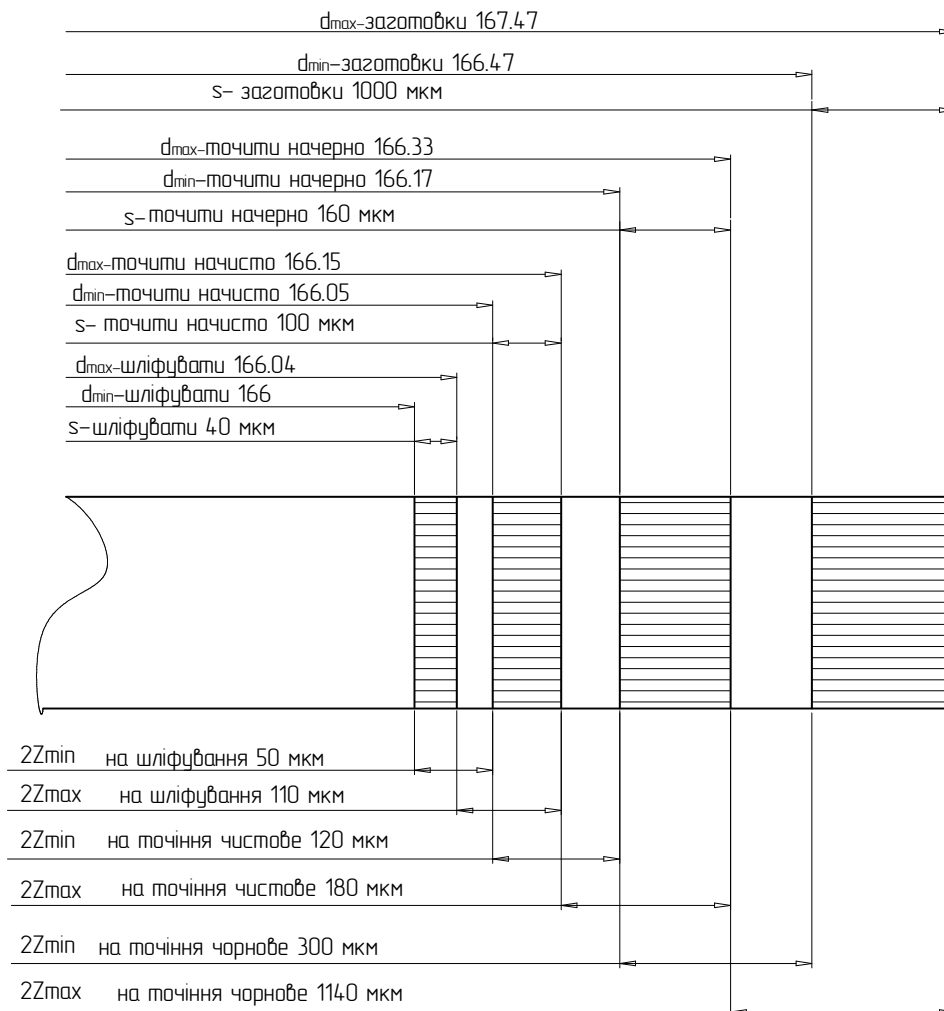


Рисунок 2.1 – Схема припусків на обробку $\varnothing 166h7$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ

Арк.
19

Критерієм оптимальності для вибору технологічного маршруту є мінімум приведених витрат на одиницю продукції як суми витрат на отримання заготовки і подальшої механічної обробки.

При виборі варіанта технологічного маршруту приведені витрати можуть визначатись у вигляді питомих величин на 1 рік роботи обладнання.

Погодині приведені витрати визначають для двох операцій, що замінюють одна одну при обробці однієї і тієїж поверхні, при досягненні одних і тих же параметрів як якісних так і кількісних.

Перший варіант.

005 Заготівельна

010 Токарна з ЧПК

015 Токарна з ЧПК

020 Свердлувально-розточувальна з ЧПК

025 Вертикально-свердлувальна

030 Вертикально-свердлувальна

035 Контрольна

Другий варіант.

005 Заготівельна

010 Токарно-гвинторізна

015 Токарно-гвинторізна

020 Свердлувально-розточувальна

025 Вертикально-свердлувальна

030 Вертикально-свердлувальна

035 Контрольна

2.2.2 Вибір технологічних баз

Для вибору технологічних баз за вашим кресленням (деталь типу «фланець»), базуючись на вимогах точності та оброблюваних поверхнях, пропоную наступне обґрунтування.

1. Визначення функціональних баз (кінцеві вимоги)

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		21

Основні функціональні поверхні:

- Отвір $\text{Ø}20\text{H}7$ (з точністю $0,0016$ мм) — центрувальна база для посадки на вал.
- Торець (площина А) з плоскістю $0,008$ мм — важлива посадкова площина.
- Отвір $\text{Ø}130$ та $\text{Ø}165$ з циліндричністю $0,016$ мм — ймовірно, розточка під посадку корпусу/підшипника.

2. Вибір установчих баз на першій операції (чорнова токарна)

Для чорнової обробки потрібно забезпечити максимальну жорсткість та жорстке базування, тому:

- Базування:
 - Зовнішня циліндрична поверхня $\text{Ø}212$ — як установча база по діаметру.
 - Торець фланця — як осьова (торцева) база.
- Закріплення: трикулачковий патрон із захопленням за $\text{Ø}212$, упор у торець.

3. Чистова токарна операція (опора на оброблену базу)

Після чорнової обробки:

- Базування:
 - Отвір $\text{Ø}20\text{H}7$ (після попереднього розточення до чорнового $\text{Ø}20,7$) — центрування в шпинделі або оправці.
 - Торець — як упорна база по осі.
- Це дозволяє забезпечити співвісність отвору $\text{Ø}20\text{H}7$ з зовнішніми циліндричними поверхнями $\text{Ø}130/165$ та їх циліндричність $0,016$ мм.

4. Свердління та фрезерування

- При обробці отворів $\text{Ø}10$ і $\text{Ø}17$:
 - Базування через оправку за $\text{Ø}20\text{H}7$ + торець площини А.
 - Це гарантує точне розташування болтових отворів відносно осі деталі.

Висновок: вибрані технологічні бази

Основна технологічна база:

- Отвір $\text{Ø}20\text{H}7$ — для центрівки/установки на оправку.

Допоміжна база:

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

- Торець (А) — для упору при токарній та свердлильній обробці.

Таке базування забезпечує:

- Точну співвісність отворів та посадкових поверхонь,
- Мінімальні похибки положення та форми (0,008, 0,016 мм),
- Зручність закріплення на токарних і фрезерних операціях.

2.3 Вибір технологічного обладнання

Для виготовлення деталі типу "фланець" з діаметром до Ø212 мм і довжиною до 60 мм вибрано високоточне обладнання з ЧПК, що забезпечує належну жорсткість, повторюваність та точність обробки.

Назва обладнання	Марка/модель	Призначення
Токарний верстат з ЧПК	HAAS ST-20 	Чорнове і чистове точіння, підрізання торців
Вертикально-фрезерний обробний центр з ЧПК	HAAS VF-2 	Свердління, зенкерування, розгортання, різьбонарізання
Пристрій для закріплення	Гідропластмасова оправка Ø20H7	Базування по отвору та упор у торець

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ

Арк.
23

Розгортання Ø20H7	Машинна розгортка	Mapal HPR500-0200-H7-CH
Калібрування отвору	Калібр-пробка	M4 6H за ДСТУ ISO 1502:2006

2.5 Розробка технологічних операцій механічної обробки

Таблиця 2.3 - Технологічні операції механічної обробки

№ Опер	Маршрут обробки	Верстат	Інструмент		Пристрої
			Різальний	Контрольний	
005	Заготівельна				
010	Токарно-гвинторізна з чпк 1. Точити поверхні 10, 8 начорно D=130 мм, l=15 мм D=166 мм, l=18 мм 2. Точити поверхні 10, 8 начисто D=130 мм, l=15 мм D=166 мм, l=18 мм 3. Підрізати торець 11 начорно 4. Підрізати торець 9 начорно 5. Підрізати торець 7 начорно 6. Підрізати торець 7 начисто 7. Підрізати торець 11 начисто 8. Підрізати торець 9 начисто	HAAS ST-20	Різець токарний Kennametal SVJCR/L 2525M16 з пластинками VCMT 160408-PM, CNMG 120408-PM Різець токарний Kennametal DCLNR 2020K12 з пластинками DNMG 150608-PM Різець токарний канавочний відігнутий Різець: CoroCut® 1-2 з пластинками N123G2-0200-0004-GM (Sandvik)	Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ДСТУ 166-2001 (ISO 13385-1:1996, MOD) Мікрометр гладкий МК-II-150-175-0,01 ДСТУ 6507:2004	Гідравлічний 8.3" патрон, А2-6
015	Токарно-гвинторізна з чпк 1. Підрізати торець 1 начорно витримуючи розмір l=15 мм 2. Підрізати торець 3 начорно витримуючи розмір l=12,5 мм 3. Точити поверхню 6 начорно D=212 мм, l=15 мм	HAAS ST-20	Різець токарний контурний SVJCR/L 2525M16 з пластинками VCMT 160408-PM (KCP25 / GC4325) Різець токарний підрізний DCLNR 2020K12 з пластинками DNMG 150608-PM	Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ДСТУ 166-2001 (ISO 13385-1:1996, MOD) Мікрометр гладкий	Гідравлічний 8.3" патрон, А2-6

	<p>4. Точити поверхню 6 начисто D=212 мм, l=15 мм</p> <p>5. Підрізати торець 1 начисто витримуючи розмір l=15 мм</p> <p>6. Підрізати торець 3 начисто витримуючи розмір l=12,5 мм</p>			<p>МК-II- 150-175-0,01 ДСТУ 6507:2004</p>	
020	<p>Свердлувально-розточувальна з чпк</p> <p>1. Розсвердлити отвір 4 ø20</p> <p>2.зенкерувати отвір 4</p> <p>3. Розвернути отвір 4</p>	HAAS VF-2	<p>Сверло спіральне Ø19,0 мм Kennametal KSEM2040R2S1 6M З пластиною Пластина: KSEM2040HPP (для сталі, покриття TiAlN) Тримач: KM16-ER16-100 Зенкер Guhring 2962 H7 19.8 (зенкер з гвинтовими канавками, 6 зубців, HSS-E) Розвіртка Ø20H7 Maral HPR500-0200-H7-CN (прецизійна розгортка для сталі)</p>	<p>ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ EN ISO 13385-1:2018 Калібр-пробка Ø20H7 (прохід/непрохід) ДСТУ ISO 1938-1:2021</p>	Пристрій спеціальний верстатний
025 Перехід 1	<p>Вертикально-свердлувальна з чпк</p> <p>1. Центрувати 6 отворів під фаску отвора 13</p> <p>2. Свердлувати 6 отворів ø3,5</p> <p>3. Нарізати різьбу м4</p>	HAAS VF-2	<p>центр-свердло Ø2,0 мм Guhring 5523 2,0 mm 90° HSS-E спіральне свердло Ø3,5 мм Kennametal DC150-03-05.035A1-MP KCU25 машинний мітчик M4 Emuge M4-6HX/15° spiral flute, TiN</p>	<p>калібр-пробка М4 6Н пр ДСТУ ISO 1502:2006 не пр ДСТУ ISO 1502:2006</p>	
025 Перехід 2	<p>Вертикально-свердлувальна з чпк</p> <p>1. Центрувати 6 отворів під фаску отвора 5</p> <p>2. Свердлувати 6 отвора ø10</p>	HAAS VF-2	<p>Сверло спіральне ø14 із швидкорізальної сталі р6м5 з конічним хвостовиком гост 10903-77 Сверло спіральне</p>	<p>Штанген-циркуль Шц-і-125-0,1 Гост 166-80 Пробка різьбова пр</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ

Арк.
26

Подача в мм/хв	43,2 мм/хв
Швидкість знімання металу (Q)	9 см ³ /хв
Інструмент	CNMG120408-PM (KCP25)
Тримач	SVJCR 2525M16
Охолодження	Емульсія

Для інших операцій режими різання розраховуємо табличним методом і результати заносимо в таблицю 2,6.

Таблиця 2.6 - режими різання

Назва переходу	V, м/хв	n, об/хв	t, мм	S _B , мм/хв	T, хв
010 Токарно-гвинторізна					
1. Точити начорно поверхню 10	204,1	250	2	0,6	1,24
2. Точити начорно поверхню 8	180,5	250	2	0,6	1,23
3. Точити начисто поверхню 10	783,7	460	1,5	0,1	0,34
4. Точити начисто поверхню 8	344,19	660	2	0,1	0,36
5. Підрізати торець 11 начорно	167	500	2	0,6	0,68
6. Підрізати торець 9 начорно	533,8	500	2,5	0,6	0,32
7. Підрізати торець 11 начисто	133,5	250	1,5	0,2	1,36
8. Підрізати торець 9 начисто	266,9	250	2	0,2	1,36
9. Підрізати торець 7 начорно	361	500	2,5	0,6	0,47
10. Підрізати торець 7 начисто	180,5	250	2	0,2	1,42
015 Токарно-гвинторізна					
1. Точити начорно поверхню 6	180,5	250	2	0,6	1,23
2. Точити начисто поверхню 6	592,2	820	2	0,1	0,36
3. Підрізати торець 1 начорно	361	500	2,5	0,6	0,47
4. Підрізати торець 1 начисто	180,5	250	2	0,2	1,42
5. Підрізати торець 3 начорно	358	400	2,5	0,6	0,4
6. Підрізати торець 3 начисто	178	200	2	0,2	1,49
020 свердлувально-розточна					
1. Розсвердливати отвір 4	23,7	200	9	0,3	0,96
2. Зенкерувати отвір 4	21,2	1000	0,4	0,5	0,67
3. Розвернути отвір 4	11,1	500	0,1	0,8	0,45
025 Вертикально-свердлувальна					
1. Центрувати отвір 13	15,7	250	10	0,3	0,47
2. Свердливати отвір 13	23,7	420	9	0,3	0,96
3. Нарізати різьбу	15,7	250	2	0,5	0,53
030 Вертикально-свердлувальна					
1. Центрувати отвір 5	20,1	250	5	0,2	0,32
2. Свердливати отвір 5	21,1	420	4,25	0,3	0,6
3. Свердливати отвір 5 на діаметр 17	23,7	420	9	0,3	0,36
4. Зенкерувати отвір 5	21,2	1000	0,4	0,5	0,67

Розрахунок норми часу

					ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ		Арк. 29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

де $P_{об.від}$ - норматив часу на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби

$$P_{об.від} = 7\%, [2, с. 215]$$

$$T_{об} + T_{від} = 7 \cdot (7,38 + 2,57) / 100 = 0,5 \text{ хв.}$$

$$T_{шт.} = 7,38 + 2,57 + 0,5 = 10,45 \text{ хв.}$$

$$T_{п.з.} = 14 + 2 = 16 \text{ хв.}, [2, с. 216]$$

$$n = (N \times a) / 254,$$

де a - періодичність запуску деталей, $a = 12$ днів.

$$n = (15000 \cdot 12) / 254 = 709 \text{ шт}$$

Тоді

$$T_{шт.к} = \left(\frac{16}{709} \right) + 10,45 = 10,47 \text{ хв}$$

Таблиця 2.7 – Норми часу

	То	Тв			Тв	Тоб+Твід,	Тшт	Тп.з	Тшт.к
		Твст+Т	Ткер	Твим					
010	7,38	0,45	0,02	0,92	2,57	7	10,45	16	10,47
015	5,56	0,45	0,02	0,92	2,57	7	8,7	16	8,72
020	7	0,154	0,02	0,97	2,11	7	9,75	17	9,77
025	11,76	0,343	0,02	1,23	2,95	6,5	15,66	13	15,68
030	35,6	0,343	0,02	1,88	4,15	6	42,13	13	43,15

2.7 Розроблення керуючої програми для верстата з ЧПК

У процесі реалізації технологічного процесу виготовлення деталі однією з ключових задач є створення керуючої програми (КП) для верстата з числовим програмним керуванням (ЧПК). Це забезпечує автоматизацію виконання обробки,

Після підтвердження відповідності програми вимогам креслення деталі здійснюється серійна або одинична обробка.

Таким чином, правильно складена керуюча програма забезпечує ефективне виконання всіх етапів обробки, знижує ризик браку та гарантує відповідність готової деталі вимогам конструкторської документації.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>34</i>

Пристрій призначений для установки деталі при свердлувально-розточувальній операції 020.

Пристрій складається з плити поз. 9 на якій кріпиться гвинтом М8х35 поз. 7 упор поз. 6. Для установки деталі служать призми поз. 3 та 4, які прикріплені до плити 9 гвинтами М8х50 поз. 8.

Для закріплення деталі на двох колонах поз. 5 встановлені важілі поз. 2, за допомогою вісей поз. 11. Колони кріпляться до плити за допомогою гвинтів М16х60 поз. 15.

Важілі з'єднані з штоками пневмоциліндра поз. 10 за допомогою вісей 14. В неробочому положення важелі знаходяться під дією пружних сил пружин 16.

Підвід повітря до пневмоциліндру здійснюється через кран поз. 18 і зворотній клапан поз. 17 за допомогою ніпеля поз. 19, рукава низького тиску поз. 21., рукав низького тиску кріпляться до ніпеля хомутом поз. 20.

Деталь встановлюється на призми поз. 3 та 4 до упора поз. 6. Обертом рукоятки крана поз. 18 повітря подається в середню камеру пневмоциліндра поз. 10. Штоки пневмоциліндра переміщується в сторони, повертаючи важелі навколо осей поз. 11. Циліндричні поверхні важелей притискають деталь до призм.

Обертом рукоятки крана в зворотному напрямку система вертається пружинами поз. 16 в неробочий стан.

Деталі знімаємо.

3.2. Проектування контрольно-вимірювального пристрою

3.2.1. Технічні умови і вимоги креслення, які підлягають контролю

Пристрій призначається для вимірювання паралельності торців 1 та 11.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>36</i>

Ричаг поз. 7 встановлюється на вісь та фіксується за допомогою зажиму поз. 4. В речаг встановлюється напрямна поз. 8, яка фіксується за допомогою зажиму поз. 3. Державка поз. 10 встановлюється в напрямну та фіксується за допомогою зажиму поз. 9. В державку встановлюється індикатор багатообертовий часового типу.

Для орієнтації деталі відносно пристрою по індикаторній стійці встановлюємо деталь на плиту поз. 6 по стержню поз. 2.

Опускаємо індикатор за допомогою ричага поз. 7 на торець, даємо невеликий напуск та фіксуємо ричаг за допомогою зажиму поз. 4.

Встановлюємо індикатор на нульову відмітку. Провертаємо деталь на 360°, фіксуючи покази індикатора. Фіксуємо мінімальне значення позазів.

Встановлюємо індикатор на нульову відмітку.Знімаємо деталь з пристрою і вкладаємо в тару для зберігання. Провертаємо деталь на 360°, слідкуючи щоб значення покизів індекатора не перевищували значення допуску на контрольований параметр.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>38</i>

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Сучасне машинобудівне виробництво являє собою комплекс складних технічних систем, машин і обладнання з високим рівнем механізації та автоматизації виробничих процесів. До сьогоднішнього часу найбільшу увагу під час створення нових технологій, машин і механізмів приділяли таким показникам, як продуктивність, собівартість тощо. Водночас безпека, екологічність, забезпечення комфортних умов праці та мінімізація ризику для обслуговуючого персоналу висуваються в число найважливіших критеріїв, що характеризують технічний рівень і якість машин, обладнання та технічних процесів, які визначають їхню конкурентоспроможність на світовому ринку.

Забезпечення безпеки праці реалізується як на етапі проєктування виробничих процесів, так і безпосередньо під час їх виконання. Вирішальним напрямом поліпшення умов праці та перетворення всіх виробництв на безпечні є технічне переозброєння машинобудівних підприємств на базі безпечної техніки.

Безпека праці забезпечується дотриманням стандартів з охорони праці, правил з техніки безпеки, санітарних норм і правил, а також інструкцій з охорони праці. Особливу увагу приділяють дотриманню цих вимог при створенні нових видів обладнання, розробленні та реалізації виробничих процесів.

У державних стандартах з охорони праці сформульовано вимоги до виробничих процесів, обладнання, промислової продукції, засобів захисту працюючих. Встановлено норми та вимоги до параметрів, що характеризують рівень шуму, вібрації, ультразвуку, запиленості й загазованості повітря робочої зони, а також до електробезпеки, вибухо- та пожежобезпеки тощо.

Створення безпечних і екологічно чистих виробничих процесів, машин і обладнання є матеріальною основою забезпечення життєдіяльності людини й однією з основних цілей системи управління охороною праці та екологічною безпекою підприємства.

Ask ChatGPT

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, умов праці на робочих місцях, вибір методів і засобів захисту при виконанні технологічного процесу

Умови праці на робочих місцях формуються під впливом значної кількості чинників, які мають різну природу, характер дії та ступінь впливу на організм працівника. У процесі механічної обробки металів, пластмас та інших матеріалів на металообробному обладнанні (токарному, фрезерному, свердлильному, шліфувальному тощо) виникає комплекс небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які, відповідно до класифікації ДСТУ EN ISO 12100:2021, належать до фізичних, хімічних, ергономічних та електричних.

На проектованій дільниці передбачено експлуатацію металорізальних верстатів, автоматизованого стелажного складу, ділянки завантаження та розвантаження заготовок, вузла технічного контролю, мийного обладнання та диспетчерського пункту. Вплив небезпечних факторів зумовлений, насамперед, наявністю рухомих елементів обладнання, обертанням заготовок, відлітанням стружки, нагрівом інструменту до високої температури та ймовірністю ураження електричним струмом.

Під час обробки хрупких матеріалів, таких як чавун, латунь, текстоліт або графіт, дрібна стружка розлітається на значну відстань. Особливої небезпеки набуває металева стружка з високою температурою і кінетичною енергією при точінні в'язких сталей, яка може спричинити травмування працівників і пошкодження очей. Найбільш поширеними ушкодженнями в зоні обробки є травми очей та обличчя внаслідок удару частками оброблюваного матеріалу чи уламками інструменту.

До фізичних шкідливих факторів належать підвищений рівень шуму, вібрація, недостатнє освітлення робочої зони, а також надмірна запиленість і загазованість повітря. Під час обробки полімерних матеріалів або сплавів, що містять свинець, у повітряне середовище виділяються шкідливі аерозолі та гази, здатні викликати токсичну дію на організм, а також подразнення дихальних шляхів. Вдихання пилу при високошвидкісній обробці латуні, бронзи, карболіту

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>40</i>

та текстоліту призводить до накопичення в дихальних шляхах частинок розміром до 10 мкм, що перевищує допустимі концентрації, передбачені ДСП 201–97.

Також є ймовірність утворення парів і газів при термоокислювальній деструкції матеріалів, зокрема при тупому ріжучому інструменті. Такі речовини, як ароматичні вуглеводні, що утворюються при обробці полімерів, впливають на центральну нервову систему та шкірний покрив. Крім того, охолоджувально-мастильні рідини спричиняють подразнення слизових оболонок та знижують імунний захист організму.

Використання ЧПК-верстатів нового покоління зі закритими зонами обробки, зокрема моделей на кшталт HAAS ST-20 або універсальних швейцарських верстатів STUDER, значно знижує рівень дії перелічених небезпек. Комплексна автоматизація виробництва дозволяє мінімізувати присутність працівника біля зони обробки, що позитивно впливає на рівень виробничої безпеки.

Також джерелом потенційної небезпеки є автоматизовані системи транспортування, такі як кран-штабелери. Їхнє переміщення здійснюється без участі оператора, тому передбачено інженерні заходи щодо недопущення перебування працівників у межах їх дії. Захист від падіння вантажів забезпечується системами огороження та автоматичним контролем навантаження.

Згідно з ПУЕ та класифікацією середовища, виробниче приміщення належить до зони з підвищеною електробезпекою. Це зумовлено наявністю струмопровідного пилю, бетонної підлоги з низьким опором ізоляції, а також наявністю металевих конструкцій і корпусів електрообладнання, які можуть мати потенціал відносно землі.

Для захисту працівників застосовуються такі технічні заходи: повна ізоляція струмоведучих частин, подвійна ізоляція електроінструменту, вирівнювання потенціалів між корпусами обладнання, застосування захисного заземлення та автоматичного відключення при пробі на корпус.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>41</i>

біологічних чинників, зокрема потрапляння в робочу зону мікроорганізмів, які можуть розвиватися в неочищених чи несвоєчасно заміненіх охолоджувальних рідинах.

4.2 Вимоги безпеки до автоматизованих дільниць

Сучасні машинобудівні підприємства оснащуються широким спектром технологічного обладнання, яке спрямоване на полегшення фізичної праці, підвищення її продуктивності та зниження ризиків для персоналу. Водночас експлуатація цього обладнання передбачає потенційний вплив на працівників небезпечних і шкідливих виробничих чинників. Одним із основних напрямів поліпшення умов праці та зростання продуктивності є механізація та автоматизація виробничих процесів.

Механізація сприяє усуненню важкої фізичної праці, зменшенню травматизму, а також оптимізує кількість обслуговуючого персоналу. З особливою увагою розглядається механізація подачі заготовок у зону обробки, оскільки це суттєво знижує ризик виникнення травм. Автоматизація як найвища форма механізації забезпечує поступове усунення відмінностей між фізичною та розумовою працею, і дозволяє виконувати більшість технологічних операцій без безпосереднього втручання людини.

Впровадження машин керування, систем числового програмного керування, комп'ютеризованих систем планування та управління значно полегшує працю, знижує ймовірність помилок та підвищує рівень безпеки. Комплексна автоматизація вже сьогодні розглядається як наскрізна система, яка охоплює повний життєвий цикл продукції: від проектування до її виготовлення та доставки споживачеві.

Інтеграція автоматизації обробки інформації (АСУ, САПР) із системами автоматизації технологічного виробництва (СЧПК, АСУ ТП) зумовила появу нового напрямку — гнучких автоматизованих виробництв. Такі системи є не лише технічним викликом, а й соціально-економічним завданням, що потребує переосмислення змісту праці та вимог до кваліфікації персоналу.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		43

Ефективність функціонування автоматизованої виробничої системи значною мірою визначається не лише її технічними можливостями, а й рівнем безпеки. Наявність небезпечних та шкідливих факторів, ймовірність виникнення аварійних ситуацій, ступінь їх впливу на персонал та навколишнє середовище — усе це розглядається як комплексний показник якості гнучкої автоматизованої системи.

Сучасні гнучкі виробничі комплекси — це складні багаторівневі системи, які потребують високопродуктивного, але водночас безпечного технічного забезпечення. Особливу увагу слід приділяти розробці й інтеграції програмних засобів безпеки, що працюють у режимі реального часу.

Металорізальні верстати з числовим програмним керуванням, що випускаються серійно, є базовим елементом таких систем. Проте в базовій комплектації вони не відповідають вимогам до безпеки в контексті гнучких виробничих систем. Тому їх включення до складу автоматизованих комплексів можливе лише після модернізації із забезпеченням системного аналізу небезпек, впровадження відповідних методів моніторингу та управління ризиками.

Одним із найбільш критичних сценаріїв з погляду травмонебезпеки залишається прямий контакт людини з обладнанням у процесі налагодження, перепрограмування, ремонту, встановлення або демонтажу інструментів, а також під час обслуговування, мастила та очищення робочих зон.

Найбільшого ризику з точки зору виробничого травматизму зазнають працівники, діяльність яких передбачає прямий контакт з обладнанням: слюсарі-складальники, електромонтери, монтажники, налагоджувальники, бригадири. Оператори, які обслуговують автоматизовані комплекси, значно рідше піддаються ризику травмування, оскільки у разі виникнення неполадок, зниження продуктивності або виходу з ладу обладнання, виявлення та усунення причин несправності здійснюють кваліфіковані фахівці з відповідною підготовкою.

Основними чинниками, що створюють небезпечні, критичні та аварійні ситуації під час експлуатації гнучких виробничих систем згідно з ДСТУ EN 775:2014 (входить в комплекс стандартів на безпеку промислових роботів), є:

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

непередбачене переміщення виконавчих елементів обладнання під час наладки, ремонту, навчання або виконання програми; раптовий відказ у роботі обладнання; помилки оператора чи налагоджувальника під час налагодження або роботи в автоматичному режимі; проникнення працівника до зони роботи промислового робота під час його функціонування; порушення умов експлуатації та вимог ергономіки під час планування ділянки.

Проектована ділянка належить до таких, де унеможлиблюється присутність оператора в межах робочої зони під час функціонування обладнання. Обладнання має замкнене огороження, відчинення якого спричиняє автоматичне блокування і зупинку роботи. Небезпечна зона розташована всередині станка — у місцях завантаження, вивантаження або обробки. До промислових робіт на ділянці відноситься кран-штабелер, який працює між автоматизованим стелажним складом і приймальними позиціями верстатів. Він також взаємодіє з передавальними вікнами, що ведуть до зон комплектування та технічного контролю.

Планування ділянки має забезпечити вільний доступ персоналу до основного та допоміжного обладнання, органів керування та аварійного вимкнення. Необхідно передбачити максимальну автоматизацію всіх операцій, що супроводжуються небезпечними чи шкідливими чинниками, залишивши за працівниками лише контроль і керування. У зонах маніпуляцій із заготовками та готовими виробами встановлюються захисні бар'єри, що запобігають травмуванню.

Пульты керування повинні бути винесені за межі робочої зони та встановлюватися з дотриманням стандарту ДСТУ 22269-93, забезпечуючи оператору зручність огляду всієї технологічної лінії. Освітленість пультів керування має становити не менше 400 лк відповідно до ДСТУ EN 12464-1:2017. Робоча зона повинна освітлюватися згідно з вимогами будівельних норм та галузевих стандартів.

Шум та вібрація не повинні перевищувати допустимі рівні, встановлені ДСТУ 12.1.003:2009 та ДСТУ 12.1.012:2005. Повітряне середовище повинне

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

відповідати вимогам ДСТУ 12.1.005:2018 за умови постійного перебування персоналу в приміщенні. Якщо в процесі виробництва утворюються пари, аерозолі, пил чи інші шкідливі речовини, обладнання повинне бути оснащено пиловловлювачами, витяжною вентиляцією або іншими засобами очищення повітря.

4.3. Заходи безпеки при роботі з МОР. Регенерація та контроль

На підприємствах машинобудівної галузі широко використовуються різноманітні мінеральні масла, що застосовуються для змащування механізмів, у гідравлічних системах, амортизаційних пристроях, а також у складі мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) під час механічної обробки й термічного впливу. Враховуючи значні обсяги споживання таких масел та їхню високу вартість, питання регенерації та повторного використання є вкрай актуальним, особливо для МОР.

У виробництві застосовуються два основні типи МОР: водозмішувані емульсії, які використовуються у вигляді 3–15% розчинів, та масляні МОР, до складу яких входить мінеральна основа та комплекс присадок. Водна МОР — це емульсія, отримана шляхом розчинення концентрату (емульсолу) у воді. Емульсол складається з індустріального масла, емульгаторів, антикорозійних інгібіторів та інших технологічних компонентів. Масляна МОР, як правило, являє собою мінеральну основу з пакетом присадок, що покращують технологічні властивості під час різання.

Контроль водних МОР при приготуванні та експлуатації здійснюється за наступними характеристиками: зовнішній вигляд, запах, значення рН (відповідно до ДСТУ ISO 3771:2014), концентрація емульсолу (визначається методом кислотного розкладу або за допомогою рефрактометра), корозійна агресивність (оцінюється методом контактних пар), наявність сторонніх масел і механічних домішок (методами центрифугування або відстоювання), а також рівень біологічного ураження (визначається за індикаторами типу ТТХ). За необхідності

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

концентрацію емульсолу коригують, а при перевищенні допустимих показників домішок, запаху, рН чи біопшкоджень — МОР підлягає утилізації.

Періодичність контролю МОР становить не рідше одного разу на місяць або у разі виявлення корозії на обладнанні, оброблених деталях, а також ознак подразнення шкіри в працівників, що контактують із рідиною.

Масляні МОР контролюють за такими параметрами: візуальний зовнішній вигляд, запах, вміст води (ДСТУ EN ISO 3733:2005) та наявність механічних домішок (ДСТУ ГОСТ 6370:2005 або центрифугуванням). Дотримання належного технічного обслуговування МОР є обов'язковим не лише для стабільності технологічного процесу, а й для зниження ризиків хімічного чи біологічного ураження, а також для збереження здоров'я персоналу.

Контроль якості, заміна та регенерація мастильно-охолоджувальних рідин (МОР)

Контроль якості приготовленої масляної МОР здійснюється один раз на місяць. Контроль МОР, що знаходиться в експлуатації, обов'язковий у разі виявлення корозії на обладнанні або на оброблюваних деталях, а також при появі подразнень шкіри у працівників, які контактують з МОР.

Контроль виконується Центральною заводською лабораторією (ЦЗЛ) за заявками цехів-споживачів МОР.

Заміна МОР у верстатах виконується операторами, що обслуговують відповідне обладнання, згідно з регламентом, визначеним у технологічних інструкціях.

Заміна МОР у верстатах. Очищення систем приготування та подачі МОР

Заміна водних МОР у верстатах. Повна заміна емульсії у верстатах проводиться за результатами контролю в разі виявлення розшарування або гнильного запаху, а також при переході на іншу марку МОР. У таких випадках обов'язкове очищення системи охолодження верстата.

Очищення централізованих систем приготування та подачі МОР здійснюється не рідше одного разу на рік, а також при переході на іншу марку МОР.

					ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- термообробка при 300–400 °С з подальшою ротаційною сепарацією;
- очищення активованою білою глиною;
- ультрафільтрація через мембрани, що пропускають вуглеводні та затримують механічні й металеві домішки.

Регенерація може здійснюватися як періодично, так і безперервно. На великих підприємствах доцільно централізовано організувати очищення та відновлення МОР.

Очищення емульсій та відновлення масла з них можливе за допомогою:

- введення розчину хлориду натрію (розшарування);
- обробки сірчаноокислим алюмінієм (коагуляція).

Наприклад, при концентрації NaCl — 20 г/л і сірчаноокислого алюмінію — 1 л, залишковий вміст масла у воді становить 20–30 мг/л. За таким методом щорічно можна повторно використовувати до 2000 л відновленого масла.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i> 49
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

Цей дипломний проєкт зосереджується на технології виготовлення циліндрів та способам підвищення їхнього ресурсу, що є основним чинником їхньої надійності та тривалої служби в механічних системах. У ньому розглянуто конструкційні особливості, матеріали, з яких виготовлений циліндр, та технологічні процеси, що забезпечують його високу зносостійкість. Актуальність теми підкреслюється необхідністю підвищення надійності та довговічності циліндрів у промисловості, що сприятиме підвищенню продуктивності і зниженню витрат на технічне обслуговування та ремонт обладнання.

У ході виконання дипломного проєкту було розроблено технологію виготовлення деталі "Фланець 042.02.005" за умов дрібносерійного виробництва із використанням сучасного високоточного обладнання — верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Вихідною інформацією для розробки процесу стали креслення деталі, технічні вимоги до її точності, шорсткості та функціонального призначення.

У процесі проєктування виконано аналіз конструктивно-технологічних особливостей деталі, визначено нетехнологічні елементи та надано пропозиції щодо їх усунення або компенсації шляхом вибору відповідних методів обробки. Обґрунтовано вибір заготовки з урахуванням матеріалу та габаритів деталі, а також обрано ефективний спосіб її виготовлення — з прокату круглого перерізу зі сталі 45 згідно з ДСТУ 7809:2015.

Складено раціональний маршрут обробки із застосуванням високоточних ЧПК-верстатів для токарної та свердлильної обробки, а також підібрано оснащення, інструмент, ріжучі пластини та режими різання для кожної операції. Створено керуючі програми для окремих операцій в САМ-середовищі, що дозволило врахувати всі особливості конструкції деталі та забезпечити її якісну обробку.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>50</i>

Розроблено операційні та маршрутні карти, а також карти наладки для основних переходів. Проведено попередню техніко-економічну оцінку технології, яка підтвердила її доцільність у межах заданого типу виробництва.

Особливу увагу приділено питанням охорони праці, протипожежного захисту, вентиляції, електробезпеки та дотримання санітарно-гігієнічних вимог на ділянці обробки. Розроблено заходи з попередження впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Таким чином, у результаті дипломного проєкту створено ефективну, безпечну і технічно обґрунтовану технологію виготовлення фланця з використанням сучасних методів обробки на ЧПК-обладнанні.

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>51</i>

ДОДАТКИ

					<i>ДП.ПМ.ФІТА.25.18 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>54</i>

ДОДАТОК А
Технологічна документація

ДОДАТОК Б
Кресленики

ДОДАТОК В
Специфікації

