

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА СТУПЕНЕМ
ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»
Проектування ділянки з розробкою
технологічного процесу механічної обробки
лопатки МЛВ-24 газотурбінного двигуна

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
Групи: ІМс-21
Макарук Любов Віталіївна

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Повстяной Олександр Юрійович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2023 р.
к.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2024 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту та механічної інженерії

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: «Прикладна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Редько Р.Г.

«__» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Макарук Любові Віталіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки лопатки МЛВ-24 газотурбінного двигуна.

Керівник роботи: Повстяной Олександр Юрійович, к.т.н., доцент кафедри ПМ та М
затвержені наказом вищого навчального закладу від «30» грудня 2023 р. № 461/01-02.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Річна програма випуску – 275700 шт. Креслення деталі.
Технічна документація та нормативні дані

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):
Вступ та анотація. Загальна частина. Розробка технологічного процесу обробки деталі.
Конструкторська частина. Проектування механічної дільниці. Охорона праці. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу:

Заготовка 1л. – ф.А1;

Карта технологічного налагодження 1л. – ф.А1;

Пристрій верстатний 1л – ф.А1;

Спеціальний різальний інструмент 1л. – ф.А1;

Контрольний пристрій 1л – ф.А1

Планування дільниці 1л – ф.А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «1» березня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Обґрунтування теми</i>	<i>14.03.24</i>	
2	<i>Огляд літератури із досліджуваної проблеми</i>	<i>10.04.24</i>	
3	<i>Загальний розділ</i>	<i>15.04.24</i>	
4	<i>Технологічний розділ</i>	<i>20.04.24</i>	
5	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>30.04.24</i>	
6	<i>Охорона праці</i>	<i>10.05.24</i>	
7	<i>Формування додатків</i>	<i>25.05.24</i>	
8	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>		
9	<i>Нормоконтроль</i>	<i>30.05.24</i>	
10	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>14.03.24</i>	
11	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>10.04.24</i>	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Макарук Л.В.)

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(Повстяной О.Ю.)

(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Макарук Л.В. Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі лопатка МЛВ-24 газотурбінного двигуна. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

У даній випускній роботі на тему: “Проектування дільниці з розробкою технологічного процесу механічної обробки деталі лопатка МЛВ-24 газотурбінного двигуна.” розроблено дільницю по виготовленню лопатки з детальною розробкою її технологічного процесу.

У пояснювальній записці розроблено технологічний процес виготовлення лопатки МЛВ-24 газотурбінного двигуна., розроблено конструкції верстатного та контрольного пристрою, розроблено дільницю по виготовленню даної деталі.

Виконаний розділ з охорони праці. Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці.

Ключові слова: лопатка, карта налагодження, верстатний пристрій, дільниця, вібрація, шум.

ANNOTATION

Makaruk L.V. Design of the site with the development of the technological process of mechanical processing of the MLV-24 gas turbine engine blade part. Manuscript.

Bachelor's qualification work of OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, four sections, conclusions, a list of used sources, and appendices.

In this graduation paper on the topic: "Designing of the site with the development of the technological process of mechanical processing of the MLV-24 gas turbine engine blade part. " developed a division for the production of a blade with a detailed development of its technological process.

In the explanatory note, the technological process of manufacturing the blade of the MLV-24 gas turbine engine was developed, the designs of the machine tool and the control device were developed, and the section for the production of this part was developed.

Completed section on labor protection. Justification of the relevance of solving labor protection issues.

Key words: vane, debugging card, machine tool, site, vibration, noise.

ВСТУП

Розробка технологічного процесу виготовлення лопатки газотурбінного двигуна є критичною і вузькоспеціалізованою областю в галузі машинобудування. Лопатки газових турбін є важливими компонентами, які повинні витримувати екстремальні умови, включаючи високі температури, тиск і швидкість обертання, зберігаючи структурну цілісність і ефективність. Складність і точність, необхідні для виготовлення цих лез, вимагають глибокого розуміння матеріалознавства, процесів обробки та методів контролю якості. Важливість лопаток газових турбін.

Газотурбінні двигуни широко використовуються в різних сферах застосування, включаючи авіацію, виробництво електроенергії та промислові процеси. Продуктивність і надійність цих двигунів значною мірою залежать від якості та довговічності їхніх лопатей. Таким чином, процес проектування та виробництва турбінних лопаток є не лише технічною проблемою, але й вирішальним фактором загальної ефективності та безпеки двигунів, які вони включають.

Цілі дипломної роботи

Ця дипломна робота спрямована на розробку комплексного технологічного процесу для механічного виготовлення лопаток газотурбінних двигунів. Основні цілі включають:

1. Вибір матеріалу: визначення відповідних матеріалів, які можуть витримувати робочі навантаження та умови навколишнього середовища.
2. Проектування процесу: розробка детального виробничого процесу, який включає етапи механічної обробки, обробки та забезпечення якості.
3. Оптимізація: використання чисельного програмного забезпечення та передових виробничих технологій для оптимізації процесу для підвищення ефективності, точності та економічності.
4. Безпека та охорона праці: впровадження надійних протоколів безпеки та ергономічних міркувань для захисту працівників і забезпечення відповідності галузевим стандартам.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ		
Змн.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Макарук				Літ.	Арк.	Акрюшів
Перевір.	Повстяной				д	1	67
Реценз.					ЛНТУ		
Н. Контр.					ІМС-21		
Затверд.							

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення і характеристика об'єкта виробництва, аналіз технічних умов на деталь

Деталь, для якої проектується технологічний процес її виготовлення, являє собою лопать вентилятора. Подібного роду лопаті використовуються в різних видах газотурбінних двигунів. Основна вимога на зносостійкість і міцність надаються до поверхонь, що надають опір тиску, газам та повітрю. Лопаті працюють у вкрай напружених умовах. Запорукою довговічності і надійності таких деталей є дотримання дуже жорстких вимог по точності і шорсткості робочих поверхонь. Допуск на похибку геометричної форми, також дуже вузький. Матеріал деталі VT5 - позначає титановий деформований сплав з хорошими антикорозійними та жароміцними властивостями. Основними легуючими елементами для цієї марки титану є алюміній та олово. Твердість- 230НВ.

Таблиця 1.1 Хімічний склад сплаву VT5:

C	Si	Fe	N	V	Ti	Mo	O	Zr	H
<0.1	<0.12	<0.3	<0.05	4.5-6.2	1.2	<0.8	<0.2	<0.3	<0.015

1.2 Вибір методу одержання заготовки

При виборі заготовок для заданої деталі призначають метод її отримання, визначають її конфігурацію, розміри, допуски, припуски на обробку і формують технічні умови на виготовлення. Технологічні процеси отримання заготовок визначаються технологічними властивостями матеріалу, конструктивними формами і розмірами деталі і програмою випуску. Лиття в закритих формах досягається застосуванням більш точних заготовок, більш точним дозуванням металу. Точне дозування металу для лиття пов'язана з додатковими витратами через більш складного інструменту і меншою продуктивності при відрізку.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					7

Гарячим штампуванням видавлюванням зазвичай на КГШП отримують заготовки типу стрижня з потовщенням; стрижні постійного і змінного перерізу; складної форми, з центральним і ексцентричним розташуванням головки відносно осі і т.д.

У нашому випадку найбільш вигідним способом отримання заготовки є лиття виходячи з умов роботи деталі.

В результаті обробки заготовки лиття виходить радіальне розташування волокон. З урахуванням всіх факторів, що впливають на вибір методу отримання заготовок, застосовуємо лиття в закриті форми. Заготовка характеризується наступними показниками точності: $\approx IT12$ і шорсткості: $Rz=160$.

1.3 Вибір методу обробки поверхонь

На метод обробки поверхонь заготовки впливають наступні фактори, як службове призначення, призначення поверхонь та їх функції, вимоги до точності, шорсткості, форми тощо. Обробку поверхонь потрібно виконувати за декілька переходів.

Заготовка виготовлена за методом лиття в кокіль досягає точності H12.

Уточнення:

$$\varepsilon = \frac{T_z}{T_d} \quad (1.1)$$

де: T_z – допуск розміру заготовки;

T_d – допуск розміру готової деталі.

Для найбільш спрямованого вибору числа ступенів:

$$n = \frac{\lg E}{0.46} \quad (1.2)$$

Заготовка виготовлена методом лиття в закриті форми з точністю H12.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Уточнення:

$$\varepsilon = \frac{T_z}{T_d} = \frac{360}{58} = 6,2$$

$$n = \frac{\lg \varepsilon}{0,46} = \frac{\lg 6,2}{0,46} = 1,72$$

Приймаємо n=2 ступені обробки.

Таблиця 1.3 - Загальне уточнення

Розмір	Квалітет	Допуск		E	N	
		3	4		6	7
Ø60	H10	740	120	6,16	1,71	2
Ø60	H10	740	120	6,16	1,71	2
Ø35	H7	620	25	24,8	3,03	3
Ø12	H7	360	58	6,2	1,72	2
Ø30	H10	520	84	6,19	1,72	2
Ø35	H10	620	100	6,2	1,72	2

З огляду на те, що підвищення точності і зниження шорсткості в ході механічної обробки відбувається спочатку різко, а потім повільніше, розподіляємо досяжні параметри точності розмірів і шорсткості поверхонь по переходах. Отримані результати зведені в таблиці 1.2

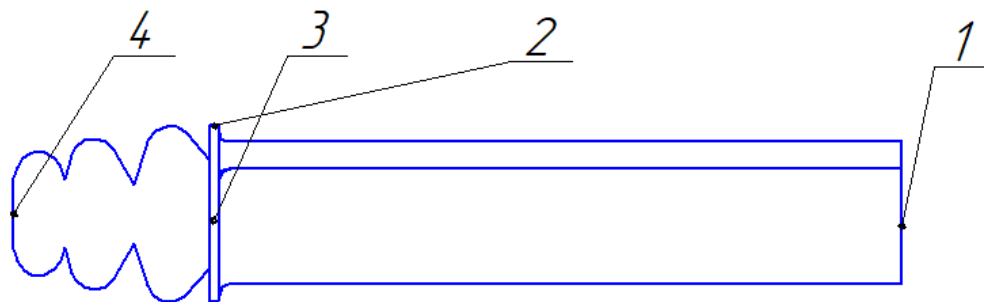


Рисунок 1.1 Обробка основних поверхонь деталі.

Таблиця 1.4 – Плани обробки основних поверхонь деталі

№	Характеристики		Характеристики по операціям		Технологічні операції
	Деталь	Заготовка	1	2	
1	25h12 Ra 0,63	IT12 Rz 160	IT13 Rz 30		Чорнове точіння
				h12 Ra 0,63	Чистове точіння
2	1,5h7 Ra 0,63	IT12 Rz 160	h8 Rz 40		Чорнове фрезерування
				h7 Ra 0,63	Чистове фрезерування
3	31h7 Ra 0,63	IT12 Rz 160	h8 Rz 40		Чорнове фрезерування
				h7 Ra 0,63	Чистове фрезерування
4	12h7 Ra 0,63	IT12 Rz 160	h8 Rz 40		Чорнове точіння
				h7 Ra 0,63	Чистове точіння

1.3 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Коефіцієнт закріплення операції визначаємо за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P} \quad (1.3)$$

де O – число операцій; P – кількість місць.

Кількість робочих місць визначаємо за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}} \quad (1.4)$$

де N= 275700 - річна програма випуску, шт.;

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

$T_{ш-к}$ - штучно-калькуляційний час, хв;

$$T_{ш-к} = T_0 \cdot \varphi \quad (1.5)$$

φ - коефіцієнт, що залежить від типу виробництва і методу обробки поверхні;

F_d - дійсний річний фонд $F_d = 4029$ год;

$\eta_{з.н.} = 0.8$.

T_0 - основний технологічний час.

Основний технологічний час і штучно-калькуляційний час відповідно визначаємо:

005 Токарна операція :

1. Точити поверхню 1 начорно;

$$T_{01} = 0,17 \cdot L \cdot 10^{-3} = 0.17 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0.4 \text{ хв} \quad (1.6)$$

2. Точити поверхню 1 начисто

$$T_{02} = 0,1 \cdot L \cdot 10^{-3} = 0.1 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0.2 \text{ хв} \quad (1.7)$$

Визначаємо основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 0,4 + 0,3 = 0,7 \text{ хв} \quad (1.8)$$

$$T_{шк} = 1,36 \cdot 0,7 = 0,95 \text{ хв} \quad (1.9)$$

010 Горизонтально-фрезерна операція:

1. Фрезерувати поверхню 2 начорно;

$$T_{01} = 7 \cdot L \cdot 10^{-3} = 7 \cdot 38 \cdot 10^{-3} = 1 \text{ хв} \quad (1.10)$$

2. Фрезерувати поверхню 2 начисто;

$$T_{02} = 4 \cdot L \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 38 \cdot 10^{-3} = 0,8 \text{ хв} \quad (1.11)$$

Визначаємо основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 1,8 \text{ хв} \quad (1.12)$$

$$T_{шк} = 1,31 \cdot 1,8 = 2,3 \text{ хв} \quad (1.13)$$

015 Вертикально-фрезерна операція:

1. Фрезерувати поверхню 3 начорно;

$$T_{01} = 7 \cdot L \cdot 10^{-3} = 7 \cdot 31 \cdot 10^{-3} = 0,5 \text{ хв} \quad (1.14)$$

2. Фрезерувати поверхню 3 начисто;

$$T_{02} = 4 \cdot L \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 31 \cdot 10^{-3} = 0,7 \text{ хв} \quad (1.15)$$

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 1,2 \text{ хв} \quad (1.16)$$

$$T_{\text{шк}} = 1,31 \cdot 1,2 = 1,5 \text{ хв} \quad (1.17)$$

020 Токарна операція :

1. Точити поверхню 4 начорно;

$$T_{01} = 0,17 \cdot L \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 1,4 \text{ хв} \quad (1.18)$$

2. Точити поверхню 4 начисто

$$T_{02} = 0,1 \cdot L \cdot 10^{-3} = 0,1 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 1,2 \text{ хв} \quad (1.19)$$

Визначаємо основний технологічний час і штучно-калькуляційний час

$$T_0 = 1,4 + 1,2 = 2,6 \text{ хв} \quad (1.20)$$

$$T_{\text{шк}} = 1,36 \cdot 2,6 = 3,5 \text{ хв} \quad (1.21)$$

Результати необхідно записати в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5-Норми часу по операціях

Номер операції	T ₀ , хв	T _д , хв			T _{обстл} , хв	T _{відп} , хв	T _{шк} , хв
		T _{уст} , хв	T _{упр} , хв	T _{вим} , хв			
005	0,7	2	0,04	2,16	1,2	0,02	0,95
010	1,8	3	0,04	1,05	1,2	0,02	2,3
015	1,2	5	0,04	1,02	1,2	0,02	1,5
020	2,6	3	0,04	1	1,2	0,02	3,5
Σ	6,3	13	0,16	5,23	4,8	0,8	8,25

Загальна сума часу на обробку однієї деталі Σ=38,54 хв

Для визначення форми організації виробництва треба співставити середню норму часу T_{шк-сер} з розрахунковим тактом випуску n :

$$T_{\text{шк}} = \frac{\Sigma T_{\text{шк}}}{n} = \frac{8,25}{4} = 2,06 \text{ хв} \quad (1.25)$$

Вибираємо η_{з.н.} = 0.8

Розрахункова кількість обладнання, необхідну для виконання кожної операції, визначаємо за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{\text{ш-к}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{з.н.}}} \quad (1.26)$$

									Арк.
									12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

де $N=275700$ - річна програма випуску, шт.;

$T_{ш-к}$ - штучно-калькуляційний час, хв; $T_{ш-к} = T_0 \cdot \varphi$

φ - коефіцієнт, що залежить від типу виробництва і методу обробки поверхні;

F_d - дійсний річний фонд ($F_d=4029$ год);

$\eta_{з.н.} = 0.8$. - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

T_0 - основний технологічний час.

$$m_p = \frac{275700 \cdot 0,95}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 1,35 \rightarrow 2$$

$$m_p = \frac{275700 \cdot 2,3}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 3,2 \rightarrow 4$$

$$m_p = \frac{275700 \cdot 1,5}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 2 \rightarrow 2$$

$$m_p = \frac{275700 \cdot 3,5}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 4,9 \rightarrow 5$$

Дійсний коефіцієнт завантаження обладнання визначається за формулою:

$$\eta_{з.д.} = \frac{m_p}{p}$$

$$\eta_{з.д.} = \frac{1,35}{2} = 0,67$$

$$\eta_{з.д.} = \frac{3,2}{4} = 0,8$$

$$\eta_{з.д.} = \frac{2}{2} = 1$$

$$\eta_{з.д.} = \frac{4,9}{5} = 0,98$$

Кількість операцій, які виконуються на цьому обладнанні визначаємо за формулою: $O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}$

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,8}{1,35} = 0,5; \text{ приймаємо } 1$$

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,8}{3,2} = 0,25; \text{ приймаємо } 1$$

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,8}{2} = 0,4; \text{ приймаємо } 1$$

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,8}{4,9} = 0,16; \text{ приймаємо } 1$$

Таблиця 1.6-Зведення основних даних.

Операція	$T_{ш-к}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
1	2	3	4	5	6
005	0,95	1,35	2	1,35	1
010	2,3	3,2	4	3,2	1
015	1,5	2	2	2	1
020	3,5	4,9	5	4,9	1
Σ	8,25		13	11,45	4

Коефіцієнт закріплення операції визначаємо за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{4}{13} = 0,3$$

Оскільки $K_{з.о.} < 1$ то приймаємо масовий тип виробництва.

Добовий випуск виробів визначаємо за формулою:

$$N_c = \frac{N}{256} = \frac{275700}{256} = 1076.95 \text{ шт}$$

де $N=275700$ - річна програма випуску, шт.

256 – робочі дні у році.

Добову продуктивність поточної лінії визначаємо за формулою:

$$Q_c = \frac{F_c}{T_{шк-с}} \cdot \eta_{з.ф.ср} = \frac{952}{2,06} \cdot 2,8 = 1294 \text{ шт}$$

F_c - при 2-х змінній роботі, $F_c=952$ хв.;

$$T_{шк-с} = \frac{\sum T_{шт.ср}}{n} = \frac{8,25}{4} = 2,06$$

де n – кількість операцій;

$$\eta_{з.ф.ср} = \frac{\sum \eta_{з.ф.}}{n} = \frac{11,45}{4} = 2,8$$

Оскільки добовий випуск виробів більший добової продуктивності групової лінії, тоді ми застосовуємо потокову форму організації виробництва.

$$N_c > Q_c \cdot 0,6$$

									Арк.
									14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

$$1076.95 > 1294 \cdot 0,6 = 776,4;$$

Форма організації виробництва потокова .

Розраховуємо такт випуску виробів при такому виді виробництва:

$$t = \frac{60 \cdot F_d}{N} = \frac{60 \cdot 4029}{275700} = 0,8\text{хв}$$

$F_d = 4029$ год - дійсний річний фонд роботи пристроїв.

N - програма випуску.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Будь-який ТП розробляють на основі існуючого типового або групового ТП. Маршрутна технологія залежить від конструктивно-технологічних особливостей деталі і вимог точності, що висуваються її поверхням. Основні технологічні бази обробляють на перших 1-2 операціях при базуванні по чорновим базам. Потім виконують операції формоутворення деталі до стадії чистової обробки (точність 7 – 9-го квалітету). Потім здійснюють операції місцевої обробки на раніше оброблених поверхнях. Далі виконують обробку основних відповідальних поверхонь (точність 7-го квалітету); потім за цим настає додаткова обробка поверхонь з параметром шорсткості $Ra = 0,63$ мкм і менше.

Виходячи з умов роботи деталі, ті чи інші технологічні параметри позначає конструктор. В ряді випадків вони регламентуються відповідними стандартами.

Якісна оцінка технологічності визначаємо по матеріалу, формі, відповідній якості поверхонь, простановкою розмірів і методах отримання заготовок.

Кількісна оцінка визначається по абсолютним і відносним показникам. Впершу чергу, потрібно встановити показники базової деталі, тобто коеф. використання матеріалу, шорсткість поверхонь, точність обробки, технологічна собівартість, трудомісткість виготовлення.

1. Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{т.о.} = 1 - \frac{1}{A_{ср}}$$

Де $A_{ср}$ - середній квалітет

$$A_{ср} = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{19}}{\sum n_i}$$

$n_1 \dots n_{19}$ - кількість розмірів відповідного квалітету;

$$A_{ср} = \frac{7 \cdot 3 + 12 + 8}{5} = 8.2$$

$K_{т.о.} = 1 - \frac{1}{8.2} = 0.87 > 0.8$, отже, наша деталь технологічна.

										Арк.
										16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ					

2. Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср}}$$

$Ш_{ср}$ – середня шорсткість поверхонь;

$$Ш_{ср} = \frac{0.01n_1 + 0.02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14}}{\sum n_i}$$

$$Ш_{ср} = \frac{5 \cdot 0.63}{5} = 0.63$$

$K_{ш} = \frac{1}{0.63} = 1.5 > 0.32$ – отже, наша деталь технологічна.

3. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{м.м} = \frac{Q_{дет.}}{Q_{заг.}} = \frac{2.17}{2.57} = 0.84 \geq 0.8$$
 – отже, наша деталь технологічна.

$Q_{дет.}$ - маса деталі;

$Q_{заг.}$ - маса заготовки.

2.2 Вибір та розрахункове обґрунтування технологічних баз

Найскладніший розділ проектування технологічного процесу – це вибір і технологічне обґрунтування технологічних баз. Розробка маршруту і вибору баз повинна проводитись паралельно.

Очікувана похибка обробки:

$$A_{\Sigma} = A_{н.р.} + A_{т.с.} + A_{уст.}$$

Похибка потрібного настроюваного розміру і похибка технологічної системи в сумі мають дорівнювати середній статичній точності.

Похибка установки:

$$A_{уст.} = \sqrt{A_{б}^2 + A_{закр.}^2}$$

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

Таблиця 2.2 – Визначення припусків та міжопераційних розмірів

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску				Розр. При-Пуск, мкм	Доп-уск, мкм	Макс. Допустимий розмір, мм		Макс. Допустиме значення припусків	
	$R_{z_{i-1}}$	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε			l_{min}	l_{max}	Z_{min}^{pp}	Z_{max}^{pp}
Заготовка	27.5	50	454	-	-	250	24,06	24,86	-	-
Чорнове точіння	25.5	30	420	50	2·106.4	62	24,725	24.97	275	665
Чистове точіння	20	25	-	-	2·25.3	20	25	25,04	70	110

Загальне значення просторових відхилень для заготовки даного типу визначається:

$$\rho_z = \rho_{кор.}$$

Короблення слід розраховувати за формулою:

$$\rho_{кор.} = \Delta_k \cdot L = 0.9 \cdot 25 = 22.5 \text{ мкм}$$

$\varepsilon = 50 \text{ мм}$ - похибка на чорнове точіння;

На основі записаних в таблиці даних здійснюємо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків:

$$2 \cdot Z_{min} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2})$$

Мінімальний припуск на чорнове точіння:

$$2 \cdot Z_{min1} = 2 \cdot (25,5 + 00 + \sqrt{454^2 + 50^2}) = 2 \cdot 106,4 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск на чистове точіння:

$$2 \cdot Z_{min2} = 2 \cdot (20 + 25 + \sqrt{420^2 + 0^2}) = 2 \cdot 25,3 \text{ мкм}$$

Розмір l починається з кінця, з розміру 25,04 мм, дослідним відхиленням разового мінімального припуску кожного технологічного переходу:

$$l_{p3} = 25.04$$

$$l_{p2} = l_{p3} - 2Z_{min2}^{pp} = 25.04 - 2 \cdot 0.0253 = 24.94$$

$$l_{p1} = l_{p2} - 2Z_{min1}^{pp} = 25.03 - 2 \cdot 0.0106 = 24.97$$

										Арк.
										19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ					

Граничні розміри розраховуємо таким чином:

l_{max} - з разового розміру l округленням до точності допуску відповідного переходу;

l_{min} - з найбільшого граничного розміру відніманням допуску відповідного переходу.

Таким чином:

Для чистового точіння:

$$l_{max} = 25,04$$

$$l_{min} = 25,04 - 0,06 = 25$$

Для чорнового точіння:

$$l_{max} = 24,978$$

$$l_{min} = 24,978 - 0,25 = 24,725$$

Для заготовки:

$$l_{max} = 24,86$$

$$l_{min} = 24,96 - 0,36 = 24,6$$

Значення припусків $2Z_{min}^{pp}$ будуть рівні різниці найбільших граничних розмірів певного переходу з попереднього, а максимальне значення $2Z_{max}^{pp}$ відповідно різниці найменших граничних розмірів. Тоді:

Для чистового точіння:

$$2Z_{min}^{pp} = 25,04 - 24,97 = 0,07\text{мм} = 70\text{мкм}$$

$$2Z_{max}^{pp} = 25 - 24,725 = 0,275\text{мм} = 275\text{мкм}$$

Для чорнового точіння:

$$2Z_{min}^{pp} = 24,97 - 24,86 = 0,11\text{мм} = 110\text{мкм}$$

$$2Z_{max}^{pp} = 24,725 - 24,06 = 0,665\text{мм} = 665\text{мкм}$$

Припуски $2Z_{min}^{pp}$ і $2Z_{max}^{pp}$ отримуємо:

$$2Z_{min}^{pp} = 110 + 70 = 180\text{мкм}$$

$$2Z_{max}^{pp} = 665 + 275 = 940\text{мкм}$$

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

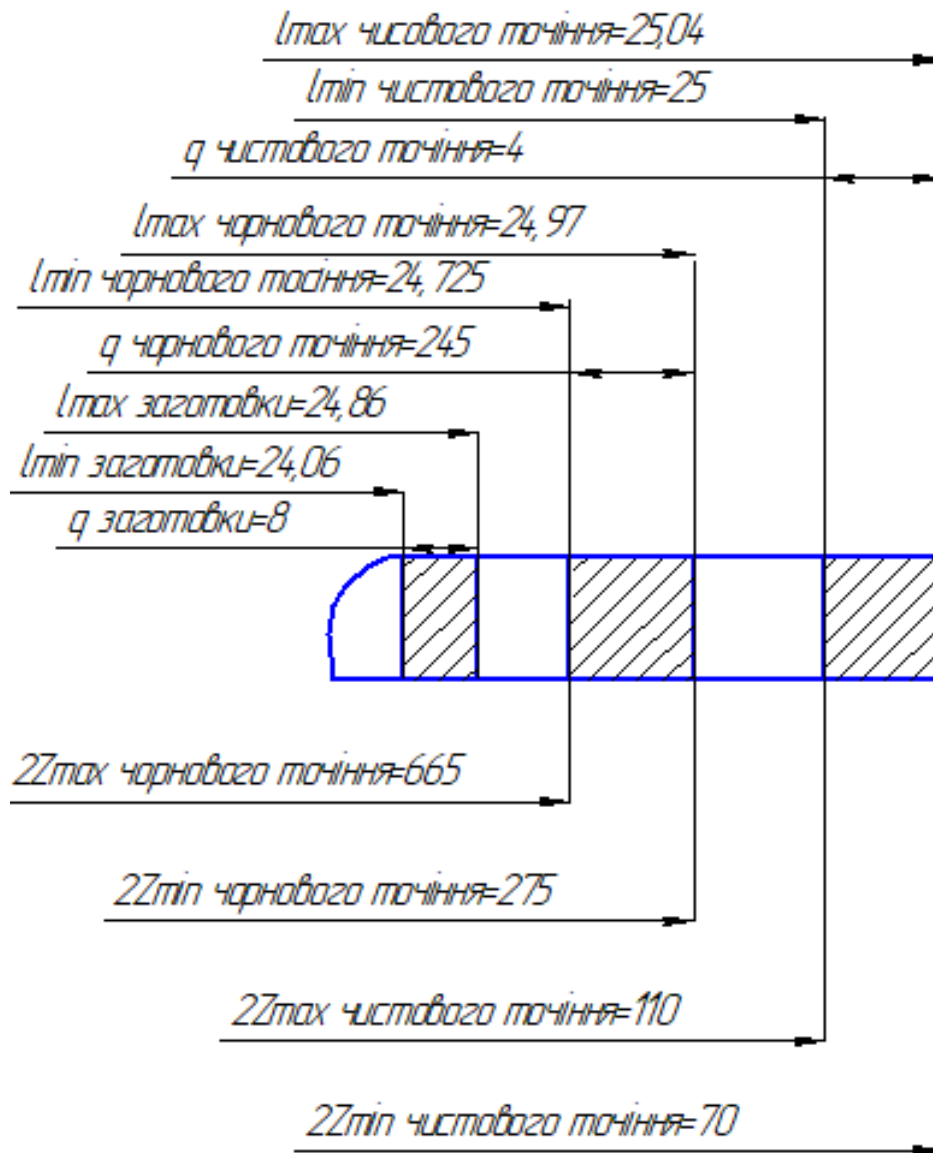


Рисунок 2.1 – Розміщення припусків на обробку торця $l25h12$

2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

За допомогою даного методу будемо визначати розміри заготовки і розміри припусків для технологічних операцій.

$$A_{01} = 160H12({}_0^{+0.4})$$

$$A_{02} = 124H12({}_0^{+0.4})$$

$$A_{03} = 38.51H12({}_0^{+0.25})$$

$$A_{04} = 122.5H12({}_0^{+0.4})$$

$$A_{010.1} = 157.5H11({}_0^{+0.25})$$

$$A_{010.2} = 122.5H11({}_0^{+0.25})$$

									026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						21

$$A_{025.1} = 37H11\left(\begin{smallmatrix} +0.16 \\ 0 \end{smallmatrix}\right)$$

$$A_{020.1} = 120H11\left(\begin{smallmatrix} +0.22 \\ 0 \end{smallmatrix}\right)$$

$$Z_{005.1}^H = A_{01} - A_{010.1} = 160 - 157.5 = 2.5\text{мм}$$

$$Z_{005.1}^{max} = A_{01}^{max} - A_{005.1}^{min} = 124 - 122.5 = 1.5\text{мм}$$

$$Z_{005.1}^{min} = A_{01}^{min} - A_{005.1}^{max} = 38.51 - 37 = 1.5\text{мм}$$

$$Z_{005.1}^H = \left(\begin{smallmatrix} +0.06 \\ -0.01 \end{smallmatrix}\right)\text{мм}$$

$$Z_{025.1}^H = A_{025.1} - l_1 - l_2 - A_{04} = 37 - 0 - 0 - 34.5 = 2.5\text{мм}$$

$$Z_{025.1}^{max} = A_{025.1}^{max} - l_1 - l_2 - A_{04}^{min} = 37.61 - 0.06 - 0.06 - 34.5 = 1.99\text{мм}$$

$$Z_{025.1}^{min} = A_{025.1}^{min} - l_1 - l_2 - A_{04}^{max} = 37 - 0.06 - 0.06 - 34.36 = 2.52\text{мм}$$

$$Z_{025.1}^H = 2.5\left(\begin{smallmatrix} +0.01 \\ -0.02 \end{smallmatrix}\right)\text{мм}$$

$$Z_{020.1}^H = A_{020.1} - l_1 - l_2 - A_{03} = 120 - 0 - 0 - 118.5 = 1.5\text{мм}$$

$$Z_{020.1}^{max} = A_{020.1}^{max} - l_1 - l_2 - A_{03}^{min} = 120 - 0.06 - 0.06 - 118 = 1.88\text{мм}$$

$$Z_{020.1}^{min} = A_{020.1}^{min} - l_1 - l_2 - A_{03}^{max} = 120 - 0.06 - 0.06 - 118.36 = 1.52\text{мм}$$

$$Z_{025.1}^H = 1.5\left(\begin{smallmatrix} +0.01 \\ -0.01 \end{smallmatrix}\right)\text{мм}$$

Запропонований варіант може бути прийнятий, так як якісний аналіз розмірної схеми граф-дерева (рис.2.1 і рис.2.2.) та ланцюгів в осьовому і радіальному напрямках показує правильність розрахунків.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання

Характер обробки, тип і розміри інструмента, матеріал його ріжучої частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан заготовки, тип і стан обладнання враховується при призначенні елементів режимів різання.

А саме, глибина різання при чорновій обробці призначається максимальною, тобто рівною всьому припуску на обробку.

Так як і подача - при чорновій обробці вибирають максимальну, виходячи з шорсткості і міцності; потужності привода верстата; при чистовій обробці - від потрібного степеню точності і шорсткості поверхні.

Розраховуємо режими різання на 005 токарну операцію.

Глибина різання: (2 проходи)

$t=2,5$ мм; 1,75-70% - начорно; 0,75-30% - начисто;

005 Токарна операція

1. Точити поверхню 1 начорно:

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

Поправочний коефіцієнт K_{mv} , враховуючий вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання визначається:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1;$$

Де $K_r = 1,0$; $nv = 1,0$;

σ_B - фактичний параметр, який характеризує оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання. $\sigma_B = 750$ МПа

K_r - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по обрблюваності.

$K_{nv}=1.0$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки.

$K_{uv}=1.0$ -коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

-Подача при чорновій обробці – $S=0.7$ мм/об.

-Глибина різання при чорновій обробці – $t=1.75$ мм.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

-Період стійкості для інструменту – $T=45$ хв.

Значення коефіцієнта C_v і показників степені:

$$C_v = 340; m=0,20; x=0,15; y=0,45; u=1,1; p=0; q=0,2;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Визначаємо швидкість різання:

$$v = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 1,75^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 1 = 172 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 172}{3,14 \cdot 25} = 2191 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстату частоту обертання, приймаємо

$$n=2000 \text{ об/хв.}$$

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значення коефіцієнта C_p і показників степенів формули кругової сили P_z при точінні: $C_p = 300; x=1,0; y=0,75; n=-0,15; u=1,1; w=0,2; q=1,3;$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{230}{750} \right)^{0,3} = 0,7$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{yp} = 1,25$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0,7 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,75^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 172^{-0,15} \cdot 0,87 = 1615H$$

Ефективна потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1615 \cdot 172}{1020 \cdot 60} = 4,5 \text{ кВт}$$

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2. Точити поверхню 1 начисто:

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

Поправочний коефіцієнт K_{mv} , враховуючий вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання визначається:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1;$$

Де $K_r = 1,0$; $nv = 1,0$;

σ_B - фактичний параметр, який характеризує оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання. $\sigma_B = 750$ МПа

K_r - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по оброблюваності.

$K_{nv}=1.0$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки.

$K_{uv}=1.0$ -коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

-Подача при чистовій обробці – $S=0.3$ мм/об.

-Глибина різання при чистовій обробці – $t=0.75$ мм.

-Період стійкості для інструменту – $T=45$ хв.

Значення коефіцієнта C_v і показників степені:

$C_v = 420$; $m=0,20$; $x=0,15$; $y=0,20$;

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Визначаємо швидкість різання:

$$v = \frac{420}{45^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1 = 260 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 260}{3,14 \cdot 25} = 3312 \text{об/хв}$$

Згідно паспорту верстату частоту обертання, приймаємо

$n=3500$ об/хв.

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

Значення коефіцієнта C_p і показників степенів формули кругової сили P_z при точінні: $C_p = 300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0.15$ $u=1,1$; $w=0,2$; $q=1,3$;

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{230}{750}\right)^{0,3} = 0,7$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{yp} = 1.25$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0.7 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1 = 0.87$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.75^1 \cdot 0.3^{0.75} \cdot 260^{-0.15} \cdot 0.87 = 345H$$

Ефективна потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{345 \cdot 260}{1020 \cdot 60} = 1.5 \text{ кВт}$$

010 Горизонтально-фрезерна операція

1. Фрезувати пов. 2 начорно:

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1;$$

Де $K_r = 1,0$; $nv = 1,0$;

σ_B - фактичний параметр, який характеризує оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання. $\sigma_B = 750\text{МПа}$

K_r - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по обрблюваності.

$K_{nv}=1.0$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки.

$K_{uv}=1.0$ -коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

-Подача при чорновій обробці – $S=0.18$ мм/об.

-Глибина різання при чорновій обробці – $t=1.75$ мм.

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ					

-Період стійкості для інструменту – $T=35$ хв.

Значення коефіцієнта C_v і показників степені:

$$C_v = 420; m=0,20; x=0,15; y=0,20;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Визначаємо швидкість різання:

$$v = \frac{420}{35^{0,2} \cdot 1,75^{0,15} \cdot 0,18^{0,20}} \cdot 1 = 267 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 267}{3,14 \cdot 40} = 2125 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстату частоту обертання, приймаємо

$$n=2500 \text{ об/хв.}$$

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значення коефіцієнта C_p і показників степенів формули кругової сили P_z при фрезеруванні: $C_p = 384; x=0,9; y=0,9; n=-0,15$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{230}{750}\right)^{0,3} = 0,7$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{yp} = 1,25$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0,7 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87$$

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 1,75^{0,9} \cdot 0,18^{0,9} \cdot 267^{-0,15} \cdot 0,87 = 510 \text{ Н}$$

Ефективна потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{510 \cdot 267}{1020 \cdot 60} = 2,2 \text{ кВт}$$

2.Фрезувати пов. 2 начисто:

Визначаємо швидкість різання за формулою:

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1;$$

Де $K_r = 1,0$; $nv = 1,0$;

σ_B - фактичний параметр, який характеризує оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання. $\sigma_B = 750$ МПа

K_r - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по обрблюваності.

$K_{nv}=1.0$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки.

$K_{uv}=1.0$ -коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

-Подача при чистовій обробці – $S=0.6$ мм/об.

-Глибина різання при чистової обробці – $t=0.75$ мм.

-Період стійкості для інструменту – $T=35$ хв.

Значення коефіцієнта C_v і показників степені:

$C_v = 350$; $m=0,20$; $x=0,15$; $y=0,35$;

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Визначаємо швидкість різання:

$$v = \frac{350}{350^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 1 = 215 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 215}{3,14 \cdot 40} = 1712 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстату частоту обертання , приймаємо

$n=2000$ об/хв.

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значення коефіцієнта C_p і показників степенів формули кругової сили P_z при фрезеруванні: $C_p = 200$; $x=1$; $y=0,75$; $n=0$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{230}{750}\right)^{0,3} = 0,7$$

$$K_{\varphi\text{р}} = 1$$

$$K_{\text{ур}} = 1.25$$

$$K_{\lambda\text{р}} = 1$$

$$K_{\text{рр}} = 1$$

$$K_{\text{р}} = 0.7 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1 = 0.87$$

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 0.75^1 \cdot 0.6^{0,75} \cdot 215^0 \cdot 0.87 = 890 \text{ Н}$$

Ефективна потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{890 \cdot 215}{1020 \cdot 60} = 3,1 \text{ кВт}$$

015 Вертикально -фрезерна операція

1. Фрезувати пов. 3 начорно:

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1;$$

Де $K_r = 1,0$; $nv = 1,0$;

σ_B - фактичний параметр, який характеризує оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання. $\sigma_B = 750\text{МПа}$

K_r - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по обрблюваності.

$K_{nv}=1.0$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки.

$K_{uv}=1.0$ -коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

-Подача при чорновій обробці – $S=0.18$ мм/об.

-Глибина різання при чорновій обробці – $t=1.75$ мм.

-Період стійкості для інструменту – $T=35$ хв.

Значення коефіцієнта C_v і показників степені:

$C_v = 420$; $m=0,20$; $x=0,15$; $y=0,20$;

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

Визначаємо швидкість різання:

$$v = \frac{420}{35^{0,2} \cdot 1,75^{0,15} \cdot 0,18^{0,20}} \cdot 1 = 267 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 267}{3,14 \cdot 40} = 2125 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстату частоту обертання, приймаємо

$n=2500$ об/хв.

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значення коефіцієнта C_p і показників степенів формули кругової сили P_z при фрезеруванні: $C_p = 384$; $x=0,9$; $y=0,9$; $n=-0,15$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{230}{750} \right)^{0,3} = 0,7$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{yp} = 1,25$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0,7 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87$$

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 1,75^{0,9} \cdot 0,18^{0,9} \cdot 267^{-0,15} \cdot 0,87 = 510 \text{ Н}$$

Ефективна потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{510 \cdot 267}{1020 \cdot 60} = 2,2 \text{ кВт}$$

2.Фрезувати пов. 3 начисто:

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1;$$

Де $K_r = 1,0$; $nv = 1,0$;

σ_B - фактичний параметр, який характеризує оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання. $\sigma_B = 750$ МПа

K_r - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по оброблюваності.

$K_{nv}=1.0$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки.

$K_{uv}=1.0$ -коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

-Подача при чистовій обробці – $S=0.6$ мм/об.

-Глибина різання при чистової обробці – $t=0.75$ мм.

-Період стійкості для інструменту – $T=35$ хв.

Значення коефіцієнта C_v і показників степені:

$C_v = 350$; $m=0,20$; $x=0,15$; $y=0,35$;

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Визначаємо швидкість різання:

$$v = \frac{350}{350^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 1 = 215 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 215}{3,14 \cdot 40} = 1712 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстату частоту обертання , приймаємо $n=2000$ об/хв.

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значення коефіцієнта C_p і показників степенів формули кругової сили P_z при фрезеруванні: $C_p = 200$; $x=1$; $y=0,75$; $n=0$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{230}{750}\right)^{0,3} = 0,7$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

										Арк.
										32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ					

$$K_{yp} = 1.25$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0.7 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1 = 0.87$$

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 0.75^1 \cdot 0.6^{0.75} \cdot 215^0 \cdot 0.87 = 890 \text{ Н}$$

Ефективна потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{890 \cdot 215}{1020 \cdot 60} = 3,1 \text{ кВт}$$

020 Токарна операція

1. Точити поверхню 4 начорно:

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

Поправочний коефіцієнт K_{mv} , враховуючий вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання визначається:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1;$$

Де $K_r = 1,0$; $nv = 1,0$;

σ_B - фактичний параметр, який характеризує оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання. $\sigma_B = 750$ МПа

K_r - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по обрблюваності.

$K_{nv}=1.0$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки.

$K_{uv}=1.0$ -коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

-Подача при чорновій обробці – $S=0.8$ мм/об.

-Глибина різання при чорновій обробці – $t=1.75$ мм.

-Період стійкості для інструменту – $T=45$ хв.

Значення коефіцієнта C_v і показників степені:

$C_v = 340$; $m=0,20$; $x=0,15$; $y=0,45$; $u=1,1$; $p=0$; $q=0,2$;

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Визначаємо швидкість різання:

$$v = \frac{340}{45^{0,2} \cdot 1,75^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1 = 162 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 162}{3,14 \cdot 20} = 2579 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстату частоту обертання, приймаємо

$n=2500$ об/хв.

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значення коефіцієнта C_p і показників степенів формули кругової сили P_z при точінні: $C_p = 300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{230}{750}\right)^{0,3} = 0,7$$

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{yp} = 1,25$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 1$$

$$K_p = 0,7 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,75^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 162^{-0,15} \cdot 0,87 = 1801 \text{ Н}$$

Ефективна потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1801 \cdot 162}{1020 \cdot 60} = 4,7 \text{ кВт}$$

2. Точити поверхню 4 начисто:

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

Поправочний коефіцієнт K_{mv} , враховуючий вплив фізико-механічних

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання визначається:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750}\right)^1 = 1;$$

Де $K_r = 1,0$; $nv = 1,0$;

σ_B - фактичний параметр, який характеризує оброблюваний матеріал, для якого розраховується швидкість різання. $\sigma_B = 750$ МПа

K_r - коефіцієнт, який характеризує групу сталі по оброблюваності.

$K_{nv}=1.0$ - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки.

$K_{uv}=1.0$ -коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

-Подача при чистовій обробці – $S=0.3$ мм/об.

-Глибина різання при чистовій обробці – $t=0.75$ мм.

-Період стійкості для інструменту – $T=45$ хв.

Значення коефіцієнта C_v і показників степені:

$C_v = 350$; $m=0,20$; $x=0,15$; $y=0,35$;

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Визначаємо швидкість різання:

$$v = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 0,75^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} \cdot 1 = 260 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Частота обертання шпинделя верстату:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 260}{3,14 \cdot 20} = 4140 \text{об/хв}$$

Згідно паспорту верстату частоту обертання, приймаємо

$n=4000$ об/хв.

Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значення коефіцієнта C_p і показників степенів формули кругової сили P_z при точінні: $C_p = 300$; $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0.15$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{230}{750}\right)^{0,3} = 0,7$$

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$K_{\varphi p} = 1$$

$$K_{y p} = 1.25$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{r p} = 1$$

$$K_p = 0.7 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1 = 0.87$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.75^1 \cdot 0.3^{0.75} \cdot 260^{-0.15} \cdot 0.87 = 345H$$

Ефективна потужність різання визначається за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{345 \cdot 260}{1020 \cdot 60} = 1.5 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.3 – Режими різання

№	Перехід	t,мм	S,мм/об	V,м/хв	n,хв ⁻¹	N _e ,кВт	T _{очн} ,хв
005	1	1,75	0,7	172	2000	4,5	0,017
	2	0,75	0,3	260	3500	1,5	0,02
010	1	1,75	0,18	267	2500	2,2	0,08
	2	0,75	0,6	215	2000	3,1	0,03
015	1	1,75	0,16	267	2500	2,2	0,06
	2	0,75	0,6	215	2000	3,1	0,02
020	1	1,75	0,8	162	2500	4,7	0,006
	2	0,75	0,3	260	4000	1,5	0,01

2.6 Нормування технологічного процесу

Залежно від організаційної форми виробництва здійснюємо розрахування основних технічних норм часу. Для поточної форми організації виробництва розраховуємо штучний час:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{об} + T_{пер}$$

Де:

T_o- основний час, хв;

T_д-допоміжний час, хв;

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

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

$T_{\text{пер}}$ - час перерви, хв.

Основний час визначається за формулою:

$$T_{o1} = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{25}{0,7 \cdot 2000} = 0,017 \text{ хв}$$

$$T_{o2} = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{25}{0,3 \cdot 3500} = 0,02 \text{ хв}$$

$$T_o = 0,017 + 0,02 = 0,037 \text{ хв}$$

$$T_{o1} = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{38}{0,18 \cdot 2500} = 0,08 \text{ хв}$$

$$T_{o2} = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{38}{0,6 \cdot 2000} = 0,03 \text{ хв}$$

$$T_o = 0,08 + 0,03 = 0,11 \text{ хв}$$

$$T_{o1} = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{31}{0,18 \cdot 2500} = 0,06 \text{ хв}$$

$$T_{o2} = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{31}{0,6 \cdot 2000} = 0,02 \text{ хв}$$

$$T_o = 0,06 + 0,02 = 0,08 \text{ хв}$$

$$T_{o1} = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{12}{0,8 \cdot 2500} = 0,006 \text{ хв}$$

$$T_{o2} = \frac{L}{S \cdot n} = \frac{12}{0,3 \cdot 4000} = 0,01 \text{ хв}$$

$$T_o = 0,006 + 0,01 = 0,016 \text{ хв}$$

Де L – довжина оброблюваної деталі.

S – подача (м/хв)

n – частота обертання шпинделя верстату.

Допоміжний час визначається по формулі:

$$T_B = T_{y.c} + T_{z.o} + T_{y.n} + T_{n.z}$$

$T_{y.c}$ - час на установку і знаття деталі;

$T_{z.o}$ - час на закріплення і розкріплення деталі;

$T_{y.n}$ - час на управління;

$T_{n.z}$ - час на вимірювання деталі.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час розрахунку додаткового часу вводимо коефіцієнт $k=1$ для масового виробництва.

$T_{y.c} = 0,11 \cdot 1 = 0,11 \text{ хв}$ - час на установку і зняття деталі за допомогою патрона з пневматичним затискачем;

$T_{з.о} = 0,04 \cdot 1 = 0,04 \text{ хв}$ - час на закріплення і розкріплення деталі за допомогою пневматичного зажиму;

$T_{y.п} = 0,01 \cdot 1 = 0,01 \text{ хв}$ - час на управління увімкнення верстата за допомогою кнопки;

$T_{н.п} = 0,15 \cdot 1 = 0,15 \text{ хв}$ - час на вимірювання деталі скобою двохсторонньою.

$$T_B = 0,11 + 0,04 + 0,01 + 0,15 = 0,31 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час:

$T_{пз1} = 16 \text{ хв}$ - час на наладку верстатного пристрою ;

$T_{пз2} = 2 \text{ хв}$ - час на установку фрез;

$T_{пз3} = 10 \text{ хв}$ - час на додаткові прийоми.

$$T_{пз} = 16 + 2 + 10 = 28 \text{ хв.}$$

Операційний час знаходимо по формулі:

$$T_{оп} = T_o + T_B$$

$$T_{оп} = 0,037 + 0,31 = 0,347 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = 0,11 + 0,31 = 0,42 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = 0,8 + 0,31 = 1,11 \text{ хв.}$$

$$T_{оп} = 0,016 + 0,31 = 0,362 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця складає 6% від операційного:

$$T_{об} = \frac{T_{оп} \cdot 6}{100}$$

$$T_{об} = \frac{0,347 \cdot 6}{100} = 0,02 \text{ хв.}$$

$$T_{об} = \frac{0,42 \cdot 6}{100} = 0,025 \text{ хв.}$$

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{об} = \frac{1,11 \cdot 6}{100} = 0,06 \text{ хв.}$$

$$T_{об} = \frac{0,362 \cdot 6}{100} = 0,02 \text{ хв.}$$

Час перерви і відпочинок складає 9% від операційного часу:

$$T_o = \frac{T_o \cdot 9}{100}$$

$$T_{об} = \frac{0,347 \cdot 9}{100} = 0,031 \text{ хв.}$$

$$T_{об} = \frac{0,42 \cdot 9}{100} = 0,037 \text{ хв.}$$

$$T_{об} = \frac{1,11 \cdot 9}{100} = 0,09 \text{ хв.}$$

$$T_{об} = \frac{0,362 \cdot 9}{100} = 0,032 \text{ хв.}$$

Тоді штучний час буде дорівнювати:

$$T_{шт} = 0,037 + 0,31 + 0,347 + 0,02 = 0,714 \text{ хв.} \approx 1 \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = 0,11 + 0,31 + 0,42 + 0,025 = 0,865 \text{ хв.} \approx 1 \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = 0,8 + 0,31 + 0,11 + 0,06 = 1,28 \text{ хв.} \approx 2 \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = 0,016 + 0,31 + 0,362 + 0,02 = 0,748 \text{ хв.} \approx 1 \text{ хв.}$$

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Проектування технологічного оснащення.

3.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми

Ми розробляємо технологічне оснащення для масового типу виробництва, тому необхідне технологічне оснащення, яке б дозволило знизити або по можливості усунути важку, ручну і низько кваліфіковану працю, яка пов'язана з установкою і закріпленням деталі. Даний пристрій повинен мати пневмо- або гідропривід. Деталь базується по поверхні довжиною 120 мм, та рівномірно піджимається по поверхнях довжиною 25 мм і 12 мм силою W.

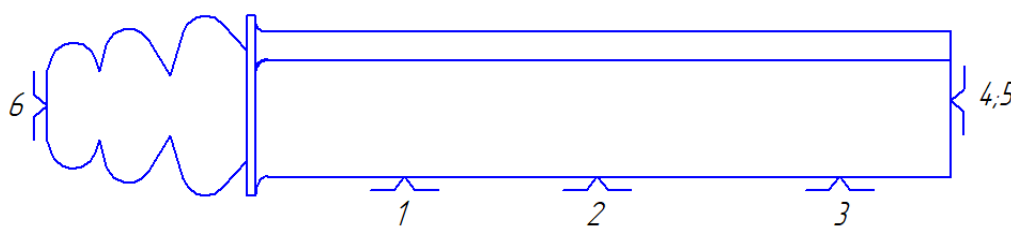


Рисунок 3.1 – Схема базування деталі

3.1.2 Силовий розрахунок параметрів приводу

Дивлячись та визначившись зі схемою базування, виберемо установчий елемент використовуючи правило шести точок. Сила зажиму розглядається з умови рівноваги заготовки з врахуванням коефіцієнта запасу K.

Розрахунок пневмопривода при його заданих розмірах зводиться до заданої розвиваючої сили на штоці $P_{ш}$. Часто вирішується обернена задача, коли по заданій силі $P_{ш}$ і відомому тиску в пневмомагістралі виявляються розміри пневмопривода, здійснюється його вибір чи конструювання.

Сила на штоці поршневого пневмопривода знаходиться за формулою:

$$\text{Штовхаюча сила: } P_{ш} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta$$

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

026Б-24.00.00.00.000ПЗ

$$P_{ш} = \frac{3.14}{4} \cdot 50^2 \cdot 0.5 \cdot 0.85 = 8340 \text{ Н}$$

$$\text{Сила тяги: } P_{ш} = (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta$$

$$P_{ш} = (50^2 - 16^2) \cdot 0.5 \cdot 0.85 = 7480 \text{ Н}$$

де D – діаметр поршня пневмоциліндра, мм; p – тиск стиснутого повітря, МПа (0,4-0,6); d – діаметр штока пневмоциліндра, мм; η – ККД (0,85...0,95); Для оберненої задачі приведені залежності розраховуються відносно діаметра циліндра D . при розрахунку D по зусиллю тяги діаметр штока знаходиться через D (можна приймати $d = (0,325...0,545)D$).

3.1.3 Розрахунок пристрою на точність

Для забезпечення пристрою на точність необхідно виконати умову

$$\sum E < T, \quad \text{де } T = 0,15 \text{ мм} - \text{допуск на розмір,}$$

$\sum \xi$ -сумарна похибка

1. За розрахунковий розмір приймемо допуск на домінуючий по точності розмір, що обробляється на даній операції.

2. Похибка базування $E_6 = 0,01 \text{ мм}$

3. Похибка закріплення. Заготовка встановлюється на установчі елементи.

Затиск поверхонь здійснюють за допомогою пневмоциліндра $E_3 = 0,01 \text{ мм}$

4. Похибка установки пристрою на верстаті: $E_{уст} = 0,01 \text{ мм}$

5. Похибка - знос робочої поверхні опор при виконанні даної програми:

$$E_n = B \cdot N^n = 0.0001 \cdot 275700^{0.5} = 0.05 \text{ мм}$$

6. Похибку від зносу робочих поверхонь можна прийняти $E_i = 0,05 \text{ мм}$

Загальна похибка визначається по формулі:

$$E_{пр} = \delta_1 - k_m \cdot \sqrt{(k_{m1} \cdot E_6)^2 + E_3^2 + E_y^2 + E_i^2 + (k_{m2} \cdot \omega)^2}$$

$$E_{пр} = 0.15 - 1.2 \cdot \sqrt{(0.06 \cdot 0.02)^2 + 0.02^2 + 0.02^2 + 0.02^2 + 0.02^2 + (0.6 \cdot 0.22)^2}$$

$$= 0.01 \text{ мм}$$

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

Друга вимірювальна база (твірна 5) займає при перевірці партії деталей різне розташування за висотою відносно вимірного елемента 6, спричиняючи похибку.

$$\varepsilon_{\text{пр1}} = d - \sqrt{d^2 - \frac{\delta^2}{\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)}} = 45 - \sqrt{45^2 - \frac{0,3^2}{\sin^2\left(\frac{15}{2}\right)}} = 0,011 \text{ мм}$$

де d – найменший діаметр деталі;

α – кут призми.

При контролюванні партії деталей границі вимірювання дорівнюють не допуску на діаметр, а такій величині

$$C = \delta - \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_{\text{м}} = \varepsilon_{\text{м}} + \frac{\delta}{2} = 0,9 + \frac{0,3}{2} = 1,05 \text{ мм}$$

На рис. 3.2 б) показана друга схема контрольного пристрою, при використанні якої ε_{δ} і $\varepsilon_{\text{м}}$ рівні нулю. Це досягається суміщенням установочної і вимірювальної баз (твірна 7) та використанням наконечника 8 вимірювального елемента тарілчатої форми. Для підвищення продуктивності контролю використовують багатомірні контрольні пристрої, які дозволяють одночасно перевіряти декілька розмірів за одне встановлення деталі. Використання таких пристроїв можливе, якщо одна і та ж поверхня деталі є установочною і вимірювальною базою для всіх розмірів, які перевіряють. Ці умови часто забезпечують перерахунком розмірів і допусків деталі. На рис. 3.2 в) приведена схема пристрою для одночасної перевірки розмірів H_1 , H_2 , H_3 . Поверхня 9 є установочною і спільною для цих розмірів вимірювальною базою. Для перевірки розміру H_4 поверхня 9 служить установочною базою, а поверхня 10 – вимірювальною. Для усунення похибки базування можна запропонувати такі варіанти вирішення:

1. Замість розміру H_4 здійснюють перевірку розміру H_5 .

Приймаючи H_4 за замикаючу ланку розмірного ланцюга, отримаємо $\delta_4 = \delta_3 + \delta_5$, звідки $\delta_5 = \delta_4 - \delta_3$. При $\delta_3 > \delta_4$ і неможливості δ_3 розмір δ_5 перевіряють в іншому пристрої.

										Арк.
										43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ					

2. За вимірювальну і установочну бази приймають поверхню 11 (рис. 3.2 г), а вимірний елемент m підводять до поверхні 12. Деталь притискають до бокової опори силою Q .

3. Використовують перший пристрій, в якому попередньо налагоджений вимірний елемент m підводиться повзуном n до поверхні 12 (рис. 3.2 д).

Для використання багатомірних контрольних пристроїв необхідне проставлення розмірів, які перевіряють, від однієї вимірювальної бази і можливість суміщення цієї бази з вигідною для контролю установочною базою деталі. В окремих випадках необхідно перераховувати допуски на контролюючі розміри з врахуванням специфіки багатомірного контролю. При проектуванні будь-якого контрольного пристрою необхідно ретельно оцінити всі переваги і недоліки можливих в даному випадку методів базування з врахуванням реальних розмірів деталі і базуючих елементів пристрою. Аналіз базуючих елементів повинен завершуватися підрахунком спричиненої ним відносної похибки мірювання.

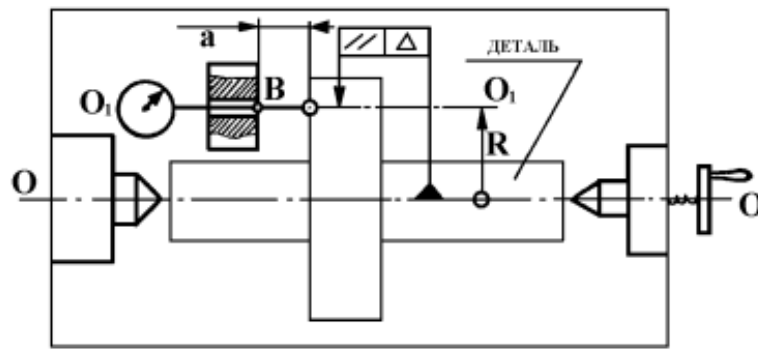
Похибки закріплення у контрольному пристрої.

Робота затискного механізму контрольного пристрою суттєво відрізняється від роботи аналогічного механізму у верстатних пристосуваннях. Необхідність в затискних механізмах відпадає, якщо деталь під дією вимірювальної сили займає досить стійке розташування на опорах. Для визначення похибки закріплення можна використовувати розрахункові залежності, отримані експериментальним шляхом. При цьому визначають граничні значення зміщення деталі під дією навантаження. Але розрахунковий метод визначення величини зміщення деталі під дією сил закріплення досить працемісткий. З метою спрощення розрахунків для типових схем встановлення деталей значення ε_z залежно від виду опор, габаритів деталі, стану базової поверхні і типу затискного механізму у контрольних пристроях вибирають з таблиць довідників.

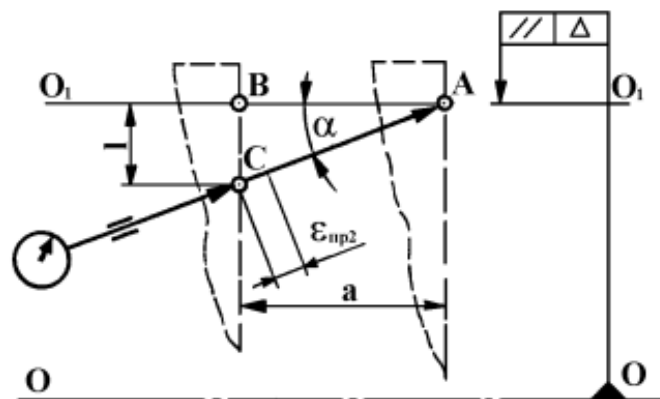
Похибки розташування деталі у контрольному пристрої.

Неточність виготовлення пристрою залежать від похибок виготовлення його деталей, похибок складання та регулювання, а також від зношування його елементів у процесі експлуатації.

									Арк.
									44
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				



a)



б)

Рисунок 3.3 – Розрахункова схема контрольного пристрою: а - схема контролю; б – схема для визначення похибки $\epsilon_{пр2}$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

026Б-24.00.00.00.000ПЗ

Арк.

46

ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Уточнення типу виробництва

Розрахункова кількість обладнання, визначаємо за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{\text{ш-к}}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{\text{з.н.}}}$$

де $N=275700$ - річна програма випуску, шт.;

$T_{\text{ш-к}}$ - штучно-калькуляційний час, хв;

F_d - дійсний річний фонд ($F_d=4029$ год);

$\eta_{\text{з.н.}} = 0.8$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$$m_p = \frac{275700 \cdot 0,95}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 1,35 \rightarrow 2$$

$$m_p = \frac{275700 \cdot 2,3}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 3,2 \rightarrow 4$$

$$m_p = \frac{275700 \cdot 1,5}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 2 \rightarrow 2$$

$$m_p = \frac{275700 \cdot 3,5}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 4,9 \rightarrow 5$$

m_p заокруглюємо в більшу сторону до цілого числа, а отже отримуємо певну кількість робочих місць.

Дійсний коефіцієнт завантаження обладнання визначається за формулою:

$$\eta_{\text{з.д.}} = \frac{m_p}{p}$$

$$\eta_{\text{з.д.}} = \frac{1,35}{2} = 0,67$$

$$\eta_{\text{з.д.}} = \frac{3,2}{4} = 0,8$$

$$\eta_{\text{з.д.}} = \frac{2}{2} = 1$$

$$\eta_{\text{з.д.}} = \frac{4,9}{5} = 0,98$$

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість операцій, які виконуються на цьому обладнанні визначаємо за

$$\text{формулою: } O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}$$

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,8}{1,35} = 0,5; \text{ приймаємо } 1$$

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,8}{3,2} = 0,25; \text{ приймаємо } 1$$

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,8}{2} = 0,4; \text{ приймаємо } 1$$

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} = \frac{0,8}{4,9} = 0,16; \text{ приймаємо } 1$$

Таблиця 4.1- Зведення даних

Операція	$T_{ш-к}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
1	2	3	4	5	6
Токарна	0,95	1,35	2	1,35	1
Горизонтально-фрезерна	2,3	3,2	4	3,2	1
Вертикально-фрезерна	1,5	2	2	2	1
Токарна	3,5	4,9	5	4,9	1
Σ	8,25		13	11,45	4

Коефіцієнт закріплення операції визначаємо за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} = \frac{4}{13} = 0,3$$

Оскільки $K_{з.о.} < 1$ то приймаємо масовий тип виробництва.

Добовий випуск виробів визначаємо за формулою:

$$N_c = \frac{N}{256} = \frac{275700}{256} = 1076.95 \text{ шт}$$

де $N = 275700$ - річна програма випуску, шт.

256 – робочі дні у році.

Добову продуктивність поточної лінії визначаємо за формулою:

									Арк.
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

$$Q_c = \frac{F_c}{T_{\text{шк-с}}} \cdot \eta_{\text{з.ф.ср}} = \frac{952}{2,06} \cdot 2,8 = 1294 \text{ шт}$$

F_c - при 2-х змінній роботі, $F_c=952$ хв.;

$$T_{\text{шк-с}} = \frac{\sum T_{\text{шт.ср}}}{n} = \frac{8,25}{4} = 2,06$$

де n – кількість операцій;

$$\eta_{\text{з.ф.ср}} = \frac{\sum \eta_{\text{з.ф.}}}{n} = \frac{11,45}{4} = 2,8$$

Оскільки добовий випуск виробів більший добової продуктивності групової лінії, тоді ми застосовуємо потокову форму організації виробництва.

$$N_c > Q_c \cdot 0,6$$

$$1076,95 > 1294 \cdot 0,6 = 776,4;$$

Форма організації виробництва потокова – що і треба було довести.

Розраховуємо такт випуску виробів при такому виді виробництва:

$$t = \frac{60 \cdot F_d}{N} = \frac{60 \cdot 4029}{275700} = 0,8 \text{ хв}$$

$F_d=4029$ год - дійсний річний фонд роботи пристроїв.

N - програма випуску.

Прийнято масовий тип виробництва з потоковою формою його організації.

4.2 Визначення кількості робітників на дільниці

Кількість основних робітників визначається за формулою:

$$P_B = M_{\text{р.в.}} \cdot m \cdot K_n$$

$m=2$ – число змін роботи обладнання в добу;

де $M_{\text{р.в.}}$ – кількість місць робітників-верстатників: $M_{\text{р.в.}} = \frac{P}{K_M} = \frac{3}{1,2} = 2,5$

де $P=100$ – прийнята кількість верстатів на дільниці;

$K_M=1,2$ – коефіцієнт багатостатного обслуговування;

K_n – коефіцієнт, який враховує додаткову кількість робітників для заміни:

$$K_n = \frac{F_{\text{н.р.}}}{F_{\text{д.р.}}} = \frac{2070}{1820} = 1,1$$

$F_{\text{н.р.}}=2070$ – номінальний річний фонд часу для робітника, год;

$F_{\text{д.р.}}=1820$ – дійсний річний фонд часу для робітника, год.

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

$$P_B = 2,5 \cdot 2 \cdot 1,1 = 5,5 \approx 6 \text{ чол.}$$

Кількість допоміжних робітників встановлюється за штатним списком відомих аналогічних виробничих дільниць. Дільниці зі невеликою кількістю обладнання (15÷25 одиниць), як правило загалом, обслуговуються загально цеховим штатом допоміжних працівників.

Кількість допоміжних робітників становить 18-25% від основних робітників.

$$P_D = (18 \dots 25) \cdot P_B \cdot 100\%$$

P_B -кількість основних робітників;

$$P_D = (18 \dots 25) \cdot 0,06 = 1,08 \dots 1,5 \text{ чол.}$$

Приймаємо, $P_D = 1$ чол.

Кількість основних робітників важко нормуються і не визначаються. Тому кількість таких робітників визначають у відсотках від числа верстатників:

$$P_{нев} = 6 \cdot 3\% = 0,18 = 1.$$

У механоскладальних цехах рекомендується мати не менше 100 верстатів основного виробництва. Якщо за розрахунками кількість обладнання є значно меншою, тому необхідно провести до завантаження виробництва. Для цього знаходимо, наближено, кількість подібних виробів для виготовлення у цеху за формулою:

$$B = \frac{C_n}{m_n}$$

де C_n – прийнята кількість верстатів у цеху;

m_n – прийнята кількість верстатів на дільниці виготовлення деталі.

$$B = \frac{100}{3} = 34$$

Уточнюємо кількість верстатів у цеху за прийнятою кількістю виробів:

$$C_n = B_n \cdot m_n = 34 \cdot 3 = 102$$

Ручні місця слюсарів в механічних дільницях:

$M_M = 2\%$ від C_n .

$$M_M = 0,02 \cdot 102 = 2.$$

Розрахунок верстатників визначають з урахуванням кількості прийнятих верстатів в цеху:

$$P_B = \frac{C_n \cdot F_{д,д} \cdot K_3 \cdot K_B}{F_{д,д} \cdot K_M}$$

де C_n – прийнята кількість верстатів в цеху;

$F_{д.о.}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$F_{д.р.}$ – дійсний річний фонд часу роботи робітника;

K_M – коефіцієнт багатостатного обслуговування;

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ					

$K_3 \cdot K_B = 0.8$ – коефіцієнти завантаження та використання обладнання: для Масового типу виробництва

$$P_B = \frac{102 \cdot 4029 \cdot 0.8}{1820 \cdot 1.5} = 120$$

Кількість слюсарів : $2\% \cdot P_B = 0,02 \cdot 120 = 3$.

До виробничників та працівників належать наладчики, кількість яких визначається за нормативами. Необхідна кількість наладчиків для технологічних операцій:

$$005 \quad P_{H1} = 2$$

$$010 \quad P_{H2} = 3$$

$$015 \quad P_{H3} = 4$$

$$020 \quad P_{H4} = 4$$

Кількість наладчиків:

$$P_H = 2 + 3 + 4 + 4 = 13$$

Загальна кількість основних робітників цеху:

$$P_0 = P_B + P_H + P_{cl} = 120 + 3 + 13 = 136$$

Розрахунок кількості і складу працюючих в цеху

Допоміжні складають для масового виробництва $P_d = 0,50 \cdot 136 = 68$.

Молодший обслуговуючий персонал – $P_{моп} = 0,03 \cdot (136 + 68) = 6,12 = 7$.

Інженерно-технічні працівники – $P_{ітп} = 0,12 \cdot (136 + 68) = 24,48 = 25$.

Лічильно-конторський персонал – $P_{лкп} = 0,05 \cdot (136 + 68) = 10,2 = 11$.

Всього працюючих в цеху:

$$P_{пр} = P_0 + P_d + P_{моп} + P_{ітп} + P_{лкп} = 136 + 68 + 7 + 25 + 11 = 247 \text{ ч.}$$

4.3 Розрахунок виробничої площі дільниці

При укрупненому розрахунку виробничих площ цеху використовують питомі площі, які приходять на одиницю обладнання, на одне робоче місце або одного робітника.

Виробнича площа механоскладального цеху розраховується за формулою:

$$F_{\text{вир}} = C_n \cdot F_{\text{вер}}$$

де C_n – прийнята кількість основних верстатів цеху; $F_{\text{вер}} = 1$ – питома площа на 1 верстат, м^2

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

Таблиця 4.2 – Розрахунок виробничой площі дільниці

№	Верстат	Площа, м ²	Питома площа, м ²	Кількість	Загальна площа, м ²
1.	1А616	3×1,4	26	1	26
2.	6М80Г	3,6×3,2	40	1	40
3.	ВР80Ш	4,8×3	40	1	40
Сума				3	106

$$F_{\text{вир}} = 26 + 40 + 40 = 106\text{м}^2$$

Площа механоскладального цеху: $F_{\text{вир}} = \sum m_{\text{ц}} \cdot F_{\text{вер,д}}$

Де $m_{\text{ц}}$ – кількість однотипного обладнання в цеху;

$F_{\text{вер,д}}$ – питома площа на 1 верстат (табл.4.3).

Таблиця 4.3 – Розрахунок виробничой площі цеху

№	Верстат	Площа, м ²	Питома площа, м ²	Кількість	Загальна площа, м ²
1.	1А616	3×1,4	26	34	884
2.	6М80Г	3,6×3,2	40	34	1360
3.	ВР80Ш	4,8×3	40	34	1360
Сума				102	3604

$$F_{\text{вир}} = 884 + 1360 + 1360 = 3604\text{ м}^2$$

Виробнича площа дільниці визначається за формулою:

$$F_{\text{вир.скл}} = F_{\text{вир}} \cdot (30 \dots 40\%) = 3604 \cdot 0,39 = 1405,5\text{м}^2$$

Де $F_{\text{вир}}$ - виробнича площа цеху;

Приймаємо, $F_{\text{вир.скл}} = 1406\text{м}^2$

4.4 Розробка технологічного планування дільниці

По розрахунках даного механоскладального цеху вибираємо наступну сітку колон, яка містить ширину прольоту $L = 24$ м і крок колон $t = 12$ м. Загальна довжина цеху складає 60 м і ширина – 24 м. Розміри основних колон в поперечному перерізі складають $0,5 \times 0,5$ м. В цеху розміщений наскрізний головний магістральний проїзд шириною 4м. Вїзд та виїзд з цеху транспортних засобів супроводжується відкриванням та закриванням двостулкових воріт, з розмірами 3×3 м.

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

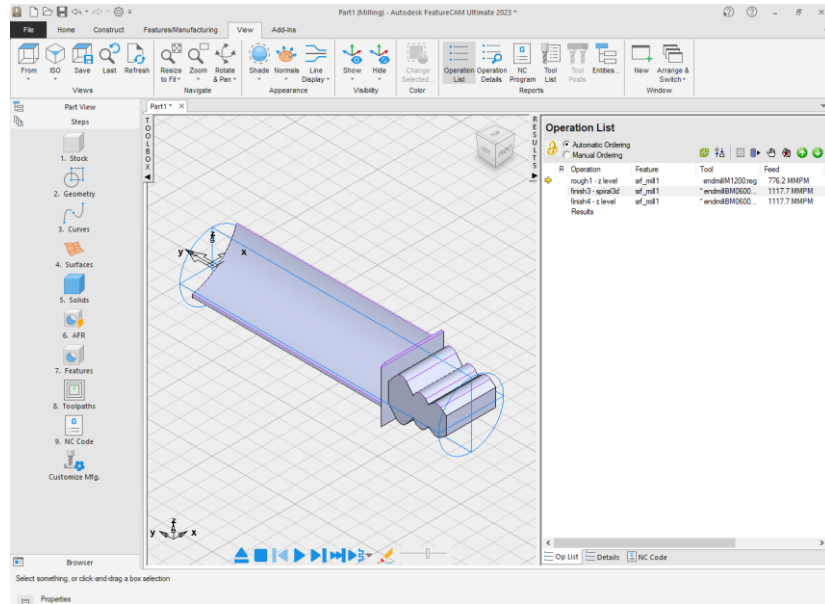


Рисунок 5.2 - Вибір форми заготовки для лопатки газотурбінного двигуна

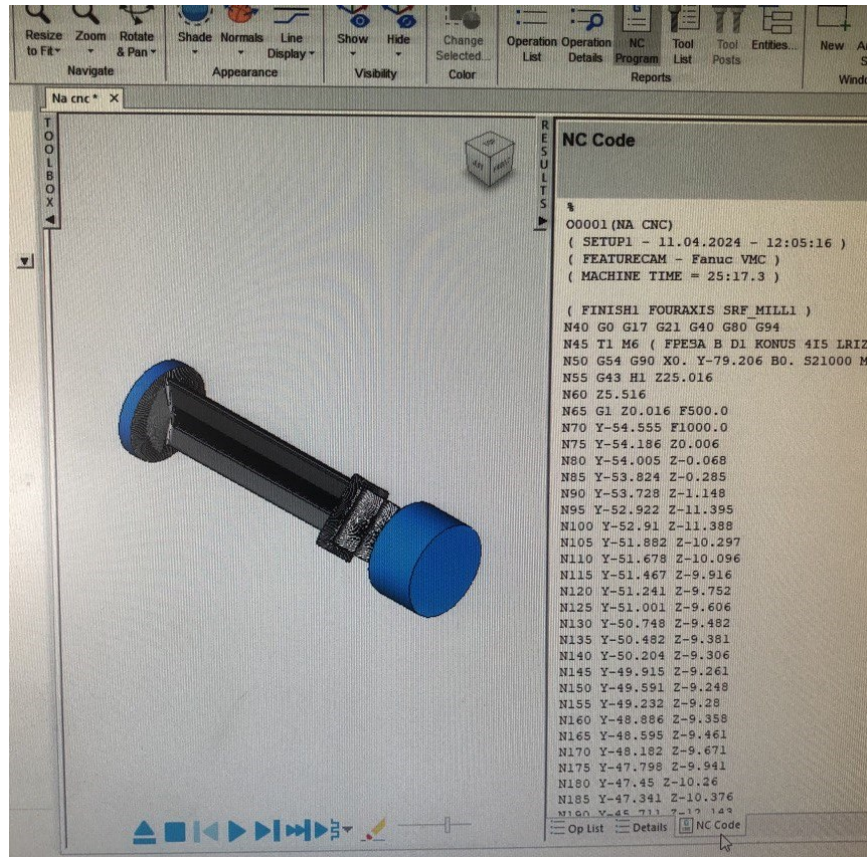


Рисунок 5.3 – Програмна обробка деталі

										Арк.
										54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

026Б-24.00.00.00.000ПЗ



Рисунок 5.4 – Виготовлення макету на верстаті з ЧПУ



Рисунок 5.5 – Результат обробки дерев'яного макету лопатки заготурбінного двигуна

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

5.3 Порівняльна характеристика типового технологічного процесу і технологічного процесу на верстаті з ЧПУ

Таблиця 5.2 – Порівняльна характеристика технологічних процесів

№	Характеристика	ТТП	ТП з ЧПУ
1	Ефективність	<ul style="list-style-type: none"> - Часто передбачає ручні обчислення та операції, які можуть зайняти багато часу. - Ефективність значною мірою залежить від досвіду та майстерності операторів. - Можуть включати повторювані завдання, які схильні до помилок людини. 	<ul style="list-style-type: none"> - Автоматизує обчислення та операції, значно скорочуючи час обробки. - Підвищує продуктивність за рахунок одночасної обробки кількох завдань. - Зводить до мінімуму повторювані завдання завдяки автоматизації, звільняючи людські ресурси для більш складної діяльності.
2	Точність	<ul style="list-style-type: none"> - Точність залежить від точності ручних операцій і розрахунків. - Схильність до людських помилок, що може призвести до варіацій і невідповідностей. - Для забезпечення якості потрібні часті перевірки та підтвердження. 	<ul style="list-style-type: none"> - Забезпечує високу точність завдяки точним алгоритмам і обчислювальним методам. - Знижує ймовірність помилок завдяки автоматизації та стандартизованим процедурам. - Забезпечує стабільну якість і повторюваність на виході.
3	Гнучкість	<ul style="list-style-type: none"> - Змінення процесу може бути громіздким і трудомістким. - Можливість адаптації до нових вимог або змін обмежена необхідністю ручного налаштування. - Покладається на наявність і здатність кваліфікованого персоналу для впровадження змін. 	<ul style="list-style-type: none"> - Висока гнучкість і легкість адаптації до нових параметрів або вимог. - Сприяє швидкому оновленню та модифікації через налаштування програмного забезпечення. - Дозволяє швидко створювати прототипи та тестувати нові конструкції та процеси.

4	Вартість	<ul style="list-style-type: none"> - Витрати на початкове налаштування можуть бути нижчими через меншу залежність від дорогого програмного та апаратного забезпечення. - Поточні операційні витрати можуть бути вищими через трудомісткі процеси та можливі помилки. - Витрати на навчання кваліфікованої робочої сили можуть бути значними. 	<ul style="list-style-type: none"> - Вищі початкові інвестиції в програмне забезпечення та навчання. - Довгострокова економія витрат завдяки підвищенню ефективності, зменшенню помилок і меншим витратам на оплату праці. - Потенціал для зменшення матеріальних відходів і оптимізації використання ресурсів.
5	Управління та аналіз даних	<ul style="list-style-type: none"> - Збір і аналіз даних часто виконуються вручну, що призводить до потенційних неточностей і затримок. - Обмежена можливість використання великих даних і розширеної аналітики. - Історичні дані можуть бути менш упорядкованими та важкими для доступу. 	<ul style="list-style-type: none"> - Забезпечує збір, моніторинг і аналіз даних у реальному часі. - Сприяє використанню аналітики великих даних для оптимізації процесів і прогнозування результатів. - Покращує керування даними та доступність, підтримуючи ефективніше прийняття рішень.
6	Загальний вплив на цикл виробництва/розробки	<ul style="list-style-type: none"> -Повільніший час циклу через ручне втручання та перевірки. -Більший потенціал для вузьких місць і неефективності. -Може бути важко задовольнити високий попит або умови ринку, що швидко змінюються. 	<ul style="list-style-type: none"> -Прискорене виробництво та цикли розробки завдяки автоматизації та ефективній обробці. -Розширені можливості для масштабування операцій і адаптації до вимог ринку. -Покращена загальна оптимізація процесів та інтеграція з іншими цифровими системами

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Класифікація факторів виробничого середовища, які впливають на працівників в процесі їх роботи

Охорона праці завжди є важливою умовою для робочих місць і технологій, починаючи з етапу проектування та під час технологічного прогресу в галузях промисловості, особливо в областях точності та висока небезпека, наприклад, виготовлення лопаток газотурбінних двигунів. Представлені та обговорені деталі щодо основних заходів захисту, оцінки ризиків, процедур безпеки та ергономічних вимог, які повинні бути виконані для виконання механічної обробки лопаток газотурбінного двигуна, не наражаючи працівників на відповідну небезпеку для здоров'я.

Таблиця 6.1 – Види небезпек на підприємстві

Ідентифікація небезпеки	
Механічна небезпека	включає в себе небезпеки, пов'язані з методами роботи, які використовуються під час роботи різальних, шліфувальних і полірувальних машин.
Хімічна небезпека	остання група факторів, що розглядає вплив охолоджуючих рідин, мастильних матеріалів і засобів для чищення.
Фізична небезпека	на цій стадії виникають будь-які порушення у вигляді звуку, вібрації та тепла, які зазвичай пов'язані з процесом вилучення.
Ергономічні небезпеки	поширені типи впливу включають повторювані рухи, а також незручні пози в поєднанні з ручним поводженням з важкими частинами.

Оцінка ризику:

- Оцінка передбачає оцінку ймовірності та серйозності можливих травм для людей, коли оцінюється кожна з визначених небезпек, зазначених вище. Слід використовувати матриці ризиків для розуміння відносного ризику кожної ідентифікованої небезпеки та класифікувати кожен з точки зору потенційної тяжкості та ймовірності виникнення, щоб потім можна було застосувати відповідні заходи контролю.

									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

Протоколи безпеки включає в себе наступні вимоги:

1. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- Захист очей: Рукавички: Захисні окуляри або щиток для обличчя, щоб мінімізувати вплив сміття на шкіру.

- Захист органів слуху: потрібні беруші/наушники для зменшення звуку/шуму.

- Захист рук: захисні аксесуари та щитки: захисні рукавички, стійкі до порізів рукавички для мінімізації травм гострими краями та інструментами.

- Захисний одяг: у разі хімічних спалахів і високої температури, як-от вогнезахисний і антистатичний одяг.

Безпека верстатів:

- Охорона: рекомендується заблокувати та встановити огороження навколо всіх частин обладнання, які беруть участь у робочому русі, щоб звести до мінімуму випадки контакту людей з ними.

- Аварійна зупинка: переконайтеся, що можна керувати гаджетами, оснащеними механізмами, за допомогою легкодоступного модуля екстреної допомоги.

- Процедури блокування/маркування: Стандартні заходи безпеки: Блокування/позначення: ієрархія машини повинна бути надійно захищена, щоб запобігти небезпечним випадковим запускам під час обслуговування.

План реагування на надзвичайні ситуації:

Підготуйте план реагування на надзвичайні ситуації щодо інцидентів, які ймовірно можуть статися, таких як спалах пожежі, розлив хімічних речовин та невідкладна медична допомога.

Це пов'язано з тим, що працівники повинні періодично проводити тренування, щоб зберегти знання про те, які види надзвичайних ситуацій, шляхи виходу доступні та що потрібно робити.

Перша допомога:

Важливо, щоб на місці були доступні аптечки першої допомоги, якими можна скористатися в екстрених випадках, і щоб їх було легко знайти.

									Арк.
									60
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

Переконайтеся, що достатня кількість працівників на робочому місці пройшла навчання з надання першої допомоги та серцево-легеневої реанімації для вирішення будь-яких надзвичайних ситуацій до прибуття професійних служб швидкого реагування.

6.2 Організаційні заходи та методи, які спрямовані на покращення умов і безпеки праці

Покращення умов праці та безпеки вимагає поєднання організаційних заходів і методів, спрямованих на фізичне середовище, робочу практику та організаційну культуру. Ось кілька ефективних стратегій:

Організаційні заходи

1. Система управління безпекою (СУБ):

- Розробити та впровадити комплексну систему СУБ для систематичного управління безпекою.

Це включає процедури та протоколи для управління ризиками, звітності про інциденти та постійного вдосконалення.

2. Комітети з охорони праці:

- Створіть комітети з охорони праці, до складу яких входять керівництво та представники працівників. Ці комітети повинні регулярно переглядати політику безпеки, проводити інспекції та вирішувати проблеми безпеки, висунуті працівниками.

3. Регулярні аудити та інспекції безпеки:

- Проводьте регулярні перевірки та перевірки безпеки, щоб виявити потенційну небезпеку та забезпечити дотримання правил безпеки. Використовуйте контрольні списки та стандартизовані процедури, щоб забезпечити ретельне оцінювання.

4. Чітка політика та процедури безпеки:

- Розробіть чітку та детальну політику та процедури безпеки, які окреслюють обов'язки кожного працівника та керівництва.

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

Переконайтеся, що ці документи легкодоступні та регулярно оновлюються.

5. Оцінка та управління ризиками:

- Виконуйте регулярні оцінки ризиків для виявлення та оцінки потенційних небезпек. Впровадьте відповідні заходи контролю, щоб зменшити ризики, і періодично переглядайте ці заходи, щоб переконатися в їх ефективності.

6. Повідомлення про інциденти та розслідування:

- Впровадити надійну систему звітності про інциденти, яка заохочує співробітників повідомляти про нещасні випадки, випадкові випадки та небезпечні умови, не боячись помсти. Ретельно розслідуйте всі інциденти, щоб виявити першопричини та запобігти повторенню.

Методи , які спрямовані на покращення умов і безпеки праці

1. Навчання та освіта:

- Забезпечте всебічне навчання з техніки безпеки для всіх співробітників, включаючи нових наймів і поточні курси підвищення кваліфікації. Навчання має охоплювати належне використання обладнання, процедури в надзвичайних ситуаціях, розпізнавання небезпеки та конкретні методи безпеки, що стосуються їхніх ролей.

- Сприяти безперервному навчанню, пропонуючи доступ до ресурсів безпеки та заохочуючи участь у семінарах і семінарах з безпеки.

2. Ергономічні вдосконалення:

- Оцінити та перепроектувати робочі місця та завдання, щоб зменшити фізичне навантаження та запобігти травмам опорно-рухового апарату. Це включає в себе надання регульованих меблів, належного освітлення та інструментів, призначених для мінімізації повторюваних навантажень.

- Заохочуйте співробітників робити регулярні перерви та виконувати вправи на розтяжку, щоб зменшити фізичний стрес.

3. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

- Переконайтеся, що відповідні ЗІЗ надані, належним чином обслуговуються та є в наявності. Навчати працівників правильному використанню, зберіганню та догляду за ЗІЗ.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

- Регулярно переглядайте та оновлюйте вимоги до ЗІЗ на основі змін умов роботи та нових ризиків.

4. Безпечна робота:

- Стандартизувати безпечні методи роботи та забезпечити їх неухильне дотримання. Це включає процедури блокування/маркування, правильну роботу машини та безпечне поводження з небезпечними матеріалами.

- Заохочуйте культуру безпеки, коли працівники мають право припинити роботу, якщо виявлять небезпечні умови.

5. Системи зв'язку та звітності:

- Сприяти відкритому спілкуванню з питань безпеки. Використовуйте різні канали, такі як наради з безпеки, дошки оголошень, цифрові платформи та скриньки пропозицій, щоб тримати співробітників у курсі та залучати їх.

- Впровадити анонімну систему повідомлень про проблеми з безпекою, гарантуючи, що всі повідомлення сприйматимуться серйозно та оперативно розглядатимуться.

6. Готовність до надзвичайних ситуацій і реагування:

- Розробити та регулярно оновлювати плани реагування на надзвичайні ситуації для різних типів надзвичайних ситуацій (наприклад, пожежа, розлив хімічних речовин, невідкладна медична допомога). Проводьте регулярні тренування, щоб переконатися, що всі працівники знайомі з процедурами.

- Обладнайте робоче місце необхідним аварійним обладнанням, таким як вогнегасники, аптечки першої допомоги та станції для промивання очей, і забезпечте їх регулярну перевірку та технічне обслуговування.

7. Безпека на основі поведінки (BBS):

- Впровадити програму BBS, яка зосереджена на спостереженні та позитивному закріпленні безпечної поведінки. Забезпечте зворотній зв'язок і інструктаж, щоб заохотити дотримання правил безпеки.

- Залучайте співробітників до спостережень і обговорень безпеки, щоб виявити та виправити небезпечну поведінку до того, як вона призведе до інцидентів.

									Арк.
									63
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	026Б-24.00.00.00.000ПЗ				

8. Ініціативи з балансу між роботою та особистим життям:

- Сприяти балансу між роботою та особистим життям, пропонуючи гнучкий графік роботи, заохочуючи регулярні перерви та підтримуючи ініціативи щодо психічного здоров'я. Добре відпочила та психічно здорова робоча сила менш схильна до нещасних випадків і більш продуктивна.

9. Постійне вдосконалення:

- Розвивайте культуру безперервного вдосконалення, регулярно переглядаючи та оновлюючи методи безпеки на основі відгуків, звітів про інциденти та нових правил або технологій.

- Заохочуйте залучення працівників до ініціатив з безпеки, використовуючи їхні знання та пропозиції для покращення програм безпеки.

Висновок

Впроваджуючи поєднання організаційних заходів і практичних методів, підприємства можуть значно покращити умови та безпеку праці. Ці зусилля не лише захищають благополуччя працівників, але й підвищують загальну продуктивність, моральний дух і дотримання нормативних вимог. Проактивний підхід до безпеки та постійного вдосконалення є важливими для створення сталого та безпечного робочого середовища.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній випускній роботі розроблено ТП виготовлення лопатки МЛВ-24 газотурбінного двигуна, при масовому виробництві, з потоковою формою його організації. По наших розрахунках при виготовленні даної деталі використовують токарний та горизонтально-, вертикально-фрезерний верстати.

У загальній частині розглянуто службове призначення, ТУ і характеристика об'єкта виробництва, аналіз технічних умов на деталь, вибір методу одержання заготовок, вибір методу обробки деталі, аналіз програми випуску, визначення типу та організаційної форми нашого виробництва.

У технологічній частині розглянуто аналіз технологічності конструкції деталі, вибір і обґрунтування технологічних баз, визначення допусків на технологічні розміри і розрахунки припусків, розмірний аналіз технологічного процесу, розрахунок режимів різання, вибір обладнання, нормування технологічного процесу.

У конструкторській частині розглянуто проектування технологічного оснащення, вибір і обґрунтування принципу дії структурної схеми, силовий розрахунок параметрів приводу, розрахунок на точність, загальний опис конструкції.

Розраховали план дільниці, де визначили кількість основних робітників дільниці, кількість допоміжних робітників дільниці, розраховали виробничу площу за нормативами питомих площ.

У спеціальному розділі зробили порівняльну характеристику типового технологічного процесу і технологічного процесу на верстаті з ЧПУ. Впровадження числового програмного забезпечення в технологічні процеси забезпечує значні переваги з точки зору ефективності, точності, гнучкості, економічності та управління даними. Незважаючи на те, що початкові інвестиції можуть бути вищими, довгострокові переваги в операційній продуктивності та адаптивності роблять його доцільним вдосконаленням для сучасних промислових і технологічних середовищ.

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					026Б-24.00.00.00.000ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		