

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії транспорту та архітектури

Кафедра технології машинобудування

ДИПЛОМНА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі «Корпус 248-01» з використанням верстатів з ЧПК
ЧПК
Назва теми

Рівень вищої освіти перший (бакалавр)

Галузь знань 13 механічна інженерія
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 131 прикладна механіка
Шифр і назва спеціальності
Назва

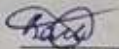

Освітня програма «технології машинобудування»
Назва

Шифр ДРБ. ПМ ФІТА.24.01.ПЗ

Виконав студент 4 курсу група ПМТс-21-2
Шифр

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

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент


Підпис

Підпис

Підпис

Андрій ВАЛЬЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Анатолій ГОРДЕЄВ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Сергій БИСЬ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри технології машинобудування
Назва

Дата «10» серпня 2024


Підпис


Віталій ТКАЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМ

 Віталій ТКАЧУК

1.03.2024

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Вальчуку Андрію Олександровичу
Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема дипломної роботи Технологія виготовлення деталі «Корпус 248-01» з використанням верстатів з ЧПК

керівник роботи Гордєєв Анатолій Іванович, д.т.н., професор
Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

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

2 Строк подання студентом роботи на кафедру 10 червня 2024

3 Вихідні дані до проекту (роботи) кресленик деталі Корпус 248-01 та технічні вимоги до її виготовлення, обсяг випуску 10 тис.

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

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

5 Перелік графічного матеріалу: кресленник деталі (1 лист А2); кресленник заготовки (1 лист А2); графотехнологія (1 лист А1); кресленник карти наладки (1 лист А2); кресленник верстатного пристрою (1 лист А1); кресленник контрольного пристрою (1 лист А1)

6 Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

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

7 Дата видачі завдання 6.03.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Загальний розділ	20.03.2024	
2 Технологічний розділ	20.04.2024	
3 Конструкторський розділ	20.05.2024	
4 Охорона праці	10.06.2024	

Студент


Підпис

Андрій ВАЛЬЧУК
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник проєкту (роботи)


Підпис

Анатолій ГОРДССВ
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ ПО КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ
МАШИНОБУДУВАННЯ

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Технологія виготовлення деталі «Корпус 248-01» з використанням верстатів з ЧПК з використанням верстатів з ЧПК».

Автор: Вальчук Андрій Олександрович

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

Науковий керівник: Гордєєв А.І.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Текст вважається оригінальним та не потребує додаткових дій щодо запобігання неправомірним запозиченням. Є співпадання із титульним листом, завданням, змістом, списком використаних джерел. Також є співпадання із технічними термінами при застосуванні стандартних методик розрахунків, що не є плагіатом. Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділі охорони праці, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту.	Рівень унікальності тексту високий

Підтвердження:

завідувач кафедри



Віталій ТКАЧУК

гарант освітньої програми



Володимир МЦІЛЬКО

керівник кваліфікаційної роботи

Анатолій ГОРДЄЄВ



Дата

Підписи

Завідувачу кафедри
Технології машинобудування
Ткачуку В.П.
здобувача вищої освіти
студента Вальчука А. О.
факультету інженерії, транспорту та
архітектури, гр. ПМТс-21-2

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

19.08.24

дата



підпис

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГОЛОВИ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Вальчук Андрій Олександрович на захист дипломного проекту (роботи)
(прізвище, ім'я, по батькові)
за спеціальністю 131 - Прикладна механіка
На тему: Технологія виготовлення деталі "Корпус 248-01" з використанням верстатів з ЧПК

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

Декан факультету

[Signature]
(підпис)

ВІКТОР ОЛЕКСАНДРЕНКО
(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Вальчук А. О. за період навчання на факультеті інженерії, транспорту та архітектури з 2021 по 2024 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 0,00 %, добре 7,69 %, задовільно 92,31 %.
шкалою ЄКТС: А 0,00 %, В 0,00 %, С 5,45 %, D 16,36 %, E 78,18 %.

Методист факультету

[Signature]
(підпис)

(ім'я, прізвище)

**ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)
ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ**

Студент

Вальчук А. О. прислав з'ясувати збіжність роботи стосовно наявності у кейс-стаді та рефератів. За період виконання роботи виконав добрі технічні завдання. В процесі роботи особливості проекту

Оцінка дипломного проекту (роботи)

Керівник дипломного проекту

[Signature]
(підпис)

[Signature]
(підпис)

Торієв В. В.
(ім'я, прізвище)

10 06 2024 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Вальчук А. О. допускається до захисту цього проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технології машинобудування

[Signature]
Віталій ТРАЧУК
(підпис, ім'я, прізвище)

10 06 2024 р.

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломну бакалаврську роботу Вальчука А.О. «Технологія виготовлення деталі «Корпус 248-01» з використанням верстатів з ЧПК»

Тема дипломної роботи Вальчука А.О. є інженерно обґрунтованою і актуальною для сучасного виробництва. Робота скерована на розроблення технології виготовлення деталі Корпус із застосуванням верстатів з ЧПК, а саме центру VF1 фірми HAAS (США).

Автором в роботі вирішені наступні задачі: запропоновано новий технологічний процес виготовлення деталі корпус, спроектовано фрезерний верстатний пристрій, та для забезпечення операції контролю паралельності відповідальних поверхонь деталі спроектовано контрольно-вимірювальний пристрій..

Графічна частина виконана на доброму рівні. Креслення та пояснювальна записка відповідають вимогам ДСТУ.

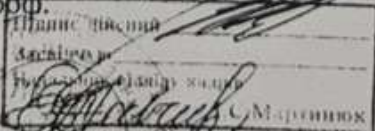
В розділі охорони праці приведено загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.

Виходячи з результатів, які містяться в дипломній бакалаврській роботі та виконанні її на високому технічному рівні, робота рекомендується до захисту та заслуговує оцінки добре, а здобувач Вальчук А.О. заслуговує присудження ступеня бакалавра за спеціальністю 131 - Прикладна механіка.

Професор кафедри «Трибології
автомобілів та матеріалознавства»
Хмельницького національного
університету д.т.н., проф.

Диха О.В.

Підпис Дихи О.В.
Засвідчую
Начальник відділу кадрів ХНУ



№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1			Документація загальна		
2					
3					
4	A4	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.00.00 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка	54	
5	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.02.02.00	Креслення заготовки	1	
6	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.02.01.00	Креслення деталі	1	
7	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.02.03.00	Карта наладки	1	
8	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.02.04.02	Графотехнологія	1	
9	A1	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.03.01.00.СК	Пристрій для свердлування	1	
10	A2	ДРБ.ПМ.ФІТА.24.03.02.00.СК	Пристрій для контролю	1	
11	A4		Завдання на ДП	1	
12	A4		Реферат	1	

					ДРБ.ПМ.ФІТА.24.00.00.ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив.	Вальчук				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Гордєєв					3	
Н. Контр.	Бись				ХНУ-ПМТс-21-2		
Затвердив	Ткачук						
Відомість роботи							

Реферат

Тема проекту: Технологія виготовлення деталі «Корпус 248-01» з використанням верстатів з ЧПК

Автор: А. О. Вальчук. Керівник проекту : А.І. Гордєєв.

Об'єм пояснювальної записки. 54. стор. Графічна частина 4 листа А1.

В загальному розділі визначено стан питання та задачі дипломного проектування виконано аналіз технологічності деталі, вибрано тип виробництва.

В технологічному розділі виконано розрахунки собівартості заготовки, визначено припуски, режими різання, норми часу.

В конструкторському розділі виконано розрахунки свердлувального пристрою для обробки отворів, контрольно-вимірювального пристрою.

В розділі охорони праці приведено загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі «Корпус», специфікації, керуюча програма на верстат з ЧПК.

Автор проекту: А. О. Вальчук

2024 р.

/Підпис/

Дата

ЗМІСТ

	Вступ.....	8
1	Загальний розділ	9
1.1	Стан питання та визначення задач дипломного проектування.....	9
1.2	Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі.....	10
1.3	Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі корпус.....	12
1.4	Аналіз технологічності конструкції деталі.....	14
1.5	Визначення типу і організаційної форми виробництва...	15
2	Технологічний розділ	16
2.1	Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання....	16
2.2	Вибір технологічних баз.....	17
2.3	Встановлення планів обробки поверхонь деталі.....	18
2.4	Вибір варіанта технологічного маршруту та його техніко-економічне обґрунтування.....	20
2.5	Розрахунок припусків.....	23
2.5.1	Аналітичний розрахунок припуску на поверхню $\varnothing 35$ H7	23
2.5.2	Табличний метод.....	27
2.6	Розробка технологічних операцій механічної обробки.....	27
2.7	Призначення режимів різання.....	29
2.7.1	Аналітичним методом	29

					ДРБ.ПМ.ФІТА.24.00.00.ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Технологія виготовлення деталі «Втулка підсальникова ТКВ.Т-1624» з використанням верстатів ЧПК (Пояснювальна записка)		
Розробив.	Вальчук						
Перевірив	Гордєєв						
Н. Контр.	Бись				ХНУ-ПМТс-21-2		
Затвердив	Ткачук						

2.7.2	Вибір режимів різання на інші операції (переходи) по таблицям нормативів	33
2.8	Технічне нормування операцій технологічного процесу.....	35
2.9	Оформлення технологічної документації.....	37
3	Конструкторський розділ	38
3.1	Проектування верстатного пристрою для свердлування отворів.....	38
3.1.1	Вибір схеми базування та закріплення деталі.....	38
3.1.2	Вибір установочних елементів пристрою.....	38
3.1.3	Розрахунок точності обробки.....	38
3.1.4	Розрахунок сили закріплення деталі.....	39
3.1.5	Розрахунок силового приводу пристрою.....	40
3.1.6	Розрахунок деталей пристрою на міцність.....	41
3.1.7	Опис роботи пристрою.....	42
3.2	Проектування контрольного пристрою.....	43
3.2.1	Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю.....	43
3.2.2	Вибір схеми контролю заданого параметру.....	43
3.2.3	Розрахунок пристрою на точність.....	43
3.2.4	Принцип роботи пристрою.....	44
4	Охорона праці	45
5	Висновки.....	51
6	Список використаних джерел.....	52
	Додатки.....	

ВСТУП

«Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість виготовлення продукції залежить від випереджувального розвитку виробництва нового обладнання, машин, верстатів та апаратів, від всебічного впровадження методів техніко-економічного аналізу.

Одним із чинників які впливають на розвиток країни в цілому, а особливо в теперішній критичний час для України, є машинобудування. Рівень розвитку машинобудування в цілому визначає рівень розвитку будь-якої країни.

Великий вплив на розвиток машинобудування в країні, дає рівень освіти технологів-машинобудівників та рівень освіти в машинобудівних Вузах. Перед технологами-машинобудівниками стоять задачі подальшого підвищення якості машин, зниження трудомісткості, собівартості і матеріалоемності їх виготовлення, впровадження поточних методів роботи, механізацію та автоматизацію виробництва, а також скорочення термінів підготовки виробництва нових об'єктів.

Найбільш раціональним шляхом підвищення рівня виробництва – оптимізація методів вибору заготовок при порівнянні декількох варіантів, використання обладнання з ЧПК, що дає можливість значно зменшити витрати та кількість обладнання, залучити до процесу виробництва меншу кількість робочого персоналу тощо.

Ці методи, дають можливість зменшити вартість, час виготовлення та підвищити якість виробу, що відповідно підіймає рейтинг підприємства не тільки на вітчизняному ринку, але й на міжнародному» [1].

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Стан питання та визначення задач дипломного проектування

«Дипломна бакалаврська робота, відповідно до загальноосвітньої програми підготовки бакалаврів за Галуззю знань – 13 Механічна інженерія, Спеціальністю – 131 Прикладна механіка, являє собою самостійну та логічно завершену роботу на здобуття ступеня бакалавра, галузі технології машинобудування. Для якісного виконання випускної кваліфікаційної роботи претендент ступеня бакалавра в процесі навчання за програмою має освоїти такі компетенції, які закріплюються під час виконання ним випускної кваліфікаційної роботи:

- здатність до саморозвитку, підвищення своєї кваліфікації та майстерності;
- здатність освоювати на практиці та вдосконалювати технології, системи та засоби машинобудівних виробництв;
- здатність брати участь у розробці та впровадженні оптимальних технологій виготовлення машинобудівних виробів;
- здатністю виконувати заходи щодо ефективного використання матеріалів, обладнання, інструментів, технологічного оснащення, засобів автоматизації, алгоритмів та програм вибору та розрахунків параметрів технологічних процесів;
- здатністю вибирати матеріали та обладнання, та інші засоби технологічного оснащення та автоматизації для реалізації виробничих та технологічних процесів;
- здатністю виконувати роботу з визначення відповідності продукції, що випускається вимогам регламентуючої документації;
- здатністю виконувати роботи з доведення та освоєння технологічних процесів, засобів та систем технологічного оснащення, автоматизації

машинобудівних виробництв, управління, контролю, діагностики в ході підготовки виробництва нової продукції, оцінки їх інноваційного потенціалу;

- здатність розробляти плани, програми та методики, інші документи, що входять до складу конструкторської, технологічної та експлуатаційної документації.

Основні завдання при виконанні дипломної роботи бакалавра:

- запропонувати вдосконалений технологічний процес оброблення деталі із застосуванням сучасного обладнання – верстатів з ЧПК;
- провести раціональний вибір методу отримання заготовки;
- провести розрахунки та вибір припусків;
- розрахувати та вибрати різальний інструмент і режими різання;
- провести нормування технологічних операцій механічної обробки;
- спроектувати та провести розрахунки верстатного та контрольного пристрою;
- виконати необхідні графічні матеріали та оформити технологічну документацію;
- навести з точки зору охорони праці необхідні вимоги до безпечної роботи при виконанні технологічного процесу, протипожежної безпеки, безпечним умовам роботи підприємств машинобудівного комплексу» [16].

1.2 Аналіз об'єкту виробництва. Призначення та конструкція деталі

Деталь «корпус 433.01» є базовим елементом вузла установки для електронно-променевого зварювання деталей та призначений для створення вакууму в камері, де здійснюється зварювання.

Деталь корпус є базовою деталлю самого пристрою та на нього встановлюються інші елементи пристрою. Дана деталь відноситься до класу

«корпусів» і вона в основному утворена поверхнями простої форми – плоскі та циліндричні. Складних конструктивних елементів немає (табл. 1, рис.1.1)

Таблиця 1. Елементи корпусу

№ поз.	Назва елементу.	Квалітет точності.	Шорсткість R_a , мкм.	Призначення поверхні.
1.	Різьба (1,2,3)	H6	6.3	Конструктивний елемент допоміжна поверхня
2.	Торець (4)	IT14/2	3.2	Основна поверхня по якій базується захват
3.	Гладка циліндрична поверхня (5)	H7	0.8	Посадочна поверхня
4.	Гладка циліндрична поверхня (6)	H7	0.8	Посадочна поверхня
5.	Фаска (7)	$\pm IT1$ 4/2	6.3	Створення безпечних умов експлуатації пристрою
6.	Отвір циліндричний (8)	$\pm IT14/2$	6.3	Конструктивний елемент
7.	Канавка (9)	IT14/2	1.0	Конструктивний елемент
8.	Контур (10)	$\pm t_4/2$	Rz80	Вільна поверхня (необроблена)
9.	Плоска поверхня (11)	$\pm IT14/2$	3,2	Допоміжна поверхня (конструктивний елемент)
10.	Торець (11)	H14	3.2	Упорна поверхня

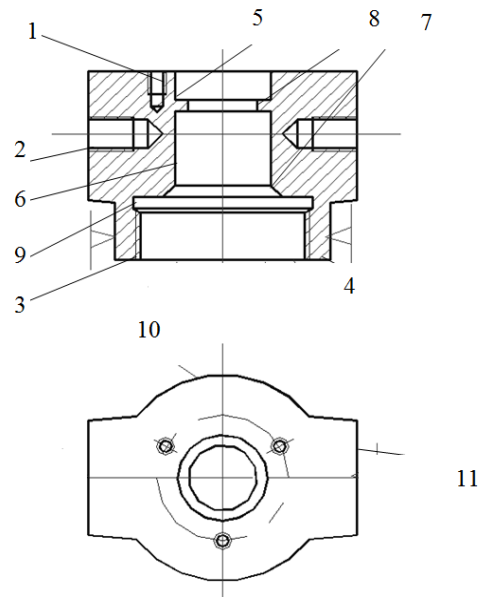


Рисунок 1.1. Елементи деталі

1.3 Шляхи вдосконалення технологічного процесу оброблення деталі корпус

Для обробки деталі «Корпус 433.01», запропоновано використовувати метод концентрації операцій, тобто виконання максимально-можливої кількості переходів за один установ заготовки. Забезпечення виконання даного принципу здійснюється при використанні багатоцільових верстатів з великою кількістю інструментів фірми HAAS (США).

В новому технологічному процесі запропоновано використовувати обробляючий центр фрезерно-розточувальний свердлувальний центр VF1 фірми HAAS (США).



Рисунок 1.1. Загальний вигляд верстата VF-1

«Технічна характеристика верстата VF1

Вісь X, мм	508,
Вісь Y, мм	406.
Вісь Z, мм	508,
Відстань від переднього торця шпинделя до столу (~ макс.), мм	610,
Відстань от переднього торця шпинделя до столу (~ мін.), мм	210,
Максимальна потужність, кВт	22.4,
Максимальна швидкість, об/хв.	8100,
Максимальний крутний момент, Нм	122 при 6000 об/хв.,
Система приводу	nline Direct-Drive,
Конус СТ or BT	40,
Довжина, мм	660,
Ширина, мм	356,
Ширина T- подібних пазів,, мм	16,
Відстань по центру T- подібних пазів, мм	125,
Різання на максимальну глибину, мм/хв.	16.5,
Прискорене переміщення по осі X, Y, Z ,мм/хв.	25,4,
Максимальне осеве зусилля по осі X, Y, Н	11343,
Максимальне осеве зусилля по осі Z, Н	18683,

Максимальний діаметр інструменту), мм

89» [15].

1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Згідно робочого креслення можна сказати про наявність всіх даних для виготовлення деталі.

Для виготовлення корпусу використовуємо Сталь 35Л ДСТУ 7809:2015, що обумовлено необхідністю лиття заготовки в зв'язку з особливістю конструкції «Корпусу».

Оскільки дана деталь не потребує ніяких особливих вимог відносно умов роботи то виходячи з цього на поверхні деталі не призначаємо ніяких високих допусків, а лише на поверхню яка контактує з оправкою втулкою допуск по Н7 з шорсткістю 0.8, а на базову торцеву поверхню призначаємо шорсткість 3.2 та на упорний буртик теж 3.2. На циліндричну базову поверхню, яка контактує з корпусом призначаємо допуск по Н7 та шорсткість 0.8. Отвір для проходу валика обробляється з шорсткістю 3.2 Усі інші поверхні виготовляються по IT14 квалітету та шорсткості 6.3, крім тих які механічно не обробляються.

Таблиця 2.Хімічний склад та механічні властивості Сталь 35Л ДСТУ 7809:2015

C , %	Si , %	Mn , %	Не більше		Ni , %	Cu , %
			S , %	P , %		
3...5	1.5...3.5	>0.03	0.05	0.15	≅0.9	≅0.9
σ_B , Мпа	$\sigma_{міц}$, Мпа	$[\sigma_0]_f$	$[\sigma_{-1}]_f$	$[\sigma_H]$	НВ	$\delta, \%$
<	<	<	<			
200	20	67	44	255-361	170...241	36

1. Якісний аналіз

Дана деталь відноситься до типу «корпусів» і вона в основному утворена поверхнями простої форми за винятком торцевій поверхні, також недоліком є наявність різі вісь якої розміщена під кутом до основної поверхні. З точки зору номенклатури поверхонь, кількість циліндричних поверхонь, зведена до мінімуму, а канавки - стандартизовані. В цілому деталь є дуже проста і не вимагає ніяких складних пристроїв чи верстатів для її виготовлення.

2. Кількісний аналіз.

Коефіцієнт точності.

$$K_{тч.} = 1 - 1/T_{ср.}, \quad (4)$$

$$T_{ср.} = \Sigma T_i / n = 516 / 40 = 12.9$$

$$K_{тч.} = 1 - 1/12.9 = 0.92.$$

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

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{ш} = 1 / Ш_{ср.}, \quad (5)$$

$$Ш_{ср.} = \Sigma R_a / n = 232.5 / 40 = 5.81$$

$$K_{ш} = 1 / 5.81 = 0.17.$$

Так як $K_{ш}$ досить низький то можна сказати, що деталь по $K_{ш}$ є досить технологічна.

1.5 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Враховуючи кількість деталей $N = 10000$ шт./рік., та їх масу $m = 1.47$ кг., то можна прийняти, що деталь виготовляється в середньо серійному виробництві цьому випадку використовуємо поточну форму організації робіт при якій верстати встановлюються згідно техпроцесу механічної обробки.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір заготовки і обґрунтування методу її отримання

Проведемо порівняння двох методів отримання заготовки: литва в кокіль і литва у земляні форми.

1. Литво в кокіль

$$m_{\text{вк}}=1.922 \text{ кг.}$$

2. Литво в земляну форму

$$m_{\text{зф}}=2.208 \text{ кг.}$$

3. Затрати на матеріал для обробки литва по виплавляємо моделям

$$M_2=((C_i/1000) \cdot Q \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi}) - (Q - q) \cdot (S_{\text{від}}/1000), \quad (6)$$

де C_i - базова вартість 1 т. заготовок, $C_i=360$ грн.

$S_{\text{від}}$ - Вартість тони відходів, $S_{\text{від}}=24,8$ грн ,

Q - маса заготовки, $Q=1.922$ кг

q - маса деталі, $q=1,478$ кг

K_T - «коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_T=1$ » [3];

K_c - «коефіцієнт, що залежить від групи складності, $K_c=1$ » [3];

K_B - «коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_B=1$ » [3];

K_M - «коефіцієнт, що залежить від матеріалу деталі, $K_M=1$ » [3];

K_{Π} - «коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва, $K_{\Pi}=1$ » [3].

$$M_2=((360/1000) \cdot 1.922 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) - (1.922 - 1.478) \cdot (28.8/1000) = 0.68$$

грн.

4. Затрати на матеріал при обробці литва в земляну форму

C_i - базова вартість 1 т. заготовок, $C_i=360$ грн.

K_T - «коефіцієнт, що залежить від класу точності, $K_T=1$ » [3];

K_c - «коефіцієнт, що залежить від групи складності, $K_c=1$ » [3];

K_B - «коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_B=1$ » [3];

K_M - «коефіцієнт, що залежить від матеріалу деталі, $K_M=1$ » [3];

K_n - «коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва, $K_n=1$ » [3].

$$M_2 = ((360/1000) \cdot 2.2 \cdot 0.08 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1) - (2.208 - 1.478) \cdot (24.8/1000) = 0.776 \text{ грн.}$$

5. Економічний ефект

$$E = (M_1 - M_2) \cdot N = (0.776 - 0.68) \cdot 10000 = 960 \text{ грн.}$$

Таким чином при використанні литва в кокіль додатково вивільняється 960 грн. в порівнянні з литвом по виплавлюваним моделям. Отже використовуємо метод отримання заготовки литво кокіль

6. Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{B.M.} = q/Q, \quad (7)$$

$$K_{B.M.} = 1.478/1.922 = 0.768$$

2.2 Вибір технологічних баз

При фрезерній обробці з ЧПУ на установі А за базу використовується необроблена зовнішня циліндрична поверхня, та торець. На установі Б за базу використовується оброблена внутрішня циліндрична поверхня та торець який був попередньо оброблений на Установі А.

При фрезеруванні корпусу, як на установі А так і Б, використовується правило 6 - ти точок: Три точки бере на себе база А (установча), дві точки - база Б (направляюча), а одна точка знищується з допомогою сил тертя.

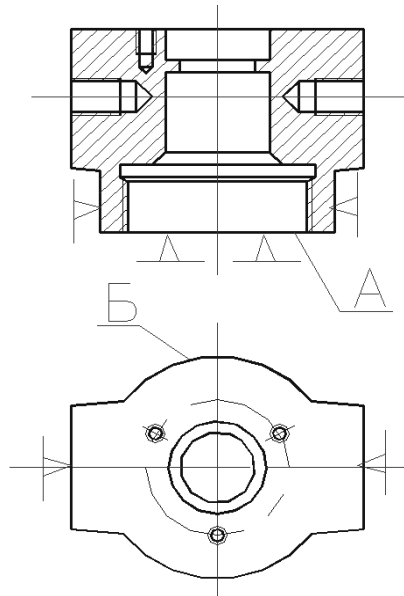


Рисунок 1.4

При подальшій обробці корпусу базується на одному пальцеві. Поверхня фаски є установчою та направляючою, В – опорною.

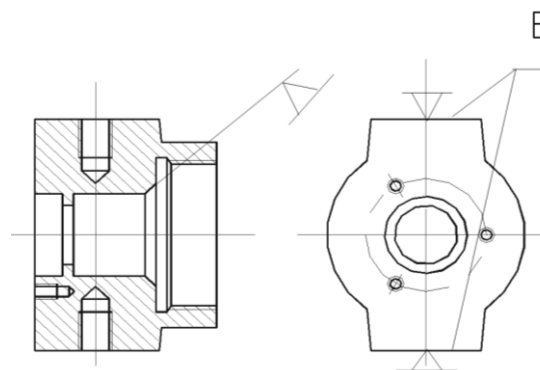


Рисунок 1.5

Таким чином на всіх операціях виконується принцип 6 - ти точок.

2.3 Встановлення планів обробки окремих поверхонь

Плани обробки окремих поверхонь наведено в таблиці 3 та позначення поверхонь на рис. 1.6.

Таблиця 3 Плани обробки окремих поверхонь

№ пов.	Квалітет точності	Шорсткість	План обробки поверхні
1.	$\pm t2 / 2$	3.2	1. Центрувати 2. Свердлити 3. Нарізати різьбу
2.	IT14/2	3.2	1. Чорнове точіння 2. Чистове точіння
3.	H7	0.8	1. Чорнове розточування 2. Чистове розточування 3. Тонке розточування
4.	H7	0,8	1. Чорнове розточування 2. Чистове розточування 3. Тонке розточування
5.	$\pm IT14 / 2$	6.3	Чорнове точіння
6.	H14	6.3	Свердлування. Нарізання різьби
7.	h14	6.3	Чорнове розточування
8.	$\pm t4 / 2$	20	Необроблена поверхня
9.	IT14/2	3.2	1. Чорнове точіння 2. Чистове точіння

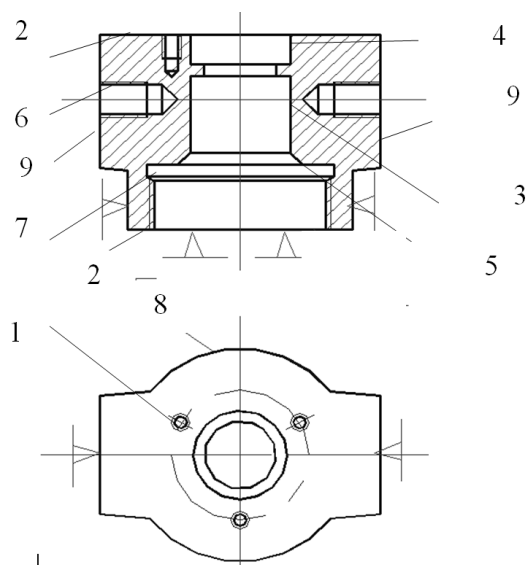


Рисунок 1.6.

2.4 Вибір варіанта технологічного маршруту і його техніко-економічне обґрунтування

«Критерієм оптимальності для вибору технологічного маршруту є мінімум приведених витрат на одиницю продукції.

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

Погодинні приведені витрати визначають для двох операцій, що замінюють одна одну при обробці однієї і тієї ж поверхні, при досягненні одних і тих же параметрів як якісних так і кількісних» [5].

Перший варіант.

000 Заготівельна

005 Токарна з ЧПК

010 Токарна

015 Вертикально-свердлувальна з ЧПК

020 Вертикально-свердлувальна з ЧПК

Другий варіант.

000 Заготівельна

005 Токарна з ЧПК

010 Токарна

015 Вертикально-свердлувальна

020 Радіально-свердлувальна

Порівняння даних двох технологічних процесів буде здійснюватись на основі порівняння двох операцій 025 на якій свердлування отвору буде йти двома різними методами, по першому варіанту на верстаті 2Н135Ф2, а по другому - на верстаті 2Л53У.

«Перший варіант.

$$C_{п.в.} = C_3 + C_{ч.з} + E_n(K_c + K_3), \quad (8)$$

де $C_{п.в.}$ - годині приведені втрати, коп./год.

C_3 - основна та допоміжна ЗП, коп./год.

$C_{ч.з}$ - годині втрати на експлуатацію робочого місця, коп./год.

E_n - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладів,

$$E_n = 0.15 \quad [5]$$

K_c, K_3 - питомі години капітальних вкладів відповідно в верстат та в будову, коп./год.

$$C_3 = \varepsilon C_{т.ф.} \cdot k \cdot y, \quad (9)$$

де ε - коефіцієнт, що враховує додаткову ЗП рівну 9%, що нарахована на соціальне страхування 7.6% та приробинок до основної ЗП в результаті перевиконань норм на 30%, $\varepsilon = 1.53$ » [5].

$C_{т.ф.}$ - година тарифна ставка верстатника відповідного розряду,

$$C_{т.ф.} = 54.8 \text{ коп./год.}, [5]$$

k - коефіцієнт, що враховує ЗП наладчика, $k = 1$, [5].

y - коефіцієнт, що враховує оплату робітника при багатOVERстатному обслуговуванню, $y = 0.48$, [5].

$$C_3 = 1.53 \cdot 54.8 \cdot 1 \cdot 0.48 = 40.2 \text{ коп./год.}$$

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{б.п} \cdot k_m, \quad (10)$$

де $C_{ч.з.}$ - практичні години затрати на базовому робочому місці, коп./год.,

$$C_{ч.з.}^{б.п} = 36.3 \text{ коп./год.}$$

k_m - коефіцієнт, що враховує в скільки разів затрати пов'язані з даною роботою верстата більші аналогічним витратам в базового верстата, $k_m = 1.1$ » [5].

$$C_{ч.з.} = 36.3 \cdot 1.1 = 40 \text{ коп./год.}$$

$$K_c = (Ц \cdot 100) / (F_d \cdot \eta_3), \quad (11)$$

де Ц- «балансова вартість верстата», Ц=7040 грн.,»[5].

F_d - дійсний річний фонд часу, $F_d=2030$ год.

η_3 - «коефіцієнт завантаження верстата, $\eta_3=0.8$ »[5].

$$K_c = (7040 \cdot 100) / (2030 \cdot 0.8) = 433 \text{ коп./год.}$$

$$K_3 = (F \cdot 78.4 \cdot 100) / (F_d \cdot \eta_3), \quad (12)$$

де F- «виробнича площа, що займає верстат з урахуванням проходів, m^2 ,

$$F = F_v \cdot k_v, \quad (13)$$

де F_v -площа, яку займає верстат, m^2 , $F_v=5.1$ » [2].

k_v - «коефіцієнт, що враховує додаткову виробничу площу проходів, $k_v=2.5$ » [5].

$$F = 5.1 \cdot 2.5 = 12.8 \text{ м}^2.$$

$$K_3 = (12.8 \cdot 78.4 \cdot 100) / (2030 \cdot 0.8) = 62 \text{ коп./год.}$$

$$C_{п.в1} = 40.2 + 40 + 0.15 \cdot (433 + 62) = 154.5 \text{ коп./год.}$$

Другий варіант.

$$C_{т.ф.} = 60.6 \text{ коп./год.}, [5]$$

$$y = 1, [5].$$

$$C_3 = 1.53 \cdot 60.6 \cdot 1 \cdot 1 = 92.8 \text{ коп./год.}$$

$$k_m = 1.6, [5].$$

$$C_{ч.з.} = 36.3 \cdot 1.6 = 58.1 \text{ коп./год.}$$

$$Ц = 5530 \text{ грн.}, [5].$$

$$K_c = (5530 \cdot 100) / (2030 \cdot 0.8) = 340 \text{ коп./год.}$$

$$F_B=7.9 \text{ м}^2, [5].$$

$$K_B=2.5, [5].$$

$$F=7.9 \cdot 2.5=19.75 \text{ м}^2.$$

$$K_3=(19.75 \cdot 78.4 \cdot 100)/(2030 \cdot 0.8)=95.3 \text{ коп./год.}$$

$$C_{п.в2}=92.7+58.1+0.15 \cdot (340+95.3)=216.2 \text{ коп./год.}$$

Отже, враховуючи те, що $C_{п.в2}=216.2 > C_{п.в1}=154.5$ то приймаємо операцію 025 вертикально-свердловальну з ЧПК.

2.5 Розрахунок припусків

2.5.1 Аналітичний розрахунок припуску на поверхню $\varnothing 32H7$.

Проведемо розрахунок припусків на поверхню $\varnothing 32H7$.

1. Розрахунок і вибір величини елементів припуску на заготовку

$$R_{z0} + h_0 = 400 \text{ мкм.}, [1]$$

$$\varepsilon_y = 0$$

$$\Delta K = 0.8, [1]$$

$$\Delta \Sigma_0 = 0.8 \cdot 36 = 28,8 \text{ мкм.}$$

2. Розрахунок і вибір величини елементів припуску на чорнове розточування

$$R_z = 63 \text{ мкм.}, [1]$$

$$h = 60 \text{ мкм.}, [1]$$

$$\varepsilon_y = 600,$$

$$\Delta \Sigma_1 = \Delta \Sigma_0 \cdot K_y,$$

де $K_y = 0.05, [1]$

$$\Delta \Sigma_{р.чор.} = 28,8 \cdot 0.05 = 1,44 \text{ мкм.}$$

3. Розрахунок і вибір величини елементів припуску на чистове розточування

$$R_z=30 \text{ мкм.}, [1]$$

$$h=0 \text{ мкм.}, [1]$$

$$\Delta\Sigma_2=1,44 \cdot 0.06 = 0.08 \text{ мкм}$$

Приймаємо $\Delta\Sigma_2=0$

$$\varepsilon_y=600 \cdot 0.06=36 \text{ мкм.}$$

4. Розрахунок і вибір величини елементів припуску на тонке розточування

$$R_z=3 \text{ мкм.}, [1]$$

$$h=0 \text{ мкм.}, [1]$$

$$\Delta\Sigma_3=0 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{y.t.чист.} \cdot K_y = 36 \cdot 0.05 = 1.8 \text{ мкм.}$$

Приймаємо $\varepsilon_y=2 \text{ мкм}$

7. «Розрахунок мінімальних припусків ведемо за формулою» [1]:

$$2Z_{i-1} = 2(R_{zi} + h_{i-1} + \sqrt{\varepsilon^2 + \Delta\Sigma^2}). \quad (14)$$

$$2Z_{1min} = 2(500 + \sqrt{1.44^2 + 600^2}) = 2202 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{2min} = 2(63 + 60 + \sqrt{0.08^2 + 36^2}) = 318 \text{ мкм.}$$

$$2Z_{3min} = 2(30 + 0 + \sqrt{0^2 + 1.8^2}) = 64 \text{ мкм}$$

8. Визначення загальних припусків

$$2Z_{omin} = 2.24 + 0.326 + 0.064 = 2.63 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\text{оmax}} = 2.85 + 0.442 + 0.108 = 3.4 \text{ мм}$$

9. Перевірка

$$2Z_{\text{оmax}} - 2Z_{\text{оmin}} = 3.4 - 2.63 = 0.77 \text{ мм.}$$

$$T_3 - T_d = 0.8 - 0.03 = 0.77 \text{ мм.}$$

Так як $T_3 - T_d = 2Z_{\text{оmax}} - 2Z_{\text{оmin}}$, то розрахунки виконані вірно.

10. Розрахунковий розмір

$$32\text{H7} \left(\begin{array}{c} +0.03 \\ +0 \end{array} \right); 32.03 \text{ мм.}$$

Заготовка має такі відхилення: (± 0.4)

11. Визначення номінального припуску

$$2Z_{\text{ном.}} = 2Z_{\text{оmin}} + B_3 + B_d = 2.63 + 0.4 + 0.03 = 3.06 \text{ мм.}$$

12. Визначення розрахункових розмірів

а) Після кінцевого розточування

$$H_1 = 32.03 \text{ мм.}$$

б) Після чистового розточування

$$H_2 = H_1 - 2Z_{\text{mini}} = 32.03 - 0.064 = 32.966 \text{ мм.}$$

в) Після чорнового чистового

$$H_3 = H_2 - 2Z_{\text{mini}} = 32.966 - 0.318 = 32.648 \text{ мм.}$$

Створюємо схему розміщення припусків та допусків, яка показана на рис.1.7.

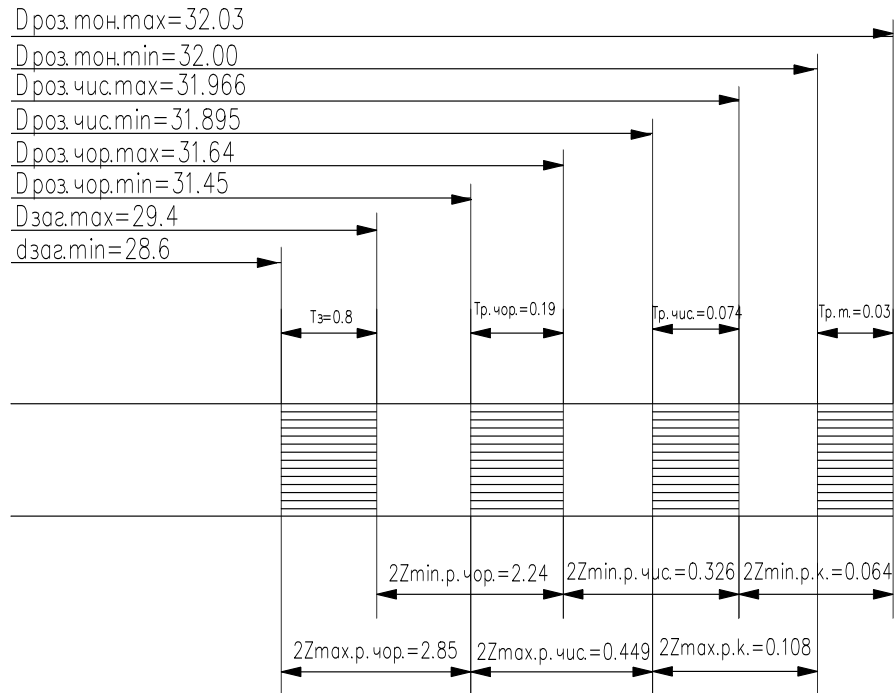


Рисунок 1.7. Схема припусків та допусків на обробку поверхні $\text{Ø}32\text{H}7$

Розраховані припуски зведені в таблицю 4

Таблиця 4 Розрахунок припусків на обробку поверхні $\text{Ø}32\text{H}7$

Маршрут обробки	Елементи припуску				Мін. Припуск	Розрах. розмір, м	Допуск T , мкм.	Граничні розміри, мм.		Граничні припуски, мм.	
	R_{zi-1}	h_{i-1}	$\Delta\Sigma_{i-1}$	ε_{yi-1}				$2Z_{\text{мін}}$, мкм	$D_{\text{мін}}$	$D_{\text{мах}}$	$Z_{\text{мін}}$
Поверхні $\text{Ø}32\text{H}7$											
Заготовка	400		70	0		29.44	800	28.6	29.4		
Чорн. розточ.	63	60	3.5	600	2202	31.648	190	31.45	31.64	2.24	2.85
Чист. розточ.	30	30	0	36	318	31.966	74	31.892	31.966	0.326	0.442
Тонке. розточ.	3	0	0	2	64	32.03	30	32.0	32.03	0.064	0.108

1.5.2 Табличний метод призначення припусків

Припуски, які призначено на інші поверхні, наведено в таблиці 5

Таблиця 5 Зведена таблиця припусків на інші поверхні

Поверхня	Маршрут	Шорсткість	Припуск на поверхню	Розмір з допуском	Кількість проходів
66H14	Заготовка	Rz80		60(±0.4)	
	Підрізання чорнове	Ra6.3	5.6	66.4(±0.3)	2
	Підрізання чистове	Ra3.2	0.4	66H14	2
90H14	Заготовка	Rz80		95(±0.4)	
	Фрезерування чорнове	Ra6.3	4.6	90.4(±0.3)	2
	Фрезерування чистове	Ra3.2	0.4	90H14	2
Ø32H7	Заготовка	Rz80	3 мм	28.5(±0.4)	
	Розточ.чор	Ra3.2	0.4 мм	31.5(+190) ₀	1
	Розточ.чист	Ra2.5	0.1 мм	31.9(+79) ₀	1
	Розточ.тон	Ra1.0		32H7 (+30) ₀	1

2.6 Розробка технологічних операцій механічної обробки

Розробку технологічних операцій механічної обробки зводимо в таблицю 6.

Таблиця 6 Операції механічної обробки

№ опер.	Маршрут Обробки	Верстат	Інструмент		Пристрій
			Різальний	Контор.	
005	Вертикально фрезерна Установити, закріпити, зняти Фрезерувати торці з перестановкою у р-р 90 мм начорно, начисто	6P12	Фреза торцева BK6	Штангенцир -куль ШЦ-1-125-0.05	Лещата

Закінчення таблиці 6

010	Токарна А Установити, закріпити, зняти 1.Підрізати торець 44мм Розточити деталь начорно Ø32мм на L=10мм 2.Розточити виточку однократно Ø23 на L=5мм	16K20Ф3	Різець упорний ВК6; Різець розточувальний з твердосплавною пластиною ВК6	Штангенцир -куль ШЦ-1-125- 0.05 Шаблони Калібр- пробки	Пристрій 4-х Кулачковий патрон
015	Токарна А 1. Підрізати торець до 66 мм 2.Розточити отв. Ø 32 однократно на L=40мм 3.Точити пов. Ø55мм на L=1,55мм. 4.Нарізати різьбу М56	16K20Ф3	Різець упорний ВК6; Різець розточувальний з твердосплавною пластиною ВК6 Різець різьбовий ВК6	Штангенцир -куль ШЦ-1-125- 0.05	Пристрій 4-х Кулачковий патрон
020	Вертикально- свердлувальна А 1.Свердлувати 2-отв Ø7.2мм на L=15мм 2.Нарізати різьбу М8 на L=10мм	VF-1	Свердло центрувальне двостороннє 3 Р6М5 Свердло Ø7.2мм спіральне 3 конічним хвостовиком 3 Р6М5 Мітчик машинний М8	Штангенцир -куль ШЦ-1-125- 0.05 Калібри	Пристрій спеціальний верстатній
025	Вертикально- свердлувальна 1.Свердлувати 3-отв Ø 5,2мм на L=15мм 2.Нарізати різьбу М6 на L=10мм 3. Свердлувати отв. Ø 2мм	2P135Ф2	Свердло центрувальне двостороннє 3 Р6М5 Свердло Ø5.2, 2 мм., спіральне з конічним хвостовиком 3 Р6М5 Мітчик машинний М6	Штангенцир -куль ШЦ-1-125- 0.05	Пристрій спеціальний верстатній

2.7 Призначення режимів різання

2.7.1 Аналітичним методом

Проведемо розрахунок режимів різання на розточування поверхні $\varnothing 30$.

1. Вибір інструмента

Вибираємо різець з пластинами із твердого сплаву Т15К6

$\varphi=93^\circ; \alpha=6^\circ$; [6]

$\varphi_1=10^\circ; \lambda=2^\circ; r=0.4 \text{ мм}; \gamma=10^\circ$ [6]

2. Глибина різання

$t=0,4 \text{ мм}$.

3. Подача

$S=0.4-0.5 \text{ мм/об}$.

Приймаємо $S=0.5 \text{ мм/об}$ згідно паспорта верстата.

4. «Швидкість різання

$$V=K_v/(T^m t^x S^y) \cdot K_v \quad (15)$$

де C_v, m, x, y - зміні параметри; $C_v=350, x=0.15, y=0.35, m=0.2$ [6]

T -стійкість різця, $T=60 \text{ хв}$.

K_v - поправочний коефіцієнт

$$K_v=K_{mv} K_{nv} K_{iv}, \quad (16)$$

де K_{nv} - коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні деталі, $K_{nv}=1$ [6]

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструмента, $K_{iv}=1$ [6]

K_{MV} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки

$$K_{MV} = (750/\sigma_B)^{n_V}, \quad (17)$$

де n_V - коефіцієнти; $n_V=1$ » [6].

$$K_{MV} = (750/600)^1 = 1.25$$

$$K_{MV} = 1.25 \cdot 1 \cdot 1 = 1.25$$

$$V = 350 / (60^{0.2} \cdot 0.4^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}) = 181 \text{ м/хв.}$$

5. Частота обертання шпинделя

$$n = (1000 V) / (\pi d) = (1000 \cdot 181) / (3.14 \cdot 30) = 1540 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо 1500 об/хв. згідно паспорта верстата

$$V = 3.14 \cdot 30 \cdot 1500 / 1000 = 150 \text{ м/хв.}$$

6. «Визначення сили різання

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p, \quad (18)$$

де C_p, x, y, n - зміні параметри, $C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0.75$, $n = -0.15$ [6]

K_p - поправочний коефіцієнт

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp}, \quad (19)$$

де K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} - коефіцієнти, що враховують якість обробленої поверхні,

$$K_{\text{фр}}=0.65, K_{\text{гр}}=1, K_{\lambda p}=1, K_{\text{гр}}=1;$$

$K_{\text{мр}}$ - коефіцієнт, що враховує якість обробленої поверхні» [6]:

$$K_{\text{мр}}=(750/600)^{V_n}, \quad (20)$$

$$K_{\text{мр}} = (750/600)^{0.4}=0.93$$

$$K_p = 0.65 \cdot 0.93 \cdot 1=0.6$$

$$P_z=10 \cdot 300 \cdot 0.4^1 \cdot 0.5^{0.75} \cdot 150^{-0.15} \cdot 0.6=202 \text{ Н.}$$

7. Потужність різання

$$N_p=(P_z \cdot V)/(1020 \cdot 60)=(202 \cdot 150)/(1020 \cdot 60) = 0.5 \text{ кВт.}$$

8. Перевірка можливості обробки на верстаті 16К20Ф3.

$$N_{\text{шп}} \geq N_p$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 11 \cdot 0.85 = 9.4 \text{ кВт.}$$

Так як $N_{\text{шп}} = 9.4 \text{ кВт} > N_p=0.78 \text{ кВт}$ то обробка на даному верстаті
МОЖЛИВА.

9. Час обробки

$$t = (L+\Delta+Y) \cdot i / (S_o \cdot n), \quad (21)$$

де Δ - величина врізання, $\Delta = 2 \text{ мм.}$

Y - величина перебігу, $Y = 1 \text{ мм.}$

L - довжина обробки, $L = 26 \text{ мм.}$

i - кількість переходів, $i = 1$

$$t = (26+1+2) \cdot 1 / (0.3 \cdot 1200) = 0,08 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання на свердлування отвору 7,2 мм.

1. Вибір інструменту

Використовуємо свердло спіральне з циліндричним хвостовиком із Р6М5

2. Глибина різання

$$t = 0.5D = 0.5 \cdot 7,2 = 3,6 \text{ мм}$$

3. Подача

$$S = 0.25 \text{ мм/об}$$

4. «Швидкість»

$$V = (C_v \cdot D^q / T^m \cdot S^y) \cdot K_v \quad (22)$$

де K_v – поправочний коефіцієнт, $K_v=1.5$,

$$C_v = 9.8, q = 0.4, m = 0.2, y = 0.5$$

$$D=10,$$

$$T=20,$$

$$S=0.25 \text{ мм/об} \text{ [6].}$$

$$V = 9.8 \cdot 7,2^{0.4} / 20^{0.2} \cdot 0.25^{0.5} = 20 \text{ м/хв.}$$

$$n = 1000 \cdot V / 3.14 \cdot D$$

$$n = 1000 \cdot 20 / 3.14 \cdot 7,2 = 884 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n = 500$ об/хв. по паспорту верстата.

«Крутний момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де $C_m = 0.0345$, $q = 2$, $y = 0.8$, $K_p = 0.2.6$ » [6].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.03 \cdot 7,2^2 \cdot 0.7 \cdot 0.2 = 2.1 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

5. «Осьова сила різання

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

де $K_p = 0.2$, $S = 0.25$, $D = 7,2$, $C_p = 68$, $q = 1$, $y = 0.7$ » [6].

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 7,2^1 \cdot 0.7 \cdot 0.2 = 685 \text{ Н}$$

6. «Потужність при обробці

$$N_E = M_{кр} \cdot n / 9750 \text{» [6].} \quad (23)$$

$$N_E = 2,1 \cdot 500 / 9750 = 0.1 \text{ кВт.}$$

7. Час обробки

$$t = (L + y + \Delta) \cdot i / (S \cdot n), \quad (24)$$

де $L = 15 \text{ мм}$

$y = 1 \text{ мм}$

$\Delta = 2 \text{ мм}$

$$t = (15 + 1 + 2) / (0.2 \cdot 500) = 0.18 \text{ хв.}$$

2.7.2 Вибір режимів різання на інші операції по таблицям нормативів

Усі інші режими розраховуються табличним методом і результати зводяться в таблицю 7

Таблиця 7 Режими різання

Назва переходу	Sz, мм/зуб	t, мм	So, мм/об	Sxв, мм/х в	V, м/хв	n, об/хв	Pz, Н	Np/Nв	T,хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005 Вертикально-фрезерна Фрезерувати торці з перестановкою у р-р 90 мм начорно, начисто	0,3 0,1	2 0,3	0,22 0,1	460 640	96 110	240 420	300 200	0.6/4 0.3/4	0.6 1.0
010 Токарна Установ А 1. Підрізати торець з Ø44мм до Ø36мм 2. Розточити деталь начорно 3. Розточити виточку однократно	- - -	1.6 0.2 0,2	1.2 0,15 0,15	- - -	125 198 198	630 1250 1250	342 810 810	2.6/11 1.6/11 1.6/11	0,1 0.75 0.75
015 Токарна 1. Підрізати торець з Ø50мм до Ø30мм 2.Розточити отв. Ø 30 трикратно на L=40мм	- -	2.1 0.2	1.2 0,15	- -	125 198	630 1250	342 810	2.6/11 1.6/11	0.1 1.2
020 Вертикально-свердлувальна 1.Свердлити 2 отвори 7,2. 2. Нарізати різьбу М8 у двох отворах	- -	3.6 1.5	0.2 1.5	- -	20 9	500 60	685 34	0.1/4. 0.09/4.	0.52 0.64
025 Вертикально-свердлувальна 1.Свердлити 3 отвори 5,2. 2. Нарізати різьбу М6 у двох отворах 3. Свердлувати отв. Ø 2мм	- - -	2.6 1 1	0.1 1 0,22	- - -	25 7.8	1200 60	153 21	0.01/4. 0.17/4.	0.06 0.25

2.8 Технічне нормування операцій технологічного процесу

Одна операція, а саме 005 розраховується і приводиться в записці, а інші розраховуються і результати зводяться в таблицю 8.

«В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу, $T_{ш.к.}$

$$T_{ш.к.} = (T_{п.з.}/n) + T_{шт.}, \quad (25)$$

$$T_{шт.} = T_o + T_d + T_{об} + T_{від}, \quad (26)$$

де $T_{шт.}$ - штучний час обробки деталі, хв.

$T_{п.з.}$ - підготовчо-заклучний час на обробку, хв.

n - кількість деталей в партії, що налагоджується.

T_o - основний час обробки, хв.

T_d - допоміжний час обробки, хв.

$T_{об}$ - час на обслуговування робочого місця, хв.

$T_{від}$ - час відпочинку, хв.» [7].

$$T_o = 1.6 \text{ хв.}$$

$$T_v = T_{вст} + T_{з.о} + T_{кер} + T_{вим}, \quad (27)$$

де « $T_{вст}$ - час встановлення та зняття деталі, хв.

$T_{з.о}$ - час на закріплення та відкріплення деталі, хв.

$T_{кер}$ - час на керування верстатом, хв.

$T_{вим}$ - час на вимірювання деталі, хв.» [7].

$$T_{вст} = 0.1 \cdot 1.85 = 0.185 \text{ хв.}, [7]$$

$$T_{кер} = (0.01 + 0.035 + 0.05 + 0.04 \cdot 4) \cdot 1.85 = 0.47 \text{ хв.}, [7]$$

$$T_{з.о.} = 0.02 \text{ хв.}, [7]$$

$$T_{вим} = (0.16 + 0.18) \cdot 1.85 = 0.63 \text{ хв.}$$

$$T_B = 0.185 + 0.47 + 0.024 + 0.63 = 1.31 \text{ хв.}$$

«де 1.85-поправочний коефіцієнт, що враховує тип виробництва - багатосерійний» [7].

$$T_{об} + T_{від} = P_{об.від} ((T_o + T_B)/100), \quad (28)$$

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

$$P_{об.від} = 6 \%, [7]$$

$$T_{об} + T_{від} = 6 (1.6 + 1.31)/100 = 0.18 \text{ хв.}$$

$$T_{шт.} = 1.6 + 1.31 + 0.18 = 3.09 \text{ хв.}$$

$$T_{п.з.} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ хв.} \gg [7].$$

$$n = (N a)/254, \quad (29)$$

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

$$n = (10000 \cdot 12)/254 = 803 \text{ шт.}$$

Виконуємо корегування, яке полягає в визначенні числа змін та партій деталей за зміну.

$$C = (T_{шт} n_p)/(476 \cdot 0.8) = (3.09 \cdot 803)/(476 \cdot 0.8) = 6.5$$

Приймаємо $C_{пр} = 2$ зміни.

$$n_{пр} = (476 \cdot 0.8 \cdot C_{пр})/T_{шт} = (476 \cdot 0.8 \cdot 2)/3.09 = 246 \text{ дет.}$$

Тоді

$$T_{шт.к}=(23/246)+3.09=3.18 \text{ хв.}$$

Таблиця 8 Нормування технологічного процесу

№ оп.	То	Твст	Тз	Ткер	Твим	Тдоп	Тоб+Твід	Тшт	Тп.з	Тшт.к
010	1,6	0.185	0.02	0,47	0,63	1,31	0,18	3,09	23	3,18
015	1.296	0.068	0.062	0.47	2.22	2.82	0.226	4.342	7	4.356
020	1.116	0.063	0,044	0.39	1.16	1.657	0.152	2.925	11	2.948
025	0.312	0.058	0,085	0.129	0.55	0.822	0.068	1.202	20	1.244

2.9 Оформлення технологічної документації

«В роботі для оформлення розроблених технологічних процесів використовуються наступні види технологічних документів загального і спеціального призначення по ДСТУ БА.4-4:2009.

Маршрутна карта МК – документ, який містить опис технологічного процесу виготовлення деталі, включаючи контроль і переміщення, по всім операціям різних видів в технологічній послідовності з вказівкою даних про обладнання, оснастку, матеріальні і трудові нормативи.

Операційна карта ОК – описання технологічної операції з вказівкою переходів, режимів обробки і даних про технологічне оснащення.

Карта ескізів КЕ – ескізи, схеми і таблиці, які необхідні для виконання технологічного процесу, операції або переходу виготовлення виробу, включаючи контроль і переміщення.

Заповнення маршрутних, операційних карт механічно обробки, слюсарних, електромонтажних робіт та інших документів виконується у відповідності до загальних вимог» [1].

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування верстатного пристрою для свердлування отворів

Згідно із завданням необхідно спроектувати верстатний пристрій для свердлування отворів на 020 операції.

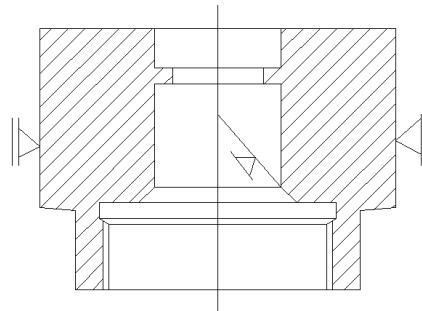


Рисунок 3.1. Схема базування

3.1.2 Вибір установочних елементів пристрою

В якості установочних елементів використовуємо гладку циліндричну поверхню - палець на який деталь встановлюється фаскою отвору $\text{Ø}32\text{H}7$, а базовим торцем деталь встановлюється на плиту і закріплюється прихватом.

3.1.3 Розрахунок точності обробки

«Допустима похибка обробки

$$\Delta_{\text{дон}} = T - k w, \quad (3.1)$$

де T - допуск на відповідний розмір, $T = 0.12 \text{ мм}$

k - поправочний коефіцієнт, $k = 1.2$

w - похибка верстата, $w = 0.02 \text{ мм}$

Похибка установки деталі в пристрої

$$\varepsilon_y = \sqrt{\xi_\delta^2 + \xi_3^2 + \xi_{\text{пр}}^2}, \quad (3.2)$$

де ξ_δ - похибка базування;

$$\xi_\delta = 0.5 \cdot T_d (1/\sin\alpha - 1) = 0.5 \cdot 0.12 (1/\sin 45 - 1) = 0.02 \text{ мм.};$$

ξ_3 - похибка закріплення, $\xi_3 = 0.012 \text{ мм.}$ » [8];

$\xi_{\text{пр}}$ - похибка пристрою.

$$\xi_{\text{пр}} = (1/4 \dots 1/10) T_d = (1/4 \dots 1/10) 0.3 = (0.075 \dots 0.03) \text{ мм.}$$

Приймаємо $\xi_{\text{пр}} = 0.03$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0.02^2 + 0.012^2 + 0.03^2} = 0.038$$

$$\Delta_{\text{доп}} = 0.12 - 1.2 \cdot 0.02 = 0,096 \text{ мм.}$$

Так як $\Delta_{\text{доп}} > \varepsilon_y$ то пристрій з конструйовано вірно.

3.1.4 Розрахунок сили закріплення деталі

При виконанні операції свердлування та нарізання різьби у трьох отворах найбільший вплив на заготовку буде при свердлуванні отвору, тому силу затиску розраховуємо за режимами свердлування.

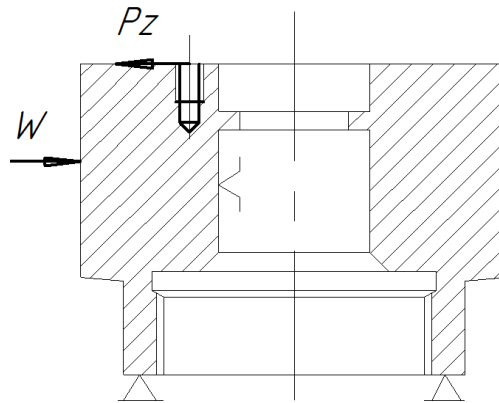


Рисунок 3.2. Схема базування та дії сил на заготовку

«Розрахунок сили закріплення проводимо за умови, що заготовка повинна знаходитися у рівновазі під дією усіх сил, що на неї діють» [8].

$$Pzk = W .$$

$$\text{де } Pz = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{V} = \frac{0,1 \cdot 1020 \cdot 60}{20} = 306H .$$

$$\text{Тоді отримаємо силу затиску } W = 306 \cdot 1,5 = 459H .$$

3.1.5 Розрахунок силового приводу пристрою

Застосуємо для затиску заготовки два пневмоциліндра, згідно схеми закріплення.

Робоча порожнина поршнева та зусилля напряму передається заготовці штокком тому розміри приводу розраховуємо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}} , \quad (3.3)$$

де D - діаметр поршня пневмоциліндра;

p - тиск робочого середовища в системі приймаємо $p = 0,40 \text{ МПа}$.

η - коефіцієнт корисної дії приводу, $\eta = 0,85 \dots 0,95$, приймаємо $\eta = 0,9$.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 459}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 40 \text{ мм.} \quad (3.4)$$

Згідно [8] нормального ряду діаметрів, приймаємо діаметр поршня пневмоциліндра $D=100$ мм, що може забезпечувати утримання заготовки інших параметрів та розмірів, тобто пристрій може бути переналагоджено на інші заготовки.

Визначаємо дійсну силу на штокові циліндра при максимальному тиску $p = 0,6$ МПа:

$$Q = \frac{\pi \cdot 100^2}{4} \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 4239 \text{ Н.}$$

3.1.6 Розрахунок на міцність елемента пристрою

Розрахунку підлягає різьбове з'єднання. Розрахунок ведемо за формулою:

$$d = \sqrt{4Q / (\pi\sigma)}, \quad (3.5)$$

де Q - сила що діє на болт $Q=4239$ Н

σ - допустиме значення межі текучості для болта (матеріал болта Сталь 35) $\sigma=120$ Н/мм. [10].

$$d = \sqrt{4 \cdot 4239 / (120 \cdot 3,14)} = 6,7 \text{ мм}$$

3.2 Проектування контрольного пристрою

3.2.1 Технічні умови та вимоги креслення, що підлягають контролю

Для даної деталі, згідно технічних вимог на кресленні, необхідно контролювати не перпендикулярність торця відносно осі отвору.

3.2.2 Вибір схеми контролю заданого параметру

Згідно рекомендацій, вибираємо наступну схему контролю. Схема зображена на рис. 3.4.

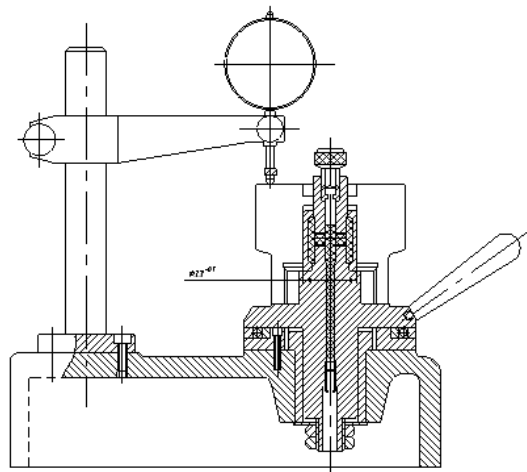


Рисунок 3.4. Схема контролю заданого параметру

3.2.3 Розрахунок пристрою на точність

Згідно вимог до точності контрольних пристроїв у широкому машинобудуванні допустима точність пристрою береться з похибкою до 30%.

$$\xi_{\text{пр. доп.}} = 0,3T, \quad (3.6)$$

де T -допуск вимірювання, $T=0.05$ мм.

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{вим}^2} \quad (3.7)$$

де ξ_{δ} - «похибка базування, $\xi_{\delta}=0$

ξ_3 - похибка закріплення, $\xi_3=0$

$\xi_{вим}$ - похибка вимірювального пристрою» [8].

Приймаємо $\xi_{пр}=0.01$ Отже вибираємо індикатор годинникового типу ИЧ з ціною поділки 0.01 мм. та похибкою вимірювання 0.008 мм по ГОСТ 868-82.

$$\Delta_{пр. доп.} = 0,3 \cdot 0,05 = 0,015 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{вим}^2} = 0,01 \text{ мм.}$$

Перевіряємо умову

$$0,01 < 0,015$$

Умова виконується, точність вимірювання забезпечується.

3.2.4 Принцип роботи пристрою

Один різьбовий отвір деталі вгвинчується в пристрій, а на другий отвір вгвинчуємо шаблон. Налагоджуємо індикатор на поверхню (створюємо попередній натяг) і обертаючи корпус поступово фіксуємо покази індикатора.

4 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату

«Нормалізація параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів колективного захисту, які включають будівельно-планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні, технічні та інші. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту.

Розглянемо основні заходи та засоби, які використовуються на виробництві.

Удосконалення технологічних процесів та устаткування. Впровадження нових технологій та устаткування, які не пов'язані з необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення. Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу - холодним, нагрів полум'ям - індуктивним, горнових печей - тунельними тощо.

Раціональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі й в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення обладнання, що виділяє тепло в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках» [13,14].

«Автоматизація та дистанційне керування технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі чинники (наприклад автоматизоване завантаження печей у металургії, управління розливом сталі тощо).

Раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря. Вони є найбільш поширеними способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душення широко використовується для запобігання перегрівання робітників у гарячих цехах.

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надтогабаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш раціональним варіантом у цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих дільниць. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштування повітряних і повітряно-теплових завіс на дверях і воротах» [13,14].

«Раціоналізація режимів праці та відпочинку досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку - охолоджувальні альтанки, де засобами вентиляції забезпечують нормальні температурні умови.

Для робітників, що працюють на відкритому повітрі зимою, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів. Як теплоізоляційні матеріали широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт та ін.

На виробництві застосовують також захисні екрани для огороження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом дії теплозахисні екрани поділяються на:

- тепловідбивні (поліровані або покриті білою фарбою металеві листи, загартоване скло з плівковим покриттям, металізовані тканини, плівковий матеріал);

- теплопоглинальні (металеві листи та коробки з теплоізоляцією, загартоване силікатне органічне скло та ін.);
- тепловідвідні (водяні завіси та металеві листи або сітки, з яких стікає вода);
- комбіновані» [13,14].

«Використання засобів індивідуального захисту. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний покрій. Для роботи в екстремальних умовах (наприклад, при пожежі) застосовують спеціальні костюми з металізованої тканини. Для захисту голови від теплового опромінення застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; очей — окуляри (темні, або з прозорим шаром металу); обличчя - маски з відкидним прозорим екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів - плащів та гумових чобіт» [13,14].

4.2 Забруднення повітря виробничих приміщень та вплив шкідливих речовин на організм людини

«Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах. *Шкідлива речовина* - це речовина, що контактуючи з організмом людини, може викликати захворювання чи відхилення у стані здоров'я як під час впливу речовини, так і в подальший період життя теперішнього і наступних поколінь.

Шкідливі речовини можуть потрапити в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні

шляхи потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, а через шкіру - переважно рідини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання, або при внесенні їх у рот забрудненими руками.

Основним шляхом, яким найчастіше потрапляють промислові шкідливі речовини в організм людини є дихальні шляхи. Завдяки величезній (понад 90 м²) всмоктувальній поверхні легень утворюються сприятливі умови для надходження шкідливих речовин у кров, якою вони розносяться по всьому організму. Слід зазначити, що ураження шкіри (порізи, рани) прискорюють потрапляння шкідливих речовин у організм людини» [13,14].

«Шкідливі речовини, що потрапили тим, чи іншим шляхом у організм можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь отруєння залежить від токсичності речовин, їх кількості, часу дії, шляху, яким вони потрапили в організм, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму та ін. Гострі отруєння виникають у результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин (чадний газ, метан, сірководень тощо). Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин (свинець, ртуть, марганець тощо). Шкідливі речовини потрапивши в організм розподіляються в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору - в зубах, марганцю - в печінці і т. п. Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване «депо» і затримуватись у ньому тривалий час» [13,14].

«При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватись в організмі (матеріальна кумуляція), але й викликати «накопичення» функціональних ефектів (функціональна кумуляція).

В санітарно-гігієнічній практиці прийнято поділяти шкідливі речовини на хімічні речовини та промисловий пил.

Хімічні речовини (шкідливі та небезпечні) відповідно за характером впливу на організм людини поділяються на:

- загальнотоксичні, що викликають отруєння всього організму (ртуть,

- оксид вуглецю, толуол, анілін та ін.);
- подразнювальні, що викликають подразнення дихальних шляхів та слизових оболонок (хлор, аміак, сірководень, озон та ін.);
 - сенсibiliзуючі, що діють як алергени (альдегіди, розчинники та лаки на основі нітросполук та ін.);
 - канцерогенні, що викликають ракові захворювання (ароматичні вуглеводні, аміносполуки, азбест та ін.);
 - мутагенні, що викликають зміни спадкової інформації (свинець, радіоактивні речовини, формальдегід та ін.);
 - такі, що впливають на репродуктивну (відтворення потомства) функцію (бензол, свинець, марганець, нікотин та ін.)».

«Слід зазначити, що існують й інші різновиди класифікацій шкідливих речовин: за переважаючою дією на певні органи чи системи людини (серцеві, кишково-шлункові, печінкові, ниркові і т. п.), за основною шкідливою дією (задушливі, наркотичні, подразнювальні і т. п.), за тривалістю дії (летальні, тимчасові, короткочасні) та ін.

Виробничий пи́л досить поширений небезпечний та шкідливий виробничий чинник. З пилом стикаються робітники гірничодобувної промисловості, машинобудування, металургії, текстильної промисловості, сільського господарства і т. п. Залежно від походження пи́л може бути органічним (тваринний, рослинний), неорганічним (металевий, мінеральний) та змішаним.

Пи́л може здійснювати на людину фіброгенну дію, при якій у легенях відбувається розростання сполучних тканин, що порушує нормальну будову та функцію органу. Шкідливість виробничого пи́лу зумовлена його здатністю викликати професійні захворювання легень, у першу чергу пневмоконіози» [13,14].

«Уражаюча дія пилу, в основному, визначається дисперсністю (розміром) частинок пилу, їх формою та твердістю, волокнистістю, питомою поверхнею і т. п.

Необхідно враховувати, що у виробничих умовах працівники, як правило, зазнають одночасного впливу кількох шкідливих речовин у тому числі й пилу. При цьому їхня спільна дія може бути взаємопідсиленою, взаємопослабленою чи «незалежною». На дію шкідливих речовин впливають також інші шкідливі і небезпечні чинники. Наприклад, підвищена температура і вологість як і значне м'язове напруження, в більшості випадків підсилюють дію шкідливих речовин.

Суттєве значення мають індивідуальні особливості людини. З огляду на це для робітників, які працюють у шкідливих умовах проводяться обов'язкові попередні (при прийнятті на роботу) та періодичні (1 раз на 3, 6, 12 та 24 місяці, залежно від токсичності речовин) медичні огляди» [13,14].

4.3 Нормування шкідливих речовин

«Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричиняють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їхня кількість у повітрі перевищує граничну для кожної речовини величину. Під *гранично допустимою концентрацією (ГДК)* шкідливих речовин у повітрі робочої зони розуміють таку максимальну концентрацію шкідливої речовини в повітрі робочої зони, яка при щоденній (крім вихідних днів) роботі протягом 8 годин чи іншої тривалості (але не більше 40 годин на тиждень) не призводить до зниження працездатності і захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє несприятливого впливу на здоров'я нащадків.

За величиною ГДК у повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи безпеки :

- 1-й - речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше $0,1 \text{ мг/м}^3$ (свинець,

ртуть, озон та ін.).

- 2-й - речовини високонебезпечні, ГДК від 0,1 до 1,0жг/ж³ (кислоти сірчана та соляна, хлор, фенол, їдкі луги та ін.).

- 3-й — речовини помірно небезпечні, ГДК від 1,1 до 10,0 мг/м³ (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий та ін.).

- 4-й - речовини малонебезпечні, ГДК більше 10,0 мг/м³ (аміак, бензин, ацетон, гас та ін.)» [13,14].

5 ВИСНОВКИ

В дипломній роботі розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Корпус». «В загальному та технологічному розділі наведено розроблення технологічного процесу виготовлення деталі, виконано розрахунки: типу виробництва, собівартості заготовки, припусків, режимів різання, норм часу.

В конструкторському розділі проведено проектування та виконано розрахунки верстатного пристрою. Для забезпечення операції контролю відповідальної поверхні деталі спроектовано контрольно-вимірвальний пристрій.

В додатках приведено технологічний процес виготовлення деталі корпус, специфікації та керуючу програму на верстат з ЧПК» [1].

6 ПЕРЕЛІК ПОСЛАНЬ

1. Методичні вказівки з курсового проектування по технології машинобудування для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», денної і заочної форм навчання / В.Д. Каразей, Л.В. Присяжний, Ю.В. Савицький – Хмельницький: ХНУ, 2009. – 110 с.

2. Рудь В. Д., Герасимчук О. О., Маркова Т. П. Розмірно-точнісний аналіз конструкцій та технологій. Луцьк : РВВ ЛДТУ, 2008. 344 с.

3. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Пуховський Є.С. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. / Під редакцією Коренькова В.М. Київ: НТУУ «КПІ», 2014 353 с., іл.

4. Боженко Л. І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.

5. Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки деталей машин. Львов, 1975. 25 с.

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

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

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

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

10. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т., Гордєєв А. І. Точність верстатних пристроїв машинобудівного виробництва: Навчальний посібник / За ред. Р.Т. Карпика. Хмельницький: ХДУ, 2003. 222 с., іл.
11. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: Навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.
12. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання. Харків : НТУ «ХП», 2020. 275 с.
13. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, та ін. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. К.: Основа, 2006. 448 с.
14. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів Афіша 2004, 248 с.
15. Освітня програма бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка.
16. Технічна характеристика верстата VF-1. Каталог.

ДОДАТКИ