

[16:23:04] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1002 [3] (200020 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:23:18] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №997 [3] (200031 миллисек.): Yandex (
Время ожидания операции истекло)

[16:23:42] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1007 [3] (200028 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:23:48] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1012 [3] (200017 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:24:13] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1017 [3] (200018 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:25:02] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1022 [3] (200034 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:25:19] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1027 [3] (200044 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:25:53] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1032 [3] (200024 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:26:05] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1037 [3] (200027 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:27:44] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1047 [3] (200052 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:28:15] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1042 [3] (200068 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:29:10] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1052 [3] (200068 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:31:51] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1057 [3] (200053 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:32:23] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1062 [3] (200053 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:32:40] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №1067 [3] (200037 миллисек.): Yandex
(Время ожидания операции истекло)

[16:32:41] Тип проверки: *Стандартная*

[16:32:41] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена
некорректно! (Обнаружено ошибок: 26%)**

[16:32:41] **Уникальность текста 74%[©] (Проиgnорировано подстановок: 1%)**

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Шевченко Ю.А., провів
зав. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.

17.12.2018р.





УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ЗНТУ)

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект Технічний термін служби валів
виробництва ГЕС типу КК-100 (роботи) Застосу-
вання в технологічному процесі виготовлення
валів виробництва ГЕС типу КК-100
Студент Білик Роман

Спеціальність «131 Прикладна механіка» , група МЗ-1134

Обсяг проекту повний

Кількість аркушів креслень 11-А1

Кількість сторінок пояснювальної записки 162

а) короткий зміст проекту та прийнятих рішень

Зміст роботи відповідає завданню,
прийняті рішення обґрунтовані, роз-
роблений технологічний процес виготов-
лення валів

б) висновок про відповідність проекту завданню

Мастерська робота відповідає
завданню та темі.

в) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту,
рівень відповідності останнім досягненням науки та техніки і передовим
методам роботи

мастерська робота не в повному
обсязі відповідає останнім досягнен-
ням науки та техніки

г) негативні особливості виконання проекту

Недостатньо пристосування, не доско-
нально обґрунтовані деталі типу "вал"

д) позитивні особливості

у роботі використано

розглянуто динамічно, баластована, вага
із застосуванням випробовувано-розроблено
е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до проекту
на. малюнках, кресленнях, рисунках,
розробках, схемах, розрахунках, таблицях,
по сторінках, розрахунках, пояснювальних записках.
Відповідає вимогам ЕСКД ЕСКД.

є) відгук про роботу загалом загальною роботою від-
повідає рівню освітньої кваліфіка-
ції «магістр»

ж) інші зауваження немає

з) оцінка проекту магістерської роботи від-
повідає оцінці «задовільно»

Рецензію склав доц. К.Т.Н. Грехальський Г.В. Грех
(посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

«чудово» 20 18 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

машинобудівний
(повне найменування інституту, назва факультету)
Технології машинобудування
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

другий (магістерський)
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Підвищення терміну служби валу компресора ГТД шляхом
застосування в технологічному процесі виготовлення динамічного
балансування з використанням балансувального випробувального
обчислювального комплексу БІВК

Виконав: студент 6 курсу, групи Мз-1134
спеціальності (напряму підготовки)

131 Прикладна механіка
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Мельченко Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник Потюпкін А.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Пухальська Г.В.
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя

2018 рік

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет, відділення машинобудівний
Кафедра, циклова комісія Технологія машинобудування
Освітньо-кваліфікаційний рівень Другий (магістерський)
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової

комісії

ТМБ

Др. Дедз С.Г.

"14" 12 2018 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Шевченко Юлія Андріївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення терміну служби валу компресора ГТД шляхом застосування в технологічному процесі виготовлення дималітного застосування в технологічному процесі застосування виміривально-обчислювального комплексу БІВК

керівник проекту (роботи) Патюк А.В. Др.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "26" 11 2018 року №372

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

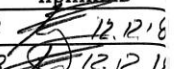
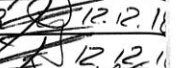
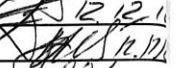
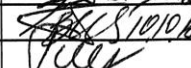
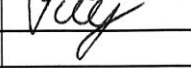
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі "Вал" 26.11.2018, рідка програма вигукку 15000.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Технологічна частина, конструкторська проектування алюмінієвої діжки, спеціальна частина, оцінка праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Креслення деталі "Вал", креслення з'єднання (3D моделювання), маршрут виготовлення деталі, робота на контрольних пристосуваннях, вивчення спец.завдання

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техн. част	Патюнкін А.В., доц.	 10.12.18	 12.12.18
Констр. част	Патюнкін А.В., доц.	 5.02.18	 12.12.18
Пр. мех. част	Патюнкін А.В., доц.	 3.02.18	 12.12.18
Охор. прил.	Цимирко В.І., к.т.н., доц.	 10.10.18	 12.12.18
Мари. конст.	Пухальська Р.В., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 01.10.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Срок виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Технологічна частина	08.10.2018	
2.	Конструкторська частина	22.10.2018	
3.	Проектування механічної деталі	06.11.2018	
4.	Спеціальна частина	03.12.2018	
5.	Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	10.12.2018	

Студент


(підпис)Шевченко Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)Патюнкін А.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 162 сторінок; 11 рис.; 10 таблиць; 2 додатки.

Об'єкт дослідження – вал компресора двигуна Д-436

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний.

Мета магістерської роботи – підвищення терміну служби вала компресора двигуна Д-436 шляхом застосування динамічного балансування з використанням балансувального вимірювально-обчислювального комплексу БІВК.

В роботі визначені особливості технологічного процесу виготовлення вала компресора, що пов'язано з його конструкцією і властивостями матеріалу, обраного матеріалу, пристосування, розраховано припуски, режими різання, призначені заходи з техніки безпеки та охорони праці.

ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, ІНСТРУМЕНТ, ЕСКІЗ, ОПЕРАЦІЯ, РОЗМІР,
ВЕРСТАТ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ДІЛЯНКА, ЦЕХ,
РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ; СИМВОЛІВ; ОДИНИЦЬ; СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	
ВСТУП.....	
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі.....	
1.1.1 Опис виробу.....	
1.1.2 Призначення деталі.....	
1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт.....	
1.3 Вибір методу отримання заготовки.....	
1.4 Проектування плану обробки.....	
1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність.....	
1.4.2 Проектування МОП.....	
1.4.3 Визначення показників точності і якості основних поверхонь деталі.....	
1.4.4 Проектування маршруту обробки заготовки.....	
1.5 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів....	
1.6 Розрахунок режимів різання.....	
1.6.1 Операція 035 – токарна.....	
1.6.2 Операція 085 – токарна.....	
1.6.3 Операція 090 – свердлильна.....	
1.6.4 Операція 110 – фрезерна.....	
1.6.5 Операція 130 – шліфувальна.....	
1.7 Нормування операцій.....	
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	
2.1 Конструювання токарного пристосування.....	
2.1.1 Опис конструкції і принципу роботи.....	
2.1.2 Розрахунок похибки базування.....	
2.1.3 Розрахунок необхідного зусилля кріплення заготовки і вибір приводу.....	
2.1.4 Вибір і розрахунок приводу.....	
2.1.5 Розрахунок пристосування на точність і міцність.....	
2.2 Контрольне пристосування.....	
2.2.1 Вибір і обґрунтування схеми базування.....	
2.2.2 Вибір і обґрунтування засобу вимірювання.....	

3 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЯНКИ	
3.1 Розраховуємо кількість верстатів, необхідних для використання заданих операцій.....	
3.2 Проектування технологічної лінії.....	
3.3 Розрахунок чисельності основних робочих операторів.....	
3.4 Планування обладнання і робочих місць в цеху.....	
3.5 Розрахунок площі цеху.....	
4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.Динамічне балансування валу із застосуванням балансувального вимірювально-обчислювального комплексу БИВК.....	
4.1 Загальне положення.....	
4.2 Опис загального вигляду балансувальної машини ДБ50.....	
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	
5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки.....	
5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.....	
5.4 Заходи з пожежної безпеки.....	
5.5 Організація робочих місць у виробничих приміщеннях.....	
5.6 Єдина державна система цивільного захисту , її складові та режими функціонування.....	
ВИСНОВОК.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	
ДОДАТОК А.....	
ДОДАТОК Б.....	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

КП	Керуюча програма
МОП	Маршрут обробки поверхні
ППТК	Послідовність показників точності і якості
ТО	Термічна обробка
ТП	Технологічний процес
ТВ	Технічні вимоги
ХТО	Хіміко-термічна обробка
КНТ	Компресор низького тиску
КВТ	Компресор високого тиску
ГКМ	Горизонтально-кувальна машина

ВСТУП

Підвищення експлуатаційних характеристик турбореактивних двигунів: енергоозброєності, ресурсу, надійності та економічності при окремому забезпеченні ефективності їх серійного виробництва, є одним з найважливіших завдань розвитку та конкурентоспроможності авіаційної техніки, при переході до ринкової економіки.

Реалізація поставленого завдання супроводжується ускладненням конструкції виробу, посиленням норм точності, оптимізацією запасів міцності деталей, застосуванням нових матеріалів, що в свою чергу потребує пошуку технічних рішень, спрямованих на зниження собівартості виготовлення як деталей і вузлів, так і всього виробу в цілому. Необхідно також підвищувати надійність найбільш навантажених деталей в турбінах, що в свою чергу дозволить підвищити надійність всього двигуна. В цілях зниження собівартості виготовлення двигунів, доцільно проводити автоматизацію окремих технологічних операцій та економічне обґрунтування прийнятих рішень.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

1.1.1 Опис виробу

Об'єктвиробництва – тривальний турбореактивний двоконтурний авіаційний двигун (рис. 1.1).

Двигун виконаний за трьохвальною схемою з переднім розташуванням вентилятора і з роздільними потоками та соплами. Ротор компресора розділений на три самостійних ротора (трьохвальна схема), кожен з яких обертається своєю турбіною. При цьому ротори мають різні оптимальні для них частоти обертання і пов'язані між собою тільки газодинамічним зв'язком.

Виконання двигуна за трьохвальною схемою дозволило отримати більш високий ККД окремих каскадів компресора, забезпечити необхідні запаси газодинамічної стійкості компресора, використовувати для запуску двигуна пусковий пристрій малої потужності, тому що при запуску стартер розкручує тільки ротор компресора високого тиску.

Крім того, у трьохвального двигуна ротори коротші і тому вони жорсткіші та краще зберігаються радіальні зазори.

Двигун розділений на 12 основних модулів:

- робоче колесо вентилятора;
- напрямний апарат вентилятора;
- вал вентилятора;
- компресор низького тиску;
- коробка приводів
- задня опора;
- турбіна вентилятора;
- ротор турбіни низького тиску;
- корпус опор турбін;
- ротор турбіни високого тиску;
- камера згоряння;
- проміжний корпус, зібраний з компресором високого тиску.

Кожен з модулів є закінченим конструктивно-технологічним вузлом і може бути демонтований і замінений без розбирання сусідніх модулів, що забезпечує можливість відновлення його експлуатаційної придатності заміною деталей і вузлів в умовах експлуатації.

Велика ступінь двухконтурності двигуна і високі параметри газодинамічного циклу забезпечують його високу економічність. У вихідній частині зовнішнього контуру на двигун може бути встановлено реверсивний пристрій.



Рисунок 1.1 – ДвигунД-436

1.1.2 Призначення деталі

Вал призначений для підтримки деталей, які обертаються. Вали навантажені згинаються і крутять моментами і поперечними силами.

Так як задній вал є складальною одиницею ротора компресора, а ротор в свою чергу є складальною одиницею компресора, то його призначення зводиться до призначення роботи компресора.

Компресор двигуна - осьовий, трьохкаскадний, складається з надзвукового вентилятора, навіколозвукового компресора низького тиску (КНТ) і дозвукового компресора високого тиску (КВТ).

Компресор розташований в передній частині двигуна за повітрязабірником, призначений для збільшення енергії повітря, що проходить через зовнішній контур двигуна, і попереднього стиснення повітря, що надходить у внутрішній контур двигуна.

Ротор компресора високого тиску – семиступінчастий, диско-барабанної конструкції, складається з секції ротора I – V ступенів, робочих коліс – VI ступені і VII ступені, проставки, переднього валу і заднього вала.

Потік повітря з вхідного пристрою двигуна потрапляє в компресор низького тиску, де він стискається, піднімається температура до 200-380°C (залежно від ступеня стиску), і потрапляє в компресор високого тиску. Де температура підвищується до 750°C, компресор цей потік повітря нагнітає в камеру згоряння, який частково гальмує потік, в цьому потоці згорає підводиться паливо, температура 1100-1700°C. При вході потоку повітря з камери згоряння швидкість збільшується, тиск зменшується. Далі газ потрапляє в сопловий апарат турбіни і далі на лопатки робочого колеса турбіни. На турбіні потенційна енергія газу перетворюється в механічну роботу обертання турбіни. З турбіни газ потрапляє в реактивне сопло, в якому відбувається його розширення, зменшення температури і падіння тиску, збільшення швидкості. Витікає з сопла маса газу і створює реактивну тягу.

1.2. Вибір типу виробництва і форми організації робіт

Попереднє визначення типу виробництва по масі $m=15$ кг і програмі випуску $N=2000$ штук, серійне виробництво, з непоточною формою роботи.

Остаточний вибір типу виробництва приймають за коефіцієнтом закріплення операції. Крупносерійне $K_{з.о.}=1...10$ означає, що на одному робочому місці в середньому може виконуватися до 10 різноманітних операцій.

Організаційну форму робіт на ділянці встановлюють в залежності від принципу розміщення робочих місць і характеру переміщення оброблюваних заготовок з урахуванням рівномірності або кратності тривалості кожної операції, такту випуску.

Якщо тривалість операції відрізняється від величини такту випуску, то таке виробництво вважають непоточним.

Остаточний вибір типу виробництва за коефіцієнтом закріплення операції:

Розраховуємо обсяг партії заготовок, які запускаються у виробництво за формулою 1.1:

$$n = \frac{a \cdot N}{250} \quad (1.1)$$

де n – кількість деталей в партії, шт.

a – періодичність запуску деталей у виробництво, або число днів, на які необхідно забезпечити роботу складального цеху, 5 днів.

$$n = \frac{5 \cdot 200}{250} = 40 \text{ шт.}$$

1.3. Вибір методу отримання заготовки

З урахуванням особливостей конструкції деталі, її конструктивних розмірів, технічних умов на її виготовлення і великосерійного типу виробництва з непоточною формою організації робіт вибирають заготівлю штампування, на пресі ГKM і штампування на молоті. Остаточний метод виконання заготовки приймаємо після економічного комплексного розрахунку собівартості кожної заготовки.

Метод отримання заготовки-штампування. Для виготовлення вала спосіб отримання заготовки вибираємо штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГKM).

Характеристика одержуваних заготовок на ГKM: маса до 150 кг; у вигляді стрижнів з головками або потовщеннями різної форми, порожнисті, з наскрізними отворами або глухими, фланцями і виступами. Краща форма типу обертання.

Перевіряємо класифікацію поковки, що проектується:

Клас точності виготовлення встановлюється в залежності від виду обладнання: Т2 [2,табл.510].

Групу стали поковки визначаємо за змістом вуглецю ($C, \%$), сумарної частини легуючих елементів ($Le, \%$).

Матеріал-сплав ХН73МБТЮ-група сталі М1 [2].

Ступінь складності поковки – С4.

Економічне обґрунтування варіанту заготовки

Штапування на молоті

Згідно ескізів заготовок (рис.1.2;1.4).виконуємо 3D модель заготовок та визначаємо їхню масу (рис.1.3;1.5).

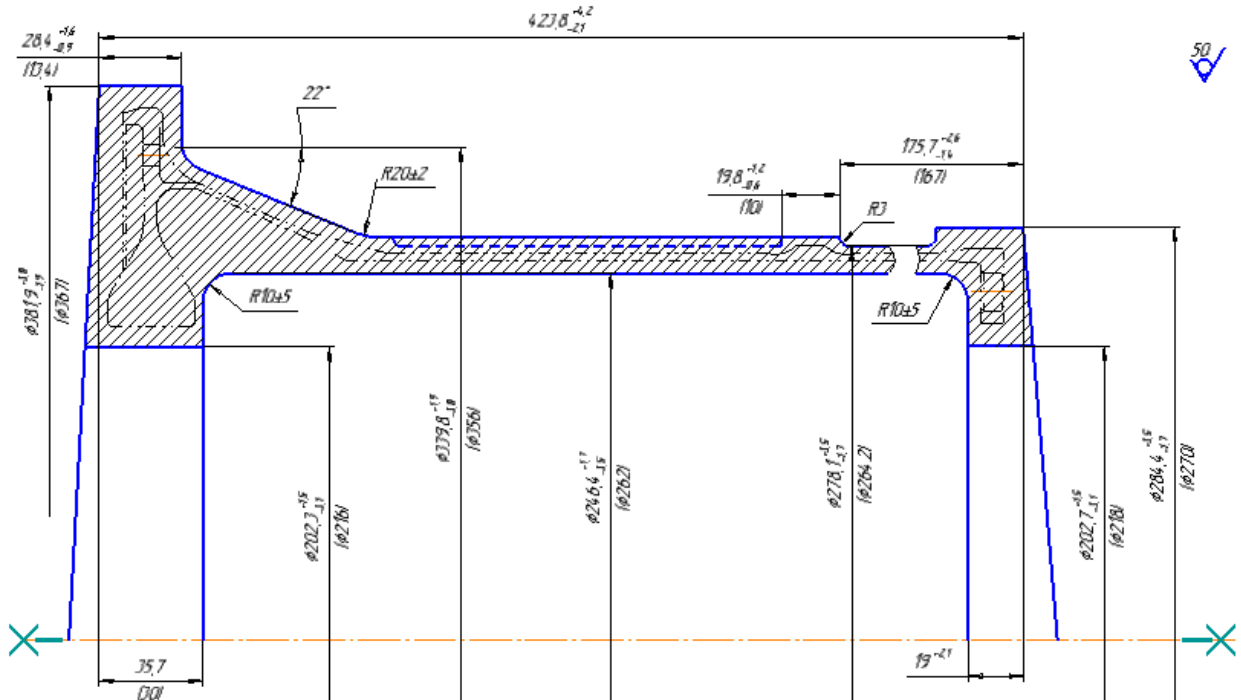


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки,штапковка на молоті

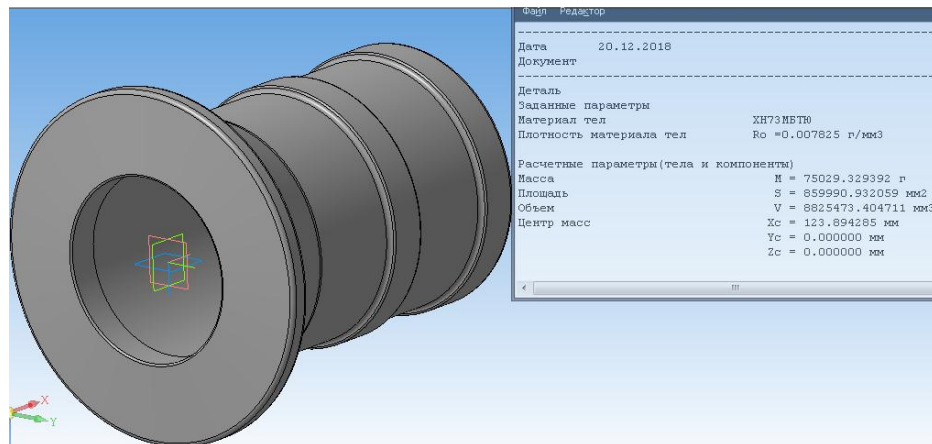


Рисунок 1.3 –3D модель заготовки на молоті

- Клас точності ковки – Т2;
- Група сталі – М1;
- Ступінь складності ковки – С4;

Визначаємо розрахункову масу і вихідний індекс ковки:

$$q_p = k \times M_d \quad (1.2)$$

k – коефіцієнт, що залежить від зовнішнього габариту поковки ($k=1.4$ 1.8...), $k=1.6$;

q_d – маса деталі;

Початковий індекс поковки дорівнює $I_B = 15$

Маса заготовки: $Q_3 = 75$ кг

$$q_p = 1.6 \times 14 = 22.4 \text{ кг},$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$\eta = \frac{q_d}{Q_3} \quad (1.3)$$

$$\eta = \frac{14}{75} = 0,1867$$

Матеріал заготовки використовується на 19%.

Визначаємо вартість заготовки:

$$B = \frac{B_6}{1000} \times Q \times K_T \times K_M \times K_B \times K_3 \times K_n - (Q - q) \times \frac{B_{отд.}}{1000} =$$

$$= \frac{69965}{1000} \times 75 \times 1 \times 1.8 \times 0.89 \times 1 \times 1 - (75 - 14) \times \frac{5}{1000} = 8405.99 \text{ грн.} \quad (1.4)$$

де $B_6 = 69965$ грн.; $B_{отд.} = 5$ грн.; $K_B = 1.0$; $K_3 = 0.89$; $K_T = 1.0$; $K_M = 1.8$; $K_n = 1.0$; $q = 14$ кг; $Q = 75$ кг.

Штапування на ГKM

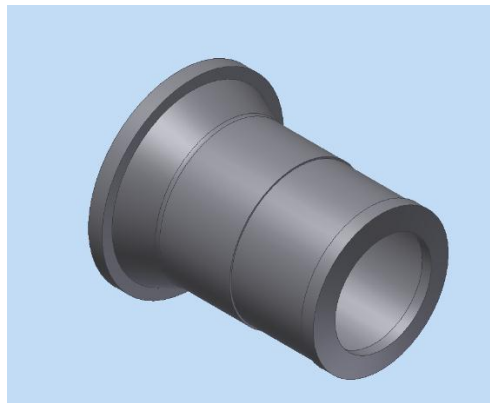
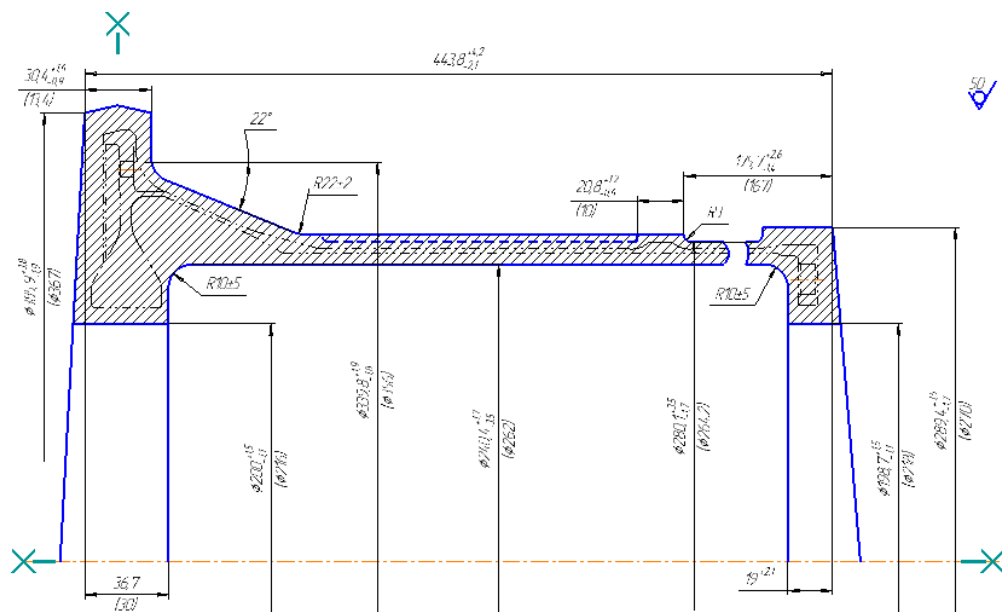


Рисунок 1.4 – 3D модель заготовки на молоті

Масса заготовки: $Q_3 = 76$ кг

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою (1.3):

$$\eta = \frac{14}{76} = 0.18$$

Матеріал заготовки використовується на 18 %.

Визначаємо вартість заготовки визначаємо за формулою (1.4):

$$B = \frac{69965}{1000} \times 76 \times 1 \times 1.8 \times 0.89 \times 1 \times 1 - (76 - 14) \times \frac{5}{1000} = 8518.07 \text{ грн}$$

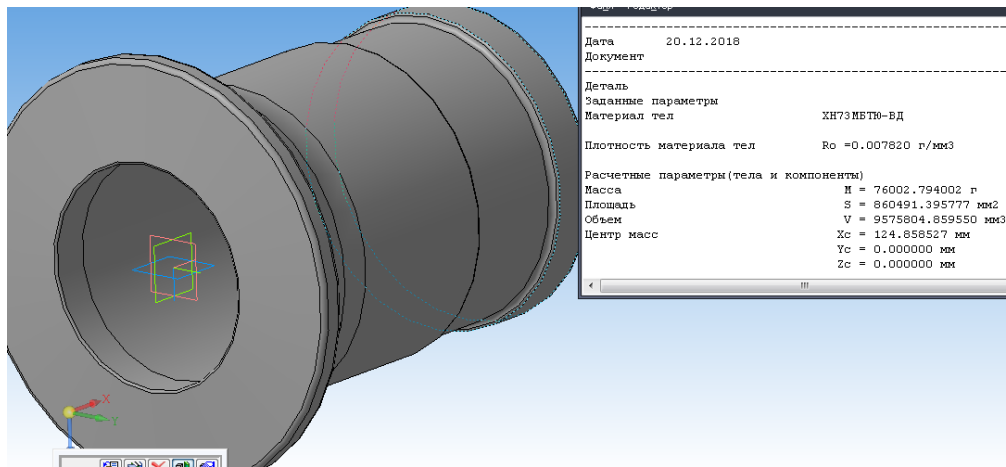


Рисунок 1.5 –3D модель заготовки на ГKM

де $B_6=69965$ грн.; $B_{отд.}=5$ грн.; $K_v=1.0$; $K_z=0.89$; $K_T=1.0$; $K_M=1.8$; $K_n=1.0$; $q=14$ кг; $Q=76$ кг.

Основні припуски на механічну обробку в залежності від шорсткості деталі [1,стор 116, табл.5.21].

Готуємо порівняльну таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння двох методів обробки

Показники	Позначення	Одиниця	Варіант	
			I	II
Маса деталі	q	кг	14	14
Маса заготовки	Q	кг	75	76
Припуск на сторону	Z_0	мм	5.3	5.5
Коефіцієнт використання матеріалу	η	—	0.19	0.18
Базова ціна 1т заготовок	B_6	Грн.	69965	69965
Коефіцієнт	K_v		1	1
	K_M		1.8	1.8
	K_z		0.89	0.89
	K_n		1	1
	K_T		1	1
Ціна 1т стружки	$B_{отх.}$	грн.	5	5
Вартість заготовки	B	грн.	8405.99	8518.07

Порівнюючи варіанти за вартістю заготовок бачимо, що $B_1 < B_2$, $\eta_1 > \eta_2$ приблизно рівномірні. Тому приймаємо заготовку на пресі. Річна економія визначається за формулою :

$$\mathcal{E}_{T1} = (B_1 - B_2) \times N \quad (1.5)$$

$$\mathcal{E}_{T1} = (8518.07 - 8405.99) \times 2000 = 224160 \text{ грн}$$

1.4. Проектування плану обробки

1.4.1. Аналіз конструкції деталі на технологічність

Технологічність конструкції деталі визначається як сукупність властивостей конструкції деталі, що визначають її пристосованість до досягнення оптимальних витрат при виробництві, експлуатації і ремонті для заданих показників якості, обсягу випуску та умов виконання робіт.

Високий рівень технологічності деталі 436Т.01.06.048 формується за рахунок того, що конструктор передбачив можливість використання при її виготовленні типових технологічних рішень.

Наприклад, стандартизація елементів конструкції – канавок для виходу інструмента, радіусів закруглення, фасок і тому подібних елементів – призводить до зниження витрат на підготовку відповідного технологічного інструменту і оснастки.

Доцільні форма деталі і порядок простановки розмірів спрощують процес підготовки програм і обробку деталі на верстатах з ЧПУ. Вимоги точності розмірів, форми і відносного розташування поверхонь деталі, а також шорсткість поверхонь економічно і конструктивно обґрунтовані.

Параметри баз (точність, шорсткість) деталі забезпечують достатню точність її установки при обробці і контролі. Конструкція деталі забезпечує можливість застосування типових процесів її виготовлення: штампування, точіння, свердління, фрезерування, шліфування. Хороші технологічні властивості матеріалу деталі дають можливість застосування високопродуктивних методів обробки, зокрема, типовий заготівельної операції – штампування.

Фізико-хімічні та механічні властивості матеріалу деталі, її форма і розміри відповідають вимогам технології виготовлення, зберігання і

транспортування. У конструкції деталі відсутні елементи, що перешкоджають вільному доступу інструменту до місця обробки чи контролю.

Технологічність конструкції деталі можна оцінити за допомогою ряду показників.

Коефіцієнт використання заготовки визначаємо за формулою (1.3):

$$K_{uz} = \frac{14}{75} = 0.19,$$

де q – 21 маса деталі,

Q – 21 маса заготовки.

Так як $K_{вз} > 0.8$ конструкцію необхідно вважати за даним показником нетехнологічною.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі

конструкцію можна вважати за даним показником технологічною.

$$K_{кз} = \frac{Q_{уз}}{Q_э} \quad (1.6)$$

$$K_{кз} = \frac{35}{42} = 0.8$$

де $Q_э$ – загальна кількість конструктивних елементів,

$Q_{уз}$ – кількість уніфікованих елементів, тобто таких, обробка яких можлива стандартним інструментом.

Коефіцієнт точності обробки конструкцію можна вважати за даним показником технологічною.

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} \quad (1.7)$$

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{11} = 0.9 > 0.8$$

$A_{ср}$ – середнє значення квалітету точності розмірів.

Коефіцієнт шорсткості

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}} \quad (1.8)$$

$$K_{ш} = \frac{1}{28.8} = 0.76$$

Так як умова не дотримується ($K_{ш} < 0.32$), то конструкцію вважаємо за даним показником нетехнологічної.

Бср – середнє значення показника шорсткості (Ra) на робочому кресленні деталі.

Після розрахунку конструкції на технологічність бачимо, що деталь виявилася 22умми22у22 токарної22чною.

1.4.2. Проектування МОП

Розглянемо на прикладі поверхні $\varnothing 216H10(^{+0.185})$.

$$\varepsilon_{0d} = \frac{Td_{заз.}}{Td_{дем}}; \quad (1.9)$$

$$\varepsilon_{0d} = \frac{4.6}{0.185} = 24.86$$

$$\varepsilon_{0\uparrow} = \frac{\uparrow_{заз.}}{\uparrow_{дем}}; \quad (1.10)$$

$$\varepsilon_{0\uparrow} = \frac{1.4}{0.08} = 17.5$$

$$\varepsilon_{0Rz} = \frac{R_{z\text{ заз.}}}{R_{z\text{ дем}}}; \quad (1.11)$$

$$\varepsilon_{0Rz} = \frac{80}{3.2} = 25$$

Основним показником якості цієї поверхні є показник точності геометричного розміру, який вимагає найбільшого уточнення. За превалюючим показником розрахуємо k переходів:

$$k_p = 2 \lg \varepsilon_{0Rz} \quad (1.12)$$

$$k_p = 2 \lg 25 = 2.79$$

Приймаємо $k = 3$ переходу.

Визначаємо різницю показників якості і розподіляємо цю різницю між $k = 3$ переходами за законом 23умми23у23 токар зменшення. При цьому слід розглядати кілька альтернативних варіантів розподілу різниці.

Різниця квалітетів точності і її розподіл визначаємо за формулою (1.13):

$$\Delta_{\text{кв.}} = IT_{\text{заг.}} - IT_{\text{дет}} \quad (1.13)$$

$$\Delta_{\text{кв.}} = IT17 - H10$$

$$\Delta_{\text{кв.}} = 7 \text{ квалітетів} = 3 + 2 + 2$$

тобто 1-й перехід механічної обробки уточнює поверхню заготовки на 3 квалітета точності; 2-й перехід – на 2 квалітет точності; 3-й – на 2 квалітет точності. Так можна розподілити різницю квалітетів між $k = 3$ переходами механічної обробки.

Встановлюємо допуски по переходах відповідно до досягнення необхідної точності поверхні.

Допуски по переходах на діаметр призначаємо по [1], стор 9, табл.4; шорсткість стор 187, табл.5; биття по [4, стор 109, табл.5.4.].

Допуски щодо переходів відповідно до прийнятого ППТК визначаємо за формулою (1.9):

$$\varepsilon_{d1} = \frac{Td_1}{Td_2};$$

$$\varepsilon_{d1} = \frac{4.6}{1.15} = 4;$$

$$\varepsilon_{d2} = \frac{Td_2}{Td_3};$$

$$\varepsilon_{d2} = \frac{1.15}{0.46} = 2.5;$$

$$\varepsilon_{d3} = \frac{Td_3}{Td_4};$$

$$\varepsilon_{d3} = \frac{0.46}{0.185} = 2.486$$

$$\varepsilon_{\Sigma d} = \varepsilon_{d1} \times \varepsilon_{d2} \times \varepsilon_{d3} \quad (1.14)$$

$$\varepsilon_{\Sigma d} = 4 \times 2.5 \times 2.486 = 24.86$$

Як бачимо, ми досягли необхідного значення уточнення.

Уточнення за показниками Rz визначаємо за формулами (1.10;1.11) відповідно :

$$\varepsilon_{Rz1} = \frac{20}{12.5} = 1.6 ; \varepsilon_{Rz2} = \frac{12.5}{3.2} = 3.9 ; \varepsilon_{Rz3} = \frac{3.2}{0.8} = 4 ;$$

$$\varepsilon_{\Sigma Rz} = \varepsilon_{Rz1} \times \varepsilon_{Rz2} \times \varepsilon_{Rz3} \quad (1.15)$$

$$\varepsilon_{\Sigma Rz} = 1.6 \times 3.9 \times 4 = 100$$

$$\varepsilon_{\uparrow 1} = \frac{1.4}{0.5} = 2.8 ; \varepsilon_{\uparrow 2} = \frac{0.5}{0.2} = 2.5 ; \varepsilon_{\uparrow 3} = \frac{0.2}{0.08} = 2.5 ;$$

$$\varepsilon_{\Sigma \uparrow} = \varepsilon_{\uparrow 1} \times \varepsilon_{\uparrow 2} \times \varepsilon_{\uparrow 3} \quad (1.16)$$

$$\varepsilon_{\Sigma \uparrow} = 2.8 \times 2.5 \times 2.5 = 17.5$$

Аналізуючи отримані результати, бачимо, що отримали необхідні значення загальних уточнень за всіма параметрами.

Розглянемо на прикладі поверхні $\varnothing 236h12_{(-0.46)}$.

Загальне уточнення за показниками точності і якості поверхні розраховуємо за формулами (1.9;1.10;1.11) відповідно:

$$\varepsilon_{0d} = \frac{Td_{заз.}}{Td_{\partial em}} ;$$

$$\varepsilon_{0d} = \frac{4.6}{0.46} = 10$$

$$\varepsilon_{0\uparrow} = \frac{\uparrow_{заз.}}{\uparrow_{\partial em}} ;$$

$$\varepsilon_{0\uparrow} = \frac{1.4}{0.08} = 17.5$$

$$\varepsilon_{0Rz} = \frac{R_{z заз.}}{R_{z \partial em}} ;$$

$$\varepsilon_{0Rz} = \frac{80}{6.4} = 12.5$$

Основним показником якості цієї поверхні є показник точності геометричного розміру, який вимагає найбільшого уточнення. За превалюючим показником розрахуємо k переходів за формулою (1.12):

$$k_p = 2 \lg 17.5 = 2.49.$$

Приймаємо $k = 2$ переходу.

Визначаємо різницю показників якості і розподіляємо цю різницю між $k = 2$ переходами за законом прогресуючого зменшення. При цьому слід розглядати кілька альтернативних варіантів розподілу різниці.

Різниця квалитетів точності і їх розподіл визначаємо за формулою (1.13):

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{кв.}} &= IT17-h12 \\ \Delta_{\text{кв.}} &= 5 \text{ квалитетів} = 3+2, \end{aligned}$$

тобто 1-й перехід механічної обробки уточнює поверхню заготовки на 3 квалітета точності; 2-й перехід – на 2 квалітета точності. Так можна розподілити різницю квалитетів між $k = 2$ переходами механічної обробки.

Встановлюємо допуски по переходах відповідно до досягнення необхідної точності поверхні.

Допуски по переходах на діаметр призначаємо по [1], стор 9, табл.4; шорсткість стор 187, табл.5; биття по [4], стор 109, табл.5.4.

Визначаємо допуски щодо переходів відповідно до прийнятого ППТК визначаємо за формулою (1.9):

$$\begin{aligned} \varepsilon_{d1} &= \frac{Td_1}{Td_2}; \\ \varepsilon_{d1} &= \frac{4}{1.15} = 4 \\ \varepsilon_{d2} &= \frac{Td_2}{Td_3}; \\ \varepsilon_{d2} &= \frac{1.15}{0.46} = 2.5 \\ \varepsilon_{\Sigma d} &= \varepsilon_{d1} \times \varepsilon_{d2} = 10 \\ \varepsilon_{\Sigma d} &= 4 \times 2.5 = 10 \end{aligned} \tag{1.16}$$

Як бачимо, ми досягли необхідного значення уточнення.

Визначаємо уточнення за показниками Rz за формулами (1.10;1.11) відповідно :

$$\begin{aligned}\varepsilon_{Rz1} &= \frac{20}{6.3} = 3.2 ; \quad \varepsilon_{Rz2} = \frac{6.3}{1.6} = 3.9 ; \\ \varepsilon_{\Sigma Rz} &= \varepsilon_{Rz1} \times \varepsilon_{Rz2}\end{aligned}\quad (1.17)$$

$$\varepsilon_{\Sigma Rz} = 3.2 \times 3.9 = 12.5$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\uparrow 1} &= \frac{1.4}{0.5} = 2.8 ; \quad \varepsilon_{\uparrow 2} = \frac{0.5}{0.08} = 6.25 ; \\ \varepsilon_{\Sigma \uparrow} &= \varepsilon_{\uparrow 1} \times \varepsilon_{\uparrow 2} = 17.5\end{aligned}\quad (1.18)$$

$$\varepsilon_{\Sigma \uparrow} = 2.8 \times 6.25 = 17.5$$

Аналізуючи отримані результати, бачимо, що отримали необхідні значення загальних уточнень за всіма параметрами.

Розглянемо на прикладі поверхні 167h14(±0.5).

Розрахуємо загальне уточнення за показниками точності і якості поверхні за формулами (1.9;1.10;1.11) відповідно:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{0d} &= \frac{Td_{\text{заз.}}}{Td_{\text{дем}}} ; \\ \varepsilon_{0d} &= \frac{4}{1} = 4 \\ \varepsilon_{0\uparrow} &= \frac{\uparrow_{\text{заз.}}}{\uparrow_{\text{дем}}} ; \\ \varepsilon_{0\uparrow} &= \frac{1.2}{0.05} = 24 \\ \varepsilon_{0Rz} &= \frac{R_{z\text{ заз.}}}{R_{z\text{ дем}}} ; \\ \varepsilon_{0Rz} &= \frac{80}{6.4} = 12.5\end{aligned}$$

Основним показником якості цієї поверхні є показник точності геометричного розміру, який вимагає найбільшого уточнення. За

превалюючим показником розрахуємо k переходів за формулою (1.12) відповідно:

$$k_p = 2 \lg \varepsilon_{0Rz}$$

$$k_p = 2 \lg \times 24 = 2.76.$$

Приймаємо $k = 2$ переходу.

Визначаємо різницю показників якості і розподіляємо цю різницю між $k = 2$ переходами за законом прогресивного зменшення. При цьому слід розглядати кілька альтернативних варіантів розподілу різниці.

Різниця квалітетів точності і її розподіл визначаємо за формулою (1.13):

$$\Delta_{\text{кв.}} = IT17 - h14$$

$$\Delta_{\text{кв.}} = 3 \text{ квалітетів} = 1 + 1 + 1$$

тобто 1-й перехід механічної обробки уточнює поверхню заготовки на 3 квалитета точності; 2-й перехід – на 1 квалітет точності. Так можна розподілити різницю квалітетів між $k = 2$ переходами механічної обробки.

Встановлюємо допуски по переходах відповідно до досягнення необхідної точності поверхні.

Допуски по переходах на діаметр призначаємо по [1], стор 9, 27 умми.4; шорсткість стор 187, 27 умми.5; биття по [4], стор 109. табл.5.4.

Визначаємо допуски щодо переходів відповідно до прийнятого ППТК за формулою (1.9):

$$\varepsilon_{d1} = \frac{Td_1}{Td_2};$$

$$\varepsilon_{d1} = \frac{4}{1.6} = 2.5$$

$$\varepsilon_{d2} = \frac{Td_2}{Td_3};$$

$$\varepsilon_{d2} = \frac{1.6}{1} = 1.6$$

$$\varepsilon_{\Sigma d} = \varepsilon_{d1} \times \varepsilon_{d2} \quad (1.19)$$

$$\varepsilon_{\Sigma d}=2.5 \times 1.6=4$$

Як бачимо, ми досягли необхідного значення уточнення.

Визначаємо уточнення за показниками Rz визначаємо за формулами (1.10;1.11) відповідно :

$$\varepsilon_{Rz1} = \frac{80}{12.5} = 4.03; \quad \varepsilon_{Rz2} = \frac{12.5}{1.6} = 7.81;$$

$$\varepsilon_{\Sigma Rz} = \varepsilon_{Rz1} \times \varepsilon_{Rz2} \quad (1.20)$$

$$\varepsilon_{\Sigma Rz} = 4.03 \times 7.81 = 12.5$$

$$\varepsilon_{\uparrow 1} = \frac{1.2}{0.2} = 6; \quad \varepsilon_{\uparrow 2} = \frac{0.2}{0.05} = 4;$$

$$\varepsilon_{\Sigma \uparrow} = \varepsilon_{\uparrow 1} \times \varepsilon_{\uparrow 2} \quad (1.21)$$

$$\varepsilon_{\Sigma \uparrow} = 6 \times 4 = 24$$

Аналізуючи отримані результати, бачимо, що отримали необхідні значення загальних уточнень за всіма параметрами.

Інші поверхні розраховуємо аналогічно. Отримані результати заносимо в таблицю 1.2

1.4.3. Проектування маршруту обробки заготовки

- 1 етап – отримання заготовки;
 - 2 етап – токарна обробка поверхонь (чорнова);
 - 3 етап – термообробка (травлення, отжиг);
 - 4 етап – токарна обробка поверхонь (чистова);
 - 5 етап – свердління отворів;
 - 6 етап – фрезерування пазів;
 - 7 етап – шліфування;
 - 8 етап-токарна обробка (точіння фасок);
 - 9 етап – балансування
- Мийка, контроль.

1.5 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів

Методом розмірних ланцюгів визначаємо технологічні розміри механічної обробки вала $\varnothing 216h10^{(+0.185)}$.

Припуски визначаємо розрахунково-аналітичним методом. Вибираємо нормативні та розрахункові значення елементів припусків для технологічних переходів.

Для заготівлі нормативні значення R_1 і h_1 приймаємо по [3, 29умми. 12, с. 186] в залежності від маси штампування – $R_{z1} = 320$ мкм, $h_1 = 350$ мкм.

Проставлені відхилення заготовки визначаємо як суму допустимих значень зсуву ρ_{cm} і короблення поверхні ρ 29умм. По [3, 29умми. 18, с. 187] для групи точності 2 (крупносерійне виробництво):

$\rho_{cm} = 2.2$ мм. По [3, 29умми. 16, с. 186] – $D_k = 1.4$ мкм /мм, тоді

$$\begin{aligned}\rho_{кор} &= D_k \times l \\ \rho_{кор} &= 1.4 \times 30 = 42 \text{ мкм} = 0.042 \text{ мм.}\end{aligned}\tag{1.22}$$

Сумарне значення просторових відхилень визначаємо за формулою (1.19):

$$\rho = \sqrt{\rho_{см.}^2 + \rho_{кор.}^2} \quad (1.23)$$

$$\rho = \sqrt{2.2^2 + 0.042^2} = 2.2 \text{ мм}$$

Для точіння чорнового нормативні значення Rz, h, ρ приймаємо по [3, 30умми. 25, с. 188]: Rz2 = 50 мкм, h2 Для чорнового точіння нормативні значення Rz, h, ρ приймаємо по [3, 30умми. 25, с. 188]: Rz2 = 50 мкм, h2 = 50 мкм;

$$\rho_2 = \kappa_y \times \rho_1 \quad (1.24)$$

$$\rho_2 = 0.06 \times 2200 = 132 \text{ мкм}$$

$\kappa_y = 0.06$ – коефіцієнт уточнення приймаємо по [3, 30умми. 29, с. 190].

Похибка заготовки визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_2 = 0.25 \sqrt{Td_{3a2}^2 + 1}, \quad (1.25)$$

$$\varepsilon_2 = 0.25 \sqrt{4.6^2 + 1} = 1177 \text{ мкм}$$

де $Td_{30y} = 4.6$ мм-допуск діаметрального розміру бази заготовки, використовуюваного при чорновому точінні заготовки.

Для точіння чистового ПЗ [3, 30умми. 25, с. 188] приймаємо:

$$R_{z3} = 25 \text{ мкм}, h_3 = 25 \text{ мкм};$$

$$\rho_3 = \kappa_y \times \rho_2 \quad (1.26)$$

$$\rho_3 = 0.04 \times 132 = 7 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3 = \kappa_y \times \varepsilon_2 \quad (1.27)$$

$$\varepsilon_3 = 0.04 \times 1177 = 47 \text{ мкм}$$

Для термообробки (на ТВЧ) – по [3, 30умми. 16, с. 186] – $\Delta k = 1.4$ мкм /мм

$$\rho_4 = \Delta_k \times l \quad (1.28)$$

$$\rho_4 = 1.4 \times 30 = 42 \text{ мкм}$$

Для шліфування остаточного: Rz5 = 5 мкм, h5 = 10 мкм;

$$\rho_7 = 0; \varepsilon_7 = 0$$

Припуски на механічну обробку призначаємо табличним методом, але при цьому визначаємо загальний мінімальний припуск, а потім розподіляємо цей припуск між переходами механічної обробки.

По ГОСТ 7505-74 [40, 31умми. 49, с. 248] враховуючи масу заготовки 75 кг, точність виготовлення Т1 клас, групу стали М2, ступінь складності поковки С4, знаходимо – $Z_0 \min = 5.3$ мм, відповідно на діаметр –

$$2Z_{0 \min} = 2 \times 5.3 = 10.6 \text{ мм.} \quad (1.29)$$

Загальний припуск $2Z_0 \min = 10.6$ мм розподіляємо між переходами механічної обробки, використовуючи коефіцієнт співвідношення. Загальний припуск $2Z_0 \min = 10.6$ мм розподіляємо між переходами механічної обробки, використовуючи коефіцієнт співвідношення припуску γ

$$2Z_{i \min} = \gamma_i \times Z_0 \min \quad (1.30)$$

$$2Z_{2 \min} = \gamma_2 \times Z_0 \min$$

$$2Z_{2 \min} = 0.7 \times 10.6 = 7.42 \text{ мм}$$

$$2Z_{3 \min} = \gamma_3 \times Z_0 \min$$

$$2Z_{3 \min} = 0.22 \times 10.6 = 2.332 \text{ мм}$$

$$2Z_{5 \min} = \gamma_4 \times Z_0 \min$$

$$2Z_{5 \min} = 0.08 \times 10.6 = 0.848 \text{ мм}$$

Отримані результати заносимо в розрахункову таблицю 1.3

Визначаємо граничні значення технологічних розмірів.

Розраховуємо максимальний розмір поверхні деталі – останнього переходу

$$d_{\min \text{ дет}} = d_{5 \min} = d_{5 \text{ ном}} = 216 \text{ мм}$$

Розраховуємо розрахункові максимальні розміри для переходів за формулою:

$$d_{i \min} = d_{i+1 \min} - 2Z_{i+1 \min} - Td_i \quad (1.31)$$

$$\begin{aligned} d_{4 \min} &= d_{5 \min} - 2Z_{5 \min} - Td_4 \\ d_{4 \min} &= 216 - 0.848 - 0.46 = 214.692 \text{ мм} \\ d_{2 \min} &= d_{4 \min} - 2Z_{4 \min} - Td_2 \\ d_{2 \min} &= 214.692 - 2.332 - 1.15 = 211.21 \text{ мм} \\ d_{1 \min} &= d_{2 \min} - 2Z_{2 \min} - Td_1 \\ d_{1 \min} &= 211.21 - 7.42 - 4.6 = 199.19 \text{ мм} \end{aligned}$$

Отримані результати заносимо в розрахункову таблицю 1.3.

Розраховуємо мінімальні розміри поверхні для переходів за формулою:

$$d_{i \max} = d_{i \min} + Td_i \quad (1.32)$$

$$\begin{aligned} d_{1 \max} &= d_{1 \min} + Td_1 \\ d_{1 \max} &= 119.19 + 4.6 = 203.79 \text{ мм} \\ d_{2 \max} &= d_{2 \min} + Td_2 \\ d_{2 \max} &= 211.21 + 1.15 = 212.36 \text{ мм} \\ d_{4 \max} &= d_{4 \min} + Td_4 \\ d_{4 \max} &= 214.692 + 0.46 = 215.152 \text{ мм} \\ d_{5 \max} &= d_{5 \min} + Td_5 \\ d_{5 \max} &= 216 + 0.185 = 216.185 \text{ мм} \end{aligned}$$

Визначаємо граничні значення припусків для переходів механічної обробки.

Мінімальні значення припусків визначаємо за формулою :

$$2Z_{imin} = d_{imin} - d_{i-1 \max} \quad (1.33)$$

$$\begin{aligned} 2Z_{5 \min} &= d_{5 \min} - d_{4 \max} \\ 2Z_{5 \min} &= 216 - 215.152 = 0.848 \\ 2Z_{4 \min} &= d_{4 \min} - d_{2 \max} \\ 2Z_{4 \min} &= 214.692 - 212.36 = 2.332 \\ 2Z_{2 \min} &= d_{2 \min} - d_{1 \max} \\ 2Z_{2 \min} &= 211.21 - 203.79 = 7.42 \end{aligned}$$

Максимальні значення припусків визначаємо за формулою :

$$2Z_{i \max} = d_{i \max} - d_{i-1 \min} \quad (1.34)$$

$$\begin{aligned} 2Z_{5 \max} &= d_{5 \max} - d_{4 \min} \\ 2Z_{5 \max} &= 216.185 - 214.692 = 1.493 \\ 2Z_{4 \max} &= d_{4 \max} - d_{3 \min} \\ 2Z_{4 \max} &= 215.152 - 211.21 = 3.942 \\ 2Z_{2 \max} &= d_{2 \max} - d_{1 \min} \\ 2Z_{2 \max} &= 212.36 - 199.19 = 13.17 \end{aligned}$$

Робимо перевірку розрахунків, використовуючи контрольне правило за формулою :

$$TZ_0 = 2Z_{0 \max} - 2Z_{0 \min} = Td_{33y} + Td_{\text{дет}} = Td_1 + Td_5 \quad (1.35)$$

$$16.995 - 12.21 = 4.6 + 0.185$$

$$4.785 = 4.785,$$

$$\text{где } 2Z_{0 \min} = d_{5 \max} - d_{1 \min} \quad (1.36)$$

$$2Z_{0 \min} = 216 - 203.79 = 12.21 \text{ мм}$$

$$2Z_{0 \max} = d_{5 \min} - d_{1 \max} \quad (1.37)$$

$$2Z_{0 \max} = 216.185 - 199.19 = 16.995 \text{ мм}$$

Методом розмірних ланцюгів визначаємо технологічні розміри механічної обробки вала $\varnothing 236h12_{(-0.46)}$.

Загальний припуск $2Z_{0 \min} = 10.6$ мм розподіляємо між переходами механічної обробки, використовуючи коефіцієнт співвідношення припуску γ за формулою(1.30):

$$\begin{aligned} 2Z_{i \min} &= \gamma_i \times Z_{0 \min} \\ 2Z_{2 \min} &= \gamma_2 \times Z_{0 \min} \\ 2Z_{2 \min} &= 0.8 \times 10.6 = 8.48 \text{ мм} \\ 2Z_{3 \min} &= \gamma_3 \times Z_{0 \min} \\ 2Z_{3 \min} &= 0.2 \times 10.6 = 2.12 \text{ мм} \end{aligned}$$

Визначаємо граничні значення технологічних розмірів.

Розраховуємо максимальний розмір поверхні деталі – останнього переходу

$$d_{\max \text{ дет}} = d_{3 \max} = d_{3 \text{ ном}} = 236 \text{ мм}$$

Розраховуємо розрахункові максимальні розміри для переходів за формулою (1.31) :

$$d_{2 \max} = d_{3 \max} + 2Z_{3 \min} + Td_2$$

$$d_{2 \max} = 236 + 2.12 + 1.15 = 239.27 \text{ мм}$$

$$d_{1 \max} = d_{2 \max} + 2Z_{2 \min} + Td_1$$

$$d_{1 \max} = 239.27 + 8.48 + 4.6 = 252.35 \text{ мм}$$

Отримані результати заносимо в розрахункову таблицю 1.3.

Розраховуємо мінімальні розміри поверхні для переходів за формулою (1.32) :

$$d_{1 \min} = 252.35 - 4.6 = 247.75 \text{ мм}$$

$$d_{2 \min} = d_{2 \max} - Td_2$$

$$d_{2 \min} = 239.27 - 1.15 = 238.12 \text{ мм}$$

$$d_{3 \min} = d_{3 \max} - Td_3$$

$$d_{3 \min} = 236 - 0.46 = 235.54 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні значення припусків для переходів механічної обробки.

Максимальні значення припусків за формулою (1.34):

$$2Z_{2 \max} = d_{1 \max} - d_{2 \min}$$

$$2Z_{2 \max} = 252.35 - 238.12 = 14.23$$

$$2Z_{3 \max} = d_{2 \max} - d_{3 \min}$$

$$2Z_{3 \max} = 239.27 - 235.54 = 3.73$$

Мінімальні значення припусків за формулою (1.33) :

$$2Z_{2 \min} = d_{1 \min} - d_{2 \max}$$

$$2Z_{2 \min} = 247.75 - 239.24 = 8.48$$

$$2Z_{3 \min} = d_{2 \min} - d_{3 \max}$$

$$2Z_{3 \min} = 238.12 - 236 = 2.12$$

Робимо перевірку розрахунків, використовуючи контрольне правило:

$$TZ_0 = 2Z_{0 \max} - 2Z_{0 \min} = Td_{\text{заг}} + Td_{\text{дет}} = Td_1 + Td_3$$

$$16.81 - 11.75 = 4.6 + 0.46$$

$$5.06 = 5.06,$$

$$\text{где } 2Z_{0 \min} = d_{1 \min} - d_{3 \max}$$

$$2Z_{0 \min} = 247.75 - 236 = 11.75 \text{ мм}$$

$$2Z_{0 \max} = d_{1 \max} - d_{3 \min}$$

$$2Z_{0 \max} = 252.35 - 235.54 = 16.81 \text{ мм}$$

Методом розмірних ланцюгів визначаємо технологічні розміри механічної обробки зовнішньої торцевої поверхні 167Js14_(^{+0.5}_{-0.5}).

Загальний припуск $Z_{0 \min} = 5.3$ мм розподіляємо між переходами механічної обробки, використовуючи коефіцієнт співвідношення припуску γ за формулою (1.30):

$$2Z_{2 \min} = \gamma_2 \times Z_{0 \min}$$

$$2Z_{2 \min} = 1 \times 5.3 = 5.3 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні значення технологічних розмірів.

Розраховуємо максимальний розмір поверхні деталі – останнього переходу за формулою :

$$l_{\max \text{ дет}} = l_{2 \max} = l_{2 \text{ ном}} + esd_2 \quad (1.38)$$

$$l_{\max \text{ дет}} = 167 + 0.5 = 167.5 \text{ мм}$$

Розраховуємо розрахункові максимальні розміри для переходів за формулою :

$$l_{i \max} = l_{i+1 \max} + Z_{i+1 \min} + Tl_i \quad (1.39)$$

$$l_{1 \max} = l_{2 \max} + Z_{2 \min} + Tl_1$$

$$l_{1 \max} = 167.5 + 5.3 + 4 = 176.8 \text{ мм}$$

Отримані результати заносимо в розрахункову таблицю 1.3.

Розраховуємо мінімальні розміри поверхні для переходів за формулою:

$$\begin{aligned}l_{i \min} &= l_{i \max} - Tl_i \\l_{1 \min} &= l_{1 \max} - Tl_1 \\l_{1 \min} &= 176.8 - 4 = 172.8 \text{ мм} \\l_{2 \min} &= l_{2 \max} - Tl_2 \\l_{2 \min} &= 167.5 - 1 = 166.5 \text{ мм}\end{aligned}\tag{1.40}$$

Визначаємо граничні значення припусків для переходів механічної обробки.

Максимальні значення припусків за формулою (1.34):

$$\begin{aligned}2Z_{2 \max} &= d_{1 \max} - d_{2 \min} \\2Z_{2 \max} &= 176.8 - 166.5 = 10.3\end{aligned}$$

Мінімальні значення припусків за формулою (1.33):

$$\begin{aligned}2Z_{2 \min} &= d_{1 \min} - d_{2 \max} \\2Z_{2 \min} &= 172.8 - 167.5 = 5.3\end{aligned}$$

Робимо перевірку розрахунків, використовуючи контрольне правило:

$$\begin{aligned}TZ_0 &= 2Z_{0 \max} - 2Z_{0 \min} = Td_{\text{зар}} + Td_{\text{дет}} = Td_1 + Td_2 \\10.3 - 5.3 &= 4 + 1 \\5 &= 5,\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{де } 2Z_{0 \min} &= d_{1 \min} - d_{2 \max} \\2Z_{0 \min} &= 172.8 - 167.5 = 5.3 \text{ мм} \\2Z_{0 \max} &= d_{1 \max} - d_{2 \min} \\2Z_{0 \max} &= 176.8 - 167 = 10.3 \text{ мм}\end{aligned}$$

Інші поверхні розраховуємо аналогічно. Отримані результати заносимо в таблицю 1.3.

1.6 Розрахунок режимів різання

1.6.1 Операція 035 – токарна

Исходные данные:

Операция 035 – черновое точение.

Обрабатываемый материал – жаропрочный сплав на никелевой основе ХН73МБТЮ (ЭИ-698); $\sigma_b = 1000$ МПа.

Заготовка – штамповка.

Станок – токарно-карусельный мод. 1А512МФ3А; мощность 55 кВт; частота вращения планшайбы 1.0-335 об/мин.

Приспособление – цилиндрическая оправка.

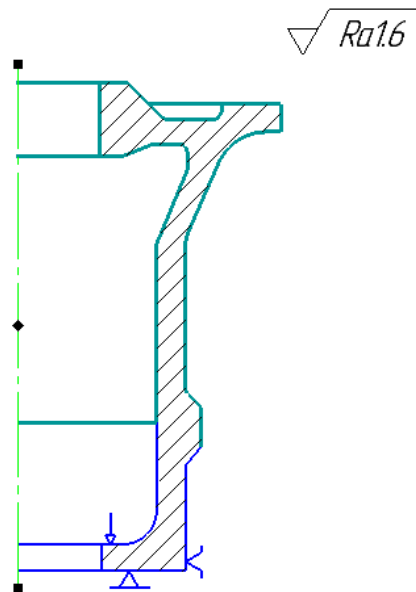


Рисунок 1.6 – Ескіз обробки

Режущий инструмент – проходной резец с пластиной из твердого сплава ВК10ХОМ, главный угол в плане $\phi = 45^\circ$, радиус при вершине $r = 1.2$ мм.

Глубина різання

$$t_1 = \frac{381.87 - 372.3}{2} = 4.785, \quad (1.41)$$

приймаємо $t_1 = 5$ мм.

Визначаємо подачу за формулою:

$$S_0 = S_{от} \times K_{so} \quad (1.42)$$
$$S_0 = 0.11 \times 0.5304 = 0.058 \text{ мм/об}$$

$$K_{so} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{sf} \times K_{sz} \times K_{sj} \times K_{sm} \quad (1.43)$$
$$K_{so} = 1 \times 1 \times 0.85 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.5304,$$

де K_{sn} – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{sn} = 1$; [10, 38умми.30, с. 239]

K_{sf} – коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні, $K_{sf} = 0.85$; [10, табл.30, с. 239]

K_{su} -коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{su} = 1$; [10, табл.30, с. 239]

K_{sz} -коефіцієнт, що враховує вплив гарту, $K_{sz} = 0.8$; [10, табл.30, с. 239]

K_{sj} – коефіцієнт, враховує жорсткість технологічної системи, $K_{sj} = 1$; [10, табл.30, с. 239]

K_{sm} – коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі, $K_{sm} = 0.78$; [10, табл.30, с. 239]

$S_{от}$ – табличне значення подачі, $S_{от} = 0.11 \text{ мм/об}$; [10, табл.28, с. 238]

Період стійкості різця $T = 60 \text{ хв}$. По [10, табл .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою

$$V = V_T \times K_V \quad (1.44)$$
$$V = 42 \times 0.435 = 18.27 \text{ м/хв}$$

$$K_V = K_{vm} \times K_{vi} \times K_{vf} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vi} \times K_{v0} \quad (1.45)$$
$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.75 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.435,$$

де K_{vm} – коефіцієнт оброблюваності матеріалу, $K_{vm} = 0.58$; [10, 38умми.48, с. 249]

K_{vi} – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту, $K_{vi} = 1$; [10, табл.48, с. 250]

K_{vf} – коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані, $K_{vf} = 1$; [10, табл.48, с. 250]

K_{vm} – коефіцієнт, що враховує вид обробки, $K_{vm} = 0.75$; [10, табл.48, с. 251]

K_{vj} – коефіцієнт, враховує жорсткість технологічної системи, $K_{vj} = 1$; [10, табл.48, с. 251]

K_{vp} – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{vp} = 1$; [10, табл.48, с. 251]

K_{v0} – коефіцієнт, що враховує вплив МОР, $K_{v0} = 1$; [10, табл.48, с. 251]

V_T – матричне (табличне) значення швидкості різання, м/хв, $V_T = 42$ м/хв, [10, табл.44, с. 248].

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \text{ об/мин} \quad (1.46)$$

$$n = \frac{1000 \times 18.27}{3.14 \times 381.87} = 15.24 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 15$ об/мин.

Дійсна швидкість головного руху

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \quad (1.47)$$

$$V_d = \frac{3.14 \times 381.87 \times 15}{1000} = 17.99 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання

$$N_p = N_{маб.} \times \frac{V_d}{100} \times K \quad (1.48)$$

$$N_p = 3 \times \frac{17.99}{100} \times 0.8 = 0.43 \text{ кВт}$$

У верстата 1А512МФ3 А потужність $N_{ст} = 55$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 244$ кг [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою

$$T_1 = \frac{L + \Delta + g}{n \times s} \quad (1.49)$$
$$T_1 = \frac{L}{n \times s} = \frac{15.3+1}{0.1 \times 15} = 10.867 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_2 = \frac{351.1 - 339.77}{2} = 5.665,$$

Приймаємо $t_2 = 6$ мм.

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = S_{от} \times K_{s0} = 0.14 \times 0.4368 = 0.061 \text{ мм/об}$$
$$K_{s0} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{sf} \times K_{s3} \times K_{sj} \times K_{sm} \quad (1.50)$$
$$K_{s0} = 1 \times 1 \times 0.7 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.4368$$

Період стійкості різця $T = 60$ хв. По [10, 40умми .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 32 \times 0.348 = 11.14 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{vm} \times K_{vn} \times K_{vf} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vp} \times K_{v0}$$
$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.6 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.348$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 11.14}{3.14 \times 339.77} = 10.44 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 10$ об/мин.

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 339.77 \times 10}{1000} = 10.67 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 3.6 \times \frac{10.67}{100} \times 0.8 = 0.31 \text{ кВт}$$

У верстата 1A512МФ3 А потужність $N_{\text{ст}} = 55$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 244$ кг [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою за формулою (1.49):

$$T_2 = \frac{7.1 + 1}{0.1 \times 10} = 8.1 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_3 = \frac{307.7 - 295.43}{2} = 6.035,$$

Приймаємо $t_3 = 6$ мм.

Визначаємо подачу за формулою за формулою (1.42):

$$\begin{aligned} S_0 &= 0.14 \times 0.4368 = 0.061 \text{ мм/об} \\ K_{S_0} &= K_{\text{сп}} \times K_{\text{су}} \times K_{\text{сф}} \times K_{\text{сз}} \times K_{\text{сж}} \times K_{\text{см}} \\ K_{S_0} &= 1 \times 1 \times 0.7 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.4368 \end{aligned}$$

Період стійкості різця $T = 60$ хв. По [10, 41 мм .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$\begin{aligned} V &= 32 \times 0.348 = 11.14 \text{ м/мин} \\ K_V &= K_{\text{vm}} \times K_{\text{ви}} \times K_{\text{vf}} \times K_{\text{vm}} \times K_{\text{vj}} \times K_{\text{vi}} \times K_{\text{v0}} \\ K_V &= 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.6 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.348 \end{aligned}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 11.14}{3.14 \times 295.43} = 12 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 10$ об/мин.

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 295.43 \times 10}{1000} = 9.28 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 3.6 \times \frac{9.28}{100} \times 0.8 = 0.27 \text{ кВт}$$

У верстата 1A512МФЗ А потужність $N_{ст} = 55$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 244$ кг [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою (1.49):

$$T_3 = \frac{31.1 + 1}{0.1 \times 10} = 21.53 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_4 = \frac{288.23 - 277.9}{2} = 5.165,$$

Приймаємо $t_4 = 5$ мм.

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.5304 = 0.058 \text{ мм/об}$$

$$K_{so} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{sq} \times K_{s3} \times K_{sjk} \times K_{sm}$$

$$K_{so} = 1 \times 1 \times 0.85 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.5304$$

Період стійкості різця $T = 60$ хв. По [10, 42 умми .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 42 \times 0.435 = 18.27 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{vm} \times K_{vi} \times K_{vp} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vi} \times K_{v0}$$

$$K_v = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.75 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.435$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 18.27}{3.14 \times 288.23} = 20.19 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{\text{ст.}} = 15 \text{ об/мин.}$

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 288.23 \times 15}{1000} = 13.58 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 3 \times \frac{13.58}{100} \times 0.8 = 0.33 \text{ кВт}$$

У верстата 1A512МФ3 А потужність $N_{\text{ст}} = 55 \text{ кВт}$, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 244 \text{ кг}$ [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою (1.49):

$$T_4 = \frac{12.7 + 1}{0.1 \times 15} = 13.7 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_5 = \frac{305.23 - 294.9}{2} = 5.165,$$

Приймаємо $t_5 = 5 \text{ мм.}$

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.5304 = 0.058 \text{ мм/об}$$

$$K_{so} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{sf} \times K_{s3} \times K_{sjk} \times K_{sm}$$

$$K_{so} = 1 \times 1 \times 0.85 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.5304$$

Період стійкості різця $T = 60$ хв. По [10, 44 умми .8. сторінка 227].
Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 42 \times 0.435 = 18.27 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{vm} \times K_{vn} \times K_{vf} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vn} \times K_{v0}$$

$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.75 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.435$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 18.27}{3.14 \times 305.23} = 19.06 \text{ об/мин}$$

Примаємо $n_{ст.} = 15 \text{ об/мин.}$

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 305.23 \times 15}{1000} = 14.38 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 3 \times \frac{14.38}{100} \times 0.8 = 0.35 \text{ кВт}$$

У верстата 1A512МФЗ А потужність $N_{ст} = 55$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 244$ кг [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою за формулою (1.49):

$$T_5 = \frac{25+1}{0.1 \times 15} = 17.33 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_6 = \frac{370.63 - 313.5}{2} = 5.165,$$

Приймаємо $t_6 = 5$ мм.

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.5304 = 0.058 \text{ мм/об}$$

$$K_{S0} = K_{Sn} \times K_{Su} \times K_{S\phi} \times K_{S3} \times K_{Sж} \times K_{SM}$$

$$K_{S0} = 1 \times 1 \times 0.85 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.5304$$

Період стійкості різця $T = 60$ хв. По [10, 45умми .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 42 \times 0.435 = 18.27 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{VM} \times K_{VH} \times K_{V\phi} \times K_{VM} \times K_{Vж} \times K_{V\pi} \times K_{V0}$$

$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.75 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.435$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 18.27}{3.14 \times 370.63} = 15.70 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 15$ об/мин.

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 370.63 \times 15}{1000} = 17.46 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 3 \times \frac{17.46}{100} \times 0.8 = 0.42 \text{ кВт}$$

У станка 1А512МФ3А мощность $N_{ст} = 55$ кВт, что обеспечивает значительный резерв мощности.

Определяем силу резания $P_z = 244$ кг [2, карта 30, с.104]

Определяем основное время за формулою (1.49):

$$T_6 = \frac{45+1}{0.1 \times 15} = 30.67 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_7 = \frac{280.83 - 270.5}{2} = 5.165,$$

Приймаємо $t_7 = 5$ мм.

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$\begin{aligned} S_0 &= 0.11 \times 0.5304 = 0.058 \text{ мм/об} \\ K_{so} &= K_{sn} \times K_{su} \times K_{sf} \times K_{s3} \times K_{sj} \times K_{sm} \\ K_{so} &= 1 \times 1 \times 0.85 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.5304 \end{aligned}$$

Період стійкості різця $t = 60$ хв. По [10, табл .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$\begin{aligned} V &= V_T \times K_V = 42 \times 0.435 = 18.27 \text{ м/мин} \\ K_V &= K_{vm} \times K_{vi} \times K_{vf} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vi} \times K_{v0} \\ K_V &= 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.75 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.435 \end{aligned}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 18.27}{3.14 \times 280.83} = 20.71 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 15$ об/мин.

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 280.83 \times 15}{1000} = 13.23 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 3 \times \frac{13.23}{100} \times 0.8 = 0.32 \text{ кВт}$$

У верстата 1А512МФ3 А потужність $N_{\text{ст}} = 55$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 244$ кг [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою за формулою (1.48):

$$T_7 = \frac{70.2 + 1}{0.1 \times 15} = 47.47 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_8 = \frac{278.03 - 267.7}{2} = 5.165,$$

Приймаємо $t_8 = 5$ мм.

Визначаємо подачу за формулою за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.5304 = 0.058 \text{ мм/об}$$

$$K_{s0} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{sq} \times K_{s3} \times K_{sjk} \times K_{sm}$$

$$K_{s0} = 1 \times 1 \times 0.85 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.5304$$

Період стійкості різця $\tau = 60$ хв. По [10, табл .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 42 \times 0.435 = 18.27 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{vm} \times K_{vi} \times K_{vp} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vi} \times K_{v0}$$

$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.75 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.435$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 18.27}{3.14 \times 278.03} = 20.93 \text{ об/мин}$$

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 278.03 \times 15}{1000} = 13.1 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 3 \times \frac{13.1}{100} \times 0.8 = 0.31 \text{ кВт}$$

У верстата 1A512МФЗ А потужність Нст =55 кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 244 \text{ кг}$ [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою (1.49):

$$T_8 = \frac{164.3 + 1}{0.1 \times 15} = 110.2 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_9 = \frac{258.5 - 246.43}{2} = 6.035,$$

Приймаємо $t_9 = 6 \text{ мм}$.

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.5304 = 0.048 \text{ мм/об}$$

$$K_{s0} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{sf} \times K_{s3} \times K_{sj} \times K_{sm}$$

$$K_{s0} = 1 \times 1 \times 0.7 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.4368$$

Період стійкості різця $T = 60 \text{ хв}$. По [10, 48 умми .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 42 \times 0.348 = 14.616 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{vm} \times K_{vi} \times K_{vf} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vi} \times K_{v0}$$

$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.6 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.348$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 14.616}{3.14 \times 246.43} = 18.89 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{\text{ст.}} = 15 \text{ об/мин.}$

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 246.43 \times 15}{1000} = 11.61 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 3.6 \times \frac{11.61}{100} \times 0.8 = 0.33 \text{ кВт}$$

У верстата 1A512МФ3 А потужність $N_{\text{ст}} = 55 \text{ кВт}$, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 244 \text{ кг}$ [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою (1.49):

$$T_9 = \frac{154.8 + 1}{0.1 \times 15} = 103.87 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_{10} = \frac{211.2 - 202.26}{2} = 4.47,$$

Приймаємо $t_{10} = 5 \text{ мм.}$

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.4368 = 0.048 \text{ мм/об}$$

$$K_{s0} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{sf} \times K_{s3} \times K_{sj} \times K_{sm}$$

$$K_{s0} = 1 \times 1 \times 0.7 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.4368$$

Період стійкості різця $t = 60 \text{ хв.}$ По [10, 49 умми .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 42 \times 0.348 = 14.616 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{VM} \times K_{VI} \times K_{VF} \times K_{VM} \times K_{VЖ} \times K_{VП} \times K_{V0}$$

$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.6 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.348$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 14.616}{3.14 \times 202.26} = 23.01 \text{ об/мин}$$

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 202.26 \times 15}{1000} = 11.46 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 3 \times \frac{11.46}{100} \times 0.8 = 0.28 \text{ кВт}$$

У верстата 1А512МФ3 А потужність $N_{ст} = 55$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 244$ кг [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою за формулою (1.49):

$$T_{10} = \frac{10 + 1}{0.1 \times 15} = 7.33 \text{ мин}$$

Визначаємо загальний основний час за формулою :

$$\begin{aligned} T_o &= T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} + T_{o4} + T_{o5} + T_{o6} + T_{o7} + T_{o8} + T_{o9} + T_{o10} \\ T_o &= 10.867 + 8.1 + 21.53 + 13.7 + 17.33 + \\ &+ 30.67 + 47.47 + 110.2 + 103.87 + 7.33 = 371.067 \text{ мин} \end{aligned} \quad (1.50)$$

1.6.2 Операція 085 – токарна

Вихідні дані:

Операція 085 – чистове точіння.

Оброблюваний матеріал – жароміцний сплав на нікелевій основі ХН73МБТЮ (EI-698); $\sigma_B = 1000$ МПа.

Заготовка – штамповка.

Верстат – токарно-карусельний мод.SKIQ-8NS; потужність 40 кВт; частота обертання планшайби 1,0-335 об/хв.

Пристосування-циліндрична оправка.

Ріжучий інструмент – прохідний різець з пластиною з твердого сплаву BK10XOM, головний кут в плані $\varphi = 45^\circ$, радіус при вершині $r = 1.2$ мм

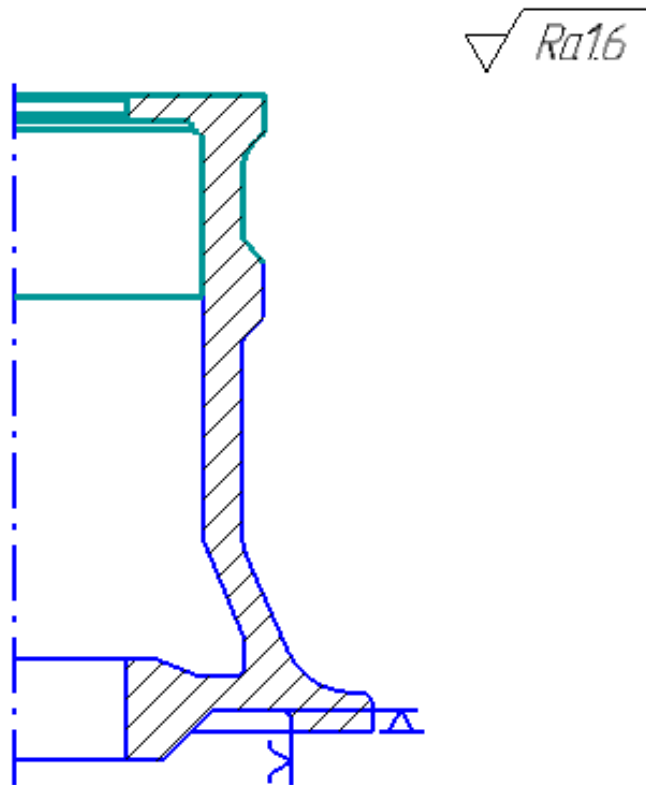


Рисунок 1.7 – Ескіз обробки

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_1 = \frac{275 - 271.4}{2} = 1.8,$$

Приймаємо $t_1 = 2$ мм.

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.5304 = 0.058 \text{ мм/об}$$

$$K_{S0} = K_{Sn} \times K_{Su} \times K_{S\phi} \times K_{S3} \times K_{Sж} \times K_{SM}$$
$$K_{S0} = 1 \times 1 \times 0.85 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.5304,$$

где K_{Sn} – коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности, $K_{Sn} = 1$; [10, табл.30, с.239]

$K_{S\phi}$ – коэффициент, учитывающий форму обрабатываемой поверхности, $K_{S\phi} = 0.85$; [10, табл.30, с.239]

K_{Su} – коэффициент, учитывающий материал инструмента, $K_{Su} = 1$; [10, табл.30, с.239]

K_{S3} – коэффициент, учитывающий влияние закалки, $K_{S3} = 0.8$; [10, табл.30, с.239]

$K_{Sж}$ – коэффициент, учитывающий жесткость технологической системы, $K_{Sж} = 1$; [10, табл.30, с.239]

K_{SM} – коэффициент, учитывающий материал обрабатываемой детали, $K_{SM} = 0.78$; [10, табл.30, с.239]

$S_{от}$ – табличное значение подачи, $S_{от} = 0.11$ мм/об; [10, табл.28, с.238]

Период стойкости резца $T = 60$ мин. По [10, табл.8. стр.227].

Определяем скорость главного движения резания за формулою (1.44):

$$V = 47 \times 0.435 = 20.445 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{Vm} \times K_{Vi} \times K_{V\phi} \times K_{Vm} \times K_{Vж} \times K_{Vn} \times K_{V0}$$
$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.75 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.435,$$

де K_{Vm} – коефіцієнт оброблюваності матеріалу, $K_{Vm} = 0.58$; [10, табл.48, с. 249]

K_{Vi} – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту, $K_{Vi} = 1$; [10, табл.48, с. 250]

$K_{V\phi}$ – коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані, $K_{V\phi} = 1$; [10, табл.48, с. 250]

K_{vm} – коефіцієнт, що враховує вид обробки, $K_{vm} = 0.75$; [10, табл.48, с. 251]

K_{vj} – коефіцієнт, враховує жорсткість технологічної системи, $K_{vj} = 1$; [10, табл.48, с. 251]

K_{vp} – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{vp} = 1$; [10, табл.48, с. 251]

K_{v0} – коефіцієнт, що враховує вплив МОР, $K_{v0} = 1$; [10, табл.48, с. 251]

V_T – матричне (табличне) значення швидкості різання, м/хв, $V_T = 47$ м/хв, [10, табл.44, с. 248].

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 20.445}{3.14 \times 275} = 23.68 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 20$ об/мин.

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_d = \frac{3.14 \times 275 \times 20}{1000} = 17.27 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 1.2 \times \frac{17.27}{100} \times 0.8 = 0.17 \text{ кВт}$$

У верстата SKIQ-8NS потужність $N_{ст} = 40$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 98$ кг [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою (1.49):

$$T_1 = \frac{19+1}{0.1 \times 20} = 10 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_2 = \frac{258.6 - 255}{2} = 1.8,$$

Приймаємо $t_2 = 2$ мм.

Визначаємо подачу за формулою:

$$S_0 = 0.11 \times 0.4368 = 0.048 \text{ мм/об}$$

$$K_{s0} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{sq} \times K_{s3} \times K_{sj} \times K_{sm}$$
$$K_{s0} = 1 \times 1 \times 0.7 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.4368$$

Період стійкості різця $T = 60$ хв. По [10, табл .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 47 \times 0.348 = 16.356 \text{ м/мин}$$
$$K_V = K_{vm} \times K_{vi} \times K_{vp} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vi} \times K_{v0}$$
$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.6 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.348$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 16.356}{3.14 \times 255} = 20.43 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 20$ об/мин.

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_d = \frac{3.14 \times 255 \times 20}{1000} = 16.014 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 1.2 \times \frac{16.014}{100} \times 0.8 = 0.15 \text{ кВт}$$

У верстата SKIQ-8NS потужність $N_{ст} = 55$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 98$ кг [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою (1.49):

$$T_2 = \frac{7.2 + 1}{0.1 \times 20} = 4.1 \text{ мин}$$

Глубина резания за формулою (1.41):

$$t_3 = \frac{216.7 - 213.2}{2} = 1.75,$$

Приймаємо $t_3 = 2$ мм.

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.4368 = 0.048 \text{ мм/об}$$

$$K_{s0} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{s\phi} \times K_{s3} \times K_{sjk} \times K_{sm}$$
$$K_{s0} = 1 \times 1 \times 0.7 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.4368$$

Період стійкості різця $T = 60$ хв. По [10, 55 умми .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 47 \times 0.348 = 16.356 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{vm} \times K_{vn} \times K_{v\phi} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vp} \times K_{v0}$$
$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.6 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.348$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 16.356}{3.14 \times 213.2} = 24.43 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 20$ об/мин.

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 213.2 \times 20}{1000} = 13.39 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 1.2 \times \frac{13.39}{100} \times 0.8 = 0.13 \text{ кВт}$$

У верстата SKIQ-8NS потужність $N_{\text{ст}} = 55$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо силу різання $P_z = 98$ кг [2, карта 30, с. 104]

Визначаємо основний час за формулою (1.49):

$$T_3 = \frac{8.5 + 1}{0.1 \times 20} = 4.75 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_4 = \frac{262 - 258.5}{2} = 1.75,$$

Приймаємо $t_4 = 2$ мм.

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.4368 = 0.048 \text{ мм/об}$$

$$K_{S0} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{s\phi} \times K_{s3} \times K_{sj} \times K_{sm}$$

$$K_{S0} = 1 \times 1 \times 0.7 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.4368$$

Період стійкості різця $T = 60$ хв. По [10, 56 мм .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 47 \times 0.348 = 16.356 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{vm} \times K_{vn} \times K_{v\phi} \times K_{vm} \times K_{vj} \times K_{vp} \times K_{v0}$$

$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.6 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.348$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 16.356}{3.14 \times 258.5} = 20.15 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{\text{ст.}} = 20 \text{ об/мин.}$

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_d = \frac{3.14 \times 258.5 \times 20}{1000} = 16.23 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 1.2 \times \frac{16.23}{100} \times 0.8 = 0.16 \text{ кВт}$$

У станка SKIQ-8NS мощность $N_{\text{ст}} = 40 \text{ кВт}$, что обеспечивает значительный резерв мощности.

Определяем силу резания $P_z = 98 \text{ кг}$ [2, карта 30, с.104]

Определяем основное время за формулою (1.49):

$$T_4 = \frac{170 + 1}{0.1 \times 20} = 85.5 \text{ мин}$$

Глибина різання за формулою (1.41):

$$t_5 = \frac{267.7 - 264.2}{2} = 1.75,$$

Приймаємо $t_5 = 2 \text{ мм.}$

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_0 = 0.11 \times 0.4368 = 0.048 \text{ мм/об}$$

$$K_{s0} = K_{sn} \times K_{su} \times K_{s\phi} \times K_{s3} \times K_{sjk} \times K_{sm}$$

$$K_{s0} = 1 \times 1 \times 0.7 \times 0.8 \times 1 \times 0.78 = 0.4368$$

Період стійкості різця $T = 60 \text{ хв.}$ По [10, 57умми .8. сторінка 227].

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 47 \times 0.348 = 16.356 \text{ м/мин}$$

$$K_V = K_{vm} \times K_{vn} \times K_{v\phi} \times K_{vm} \times K_{vж} \times K_{vп} \times K_{v0}$$

$$K_V = 0.58 \times 1 \times 1 \times 0.6 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.348$$

Частота вращения шпинделя за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 16.356}{3.14 \times 267.7} = 20 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 20 \text{ об/мин.}$

Дійсна швидкість головного руху за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 267.7 \times 20}{1000} = 16.8 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 1.2 \times \frac{16.8}{100} \times 0.8 = 0.16 \text{ кВт}$$

У станка SKIQ-8NS мощность $N_{ст} = 55 \text{ кВт}$, что обеспечивает значительный резерв мощности.

Определяем силу резания $P_z = 98 \text{ кг}$ [2, карта 30, с.104]

Определяем основное время за формулою (1.49):

$$T_5 = \frac{167.2 + 1}{0.1 \times 20} = 84.1 \text{ мин}$$

Визначаємо загальний основний час за формулою (1.50):

$$T_o = 10 + 4.1 + 4.75 + 85.5 + 84.1 = 188.45 \text{ мин}$$

1.6.3 Операція 090 – свердлильна

Вихідні дані:

Операція 090 – свердління з подальшим розгортанням і зенкерованием.

Верстат – радіально-свердлильний мод. 2Р135Ф3; $N = 3.7$ кВт;

Ріжучий інструмент-свердло діаметром 13 мм з швидкорізальної сталі Р12Ф4К5, зенкер і розгортка з швидкорізальної сталі Р12Ф4К5 .

Оброблюваний матеріал – жароміцний сплав на нікелевій основі ХН73МБТЮ (ЕІ-698); $\sigma_{\text{в}} = 1000$ Мпа.

Охолодження-5% - ва емульсія.

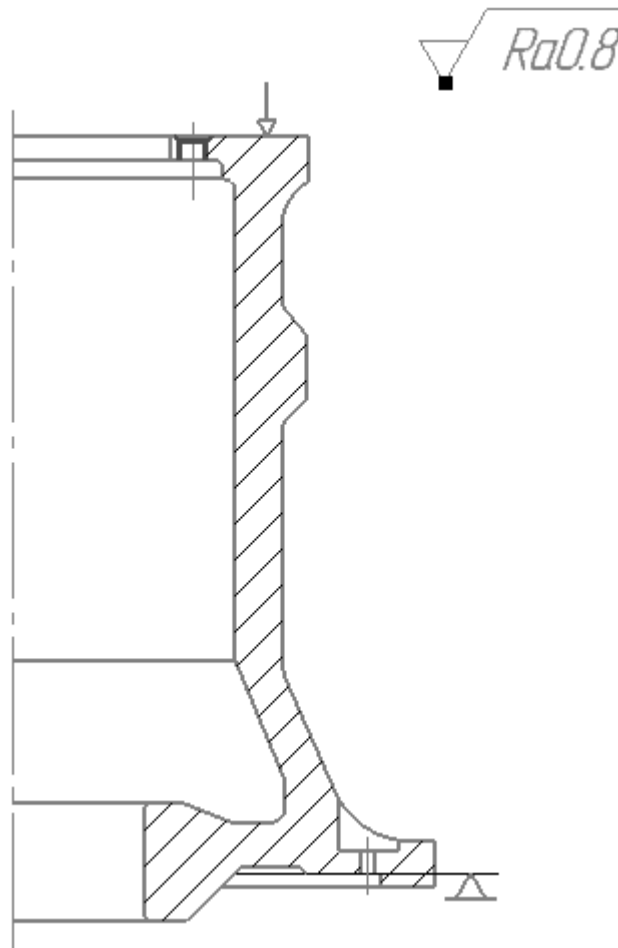


Рисунок 1.8 – Ескіз обробки

За [10, табл.64, с. 267] з урахуванням технологічних факторів вибираємо $S_{\text{в}} = 0.20$ мм/об. Для $D = 13$ мм подача на оборот $S_{\text{о.т}} = 0.20$

мм. Глибина свердління становить 0.5 D, з урахуванням поправочних коефіцієнтів [10, табл.65, с. 267]:

K_{sl} – коефіцієнт, що враховує глибину свердління, $K_{sl} = 0.85$;

K_{sj} -коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи,
 $K_{sj} = 1$;

K_{si} -коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{si} = 1$;

K_{sm} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу,
 $K_{sm} = 0.55$;

K_{sd} – коефіцієнт, що враховує тип оброблюваного отвору, $K_{sd} = 1$.

$$K_s = K_{sl} \times K_{sj} \times K_{si} \times K_{sm} \times K_{sd} = 0.85 \times 1 \times 1 \times 0.55 \times 1 = 0.4675$$

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_o = 0.2 \times 0.4675 = 0.094 \text{ мм.}$$

За паспортом верстата найближче значення подачі $S_o = 0.1$ мм.

За [10, табл.70, с. 273] вибираємо швидкість різання. Для $D = 13$ мм, подачі $S_o = 0.1$ мм і глибини свердління до 0.5 d швидкість різання буде дорівнює 6.4 м/хв. Для інструменту зі сталі P12Ф4К5 поправочні коефіцієнти визначаємо по [10, табл.71, с. 274]:

K_{vm} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу,
 $K_{vm} = 0.77$;

K_{vi} -коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{vi} = 1$;

K_{vo} – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_{vo} = 1$;

K_{vT} – коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту, $K_{vT} = 1$;

K_{vl} – коефіцієнт, що враховує довжину свердління, $K_{vl} = 0.8$;

K_{vd} -коефіцієнт, що враховує тип отвору, $K_{vd} = 0.9$.

$$K_v = K_{vm} \times K_{vi} \times K_{vo} \times K_{vT} \times K_{vl} \times K_{vd} \quad (1.51)$$

$$K_v = 0.77 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.8 \times 0.9 = 0.5544$$

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 6.4 \times 0.5544 = 3.55 \text{ м/мин}$$

Частота обертання шпинделя верстата за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 3.55}{3.14 \times 13} = 86.97 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n_{\text{ст.}} = 85 \text{ об/мин}$

Фактична швидкість різання за формулою (1.47):

$$v_{\phi} = \frac{3.14 \times 13 \times 85}{1000} = 3.47 \text{ м/мин}$$

Визначаємо осьове зусилля і крутний момент

$$P = 194 \text{ кг} [2, \text{ карта 8, с. 243}]$$

$$M_{\text{кр}} = 708 \text{ кгмм} [2, \text{ карта 8, с. 243}]$$

Визначаємо потужність різання $N_{\text{рез}} = 0.15 \text{ кВт}$

У верстата 2Р135Ф3 потужність $N_{\text{ст}} = 3.7 \text{ кВт}$, що забезпечує значний резерв потужності.

Розгортання

За [10, табл.86, с. 285] з урахуванням технологічних факторів вибираємо II 61умми61 подач. Для $D = 13.2 \text{ мм}$ подача на оборот $S_{o.t} = 0.7 \text{ мм}$ Для інструменту із сталі Р12Ф4К5 поправочні коефіцієнти визначаємо за [10, табл.86, с. 285]:

$K_{\text{см}}$ – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу,

$$K_{\text{см}} = 0.37;$$

K_{sd} – коефіцієнт, що враховує тип оброблюваного отвору, $K_{\text{sd}} = 1$.

$$K_s = K_{\text{см}} \times K_{\text{sd}} \quad (1.52)$$

$$K_s = 0.37 \times 1 = 0.37$$

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_o = 0.7 \times 0.37 = 0.259 \text{ мм.}$$

За паспортом верстата найближче значення подачі $S_o = 0.25 \text{ мм}$

За [10, табл.95, с. 290] вибираємо швидкість різання. Для $D = 13 \text{ мм}$, подачі $S_o = 0.25 \text{ мм}$ Швидкість різання буде дорівнює 5.1 м/хв. Для

інструменту зі сталі P12Ф4К5 поправочні коефіцієнти визначаємо по [10, табл.98, с. 291]:

K_{vM} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу,

$K_{vM} = 1$;

K_{vI} –коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{vI} = 1$;

K_{vO} – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_{vO} = 1$;

K_{vT} – коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту, $K_{vT} = 0.8$;

$$K_v = K_{vM} \times K_{vI} \times K_{vO} \times K_{vT} \quad (1.53)$$

$$K_v = 1 \times 1 \times 1 \times 0.8 = 0.8$$

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 5.1 \times 0.8 = 4.08 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя верстата за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 4.08}{3.14 \times 13.2} = 98.44 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 85 \text{ об/мин}$

Фактична швидкість різання за формулою (1.47):

$$v_\phi = \frac{3.14 \times 13.2 \times 85}{1000} = 3.5 \text{ м/мин}$$

Зенкерування

За [10, табл.73, с. 276] з урахуванням технологічних факторів вибираємо II групу подач. Для $D = 13.2 \text{ мм}$ подача на оборот $S_{o.t} = 0.7 \text{ мм}$. Для інструменту із сталі P12Ф4К5 поправочні коефіцієнти визначаємо за [10, табл.73, с. 277]:

K_{sM} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу,

$K_{sM} = 0.23$;

K_{sd} – коефіцієнт, що враховує тип оброблюваного отвору, $K_{sd} = 1$.

$$K_s = K_{sM} \times K_{sd} \quad (1.53)$$

$$K_s = 0.23 \times 1 = 0.23$$

Визначаємо подачу за формулою (1.42):

$$S_o = 0.7 \times 0.23 = 0.16 \text{ мм}$$

За паспортом верстата найближче значення подачі $S_o = 0.1 \text{ мм}$.

За [10, табл.82, с. 282] вибираємо швидкість різання. Для $D = 13 \text{ мм}$, подачі $S_o = 0.25 \text{ мм}$ Швидкість різання буде дорівнює 9.6 м/хв . Для інструменту зі сталі P12Ф4К5 поправочні коефіцієнти визначаємо по [10, табл.85, с. 283]:

K_{vm} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу,

$$K_{vm} = 0.77;$$

K_{vd} – коефіцієнт, що враховує тип оброблюваного отвору, $K_{sd} = 1$;

K_{vp} – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{vp} = 1$;

K_{vi} -коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, $K_{vi} = 1$;

K_{vo} – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_{vo} = 1$;

K_{vT} – коефіцієнт, що враховує стійкість інструменту, $K_{vT} = 1$;

$$K_v = K_{vm} \times K_{vi} \times K_{vo} \times K_{vT} \times K_{vp} \times K_{vd} \quad (1.54)$$

$$K_v = 0.77 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 0.77$$

Визначаємо швидкість головного руху різання за формулою (1.44):

$$V = 9.6 \times 0.77 = 7.39 \text{ м/63ум.}$$

Частота обертання шпинделя верстата за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 7.39}{3.14 \times 13.2} = 178.3 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_{ст.} = 120 \text{ об/мин}$

Фактична швидкість різання за формулою (1.47):

$$v_\phi = \frac{3.14 \times 13.2 \times 120}{1000} = 4.97 \text{ м/хв}$$

Визначення основного технологічного часу

По [2, карта 43, с. 287] визначаємо величину врізання і перебега інструментів при роботі на прохід для свердла дорівнює 6 мм ; для зенкера 3 мм ; для розгортки 18 мм .

При довжині отвору $l = 8.5$ мм основний час кожного переходу за формулою (1.49):

$$t_{o1} = \frac{8.5+6}{0.1 \times 85} = 1.71 \text{ мин}$$

$$t_{o2} = \frac{8.5+3}{0.25 \times 85} = 0.54 \text{ мин}$$

$$t_{o3} = \frac{8.5+18}{0.1 \times 120} = 2.21 \text{ мин}$$

Визначаємо загальний основний час за формулою (1.50):

$$T_o = 1.71 + 0.54 + 2.21 = 4.46 \text{ мин}$$

1.6.4 Операція 110 – фрезерна

Вихідні дані.

Операція 110 – фрезерування.

Верстат вертикально-фрезерний мод. МА655; $N = 10$ кВт;

Інструмент – кінцева фреза з швидкорізальної сталі P12Ф4К5;

$D_f = 20$ мм; $z = 5$; виліт $L = 170$ мм.

Оброблюваний матеріал – жароміцний сплав на нікелевій основі ХН73МБТЮ; $\sigma_B = 1000$ МПа;

За [10, табл.111, с. 304] для фрези $D_f = 20$ мм, $z = 5$ при ширині фрезерування $B = 28$ мм та глибині різання $t = 4$ мм визначаємо подачу на зуб $S_z = 0.07$ мм

Дане значення подачі коригуємо в залежності від мінливих умов обробки. За [10, табл.108, с. 299] для верстата мод. МА655 потужністю $N = 5.5$ кВт, діаметра фрези $D_f = 20$ мм і відносини $l / d =$ вибираємо V схему типової обробки. За [10, табл.109, с. 302] для V схеми визначаємо поправочний коефіцієнт на подачу $K_{S_z} = 0.6$, тобто $S_{z1} = S_z \times K_{S_z} = 0.07 \times 0.6 = 0.042$ мм.

За [10, табл.132, с. 320] визначаємо швидкість різання. Для $D_f = 20$ мм; $z = 5$; $B = 28$ мм; $t = 4$ мм; $S_z = 0.084$ мм, швидкість різання $v_T = 40$ м/хв.

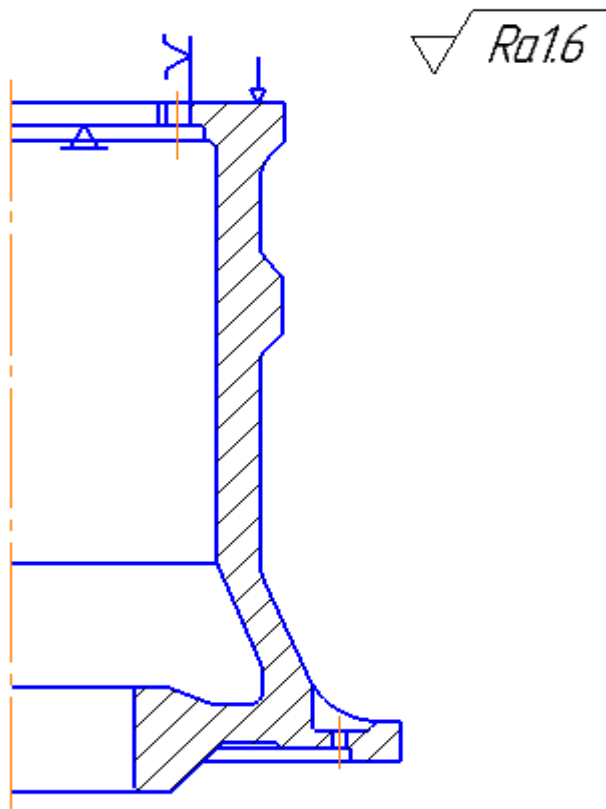


Рисунок 1.9 – Ескіз обробки

Швидкість різання визначається за формулою (1.44):

$$v = 40 \times 0.108 = 4.32 \text{ м/мин}$$

$$K_v = K_{v_M} \times K_{v_{II}} \times K_{v_{II}} \times K_{v_C} \times K_{v_\phi} \times K_{v_O} \times K_{v_B}, \quad (1.55)$$

$$K_v = 0.33 \times 1.15 \times 1 \times 0.5 \times 0.57 \times 1 \times 1 = 0.108$$

Поправочних коефіцієнтів на швидкість різання призначаємо по [10, табл.136, с. 322]:

K_{v_M} – коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу,

$K_{v_M} = 0.33$;

ЛМІ-коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту, ЛМІ = 1.15;

$K_{v_{II}}$ – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні, $K_{v_{II}} = 1$;

K_v – коефіцієнт, що враховує шифр типової схеми фрезерування, $K_v = 0.5$ [10, табл.109, с. 302];

K_{v_ϕ} – коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні,

$K_{v_\phi} = 0.57$;

K_{vo} – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_{vo} = 1$;

K_{vD} – коефіцієнт, що враховує відношення фактичної ширини фрезерування до нормативної, $K_{vD} = 1$.

Частота обертання шпинделя визначається за формулою (1.46):

$$n = \frac{1000 \times 4.32}{3.14 \times 20} = 68.79 \text{ об/мин}$$

Приймаємо $n = 63$ об/мин.

Дійсна швидкість головного руху визначається за формулою (1.47):

$$V_o = \frac{3.14 \times 20 \times 63}{1000} = 3.96 \text{ м/мин.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.48):

$$N_p = 0.8 \times \frac{3.96 \times 28 \times 5}{100} \times 1.15 = 5.1 \text{ кВт}$$

У верстата МА655 потужність $N_{ст} = 10$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{l + l_1}{s_m}, \quad (1.55)$$
$$T_o = \frac{11 + 9}{63} = 0.32 \text{ мин}$$

так як фрезеруються 16 пазів, то $T_o = 0.32 \times 16 = 5.12$ хв

1.6.5 Операция 130 – шлифовальная

Вихідні дані:

операція 130 – шліфування циліндричних поверхонь.

Верстат-внутрішньошліфувальний мод. Si8.

Ріжучий інструмент – круг шліфувальний ПВ 200×63×76.

Висота центрів 560 мм.

Потужність $N = 21$ кВт.

Визначення режиму різання

Для шліфування вала вибираємо коло з $V_k = 200$ і $IK = 63$. По обраному діаметру кола і паспортним даним верстата визначаємо швидкість обертання кола за формулою 1.56:

$$v_k = \frac{\pi \times D_k \times n_k}{1000 \times 60} \quad (1.56)$$

$$v_k = \frac{3.14 \times 200 \times 250}{1000 \times 60} = 2.62 \text{ м/с}$$

 $Ra0.8$

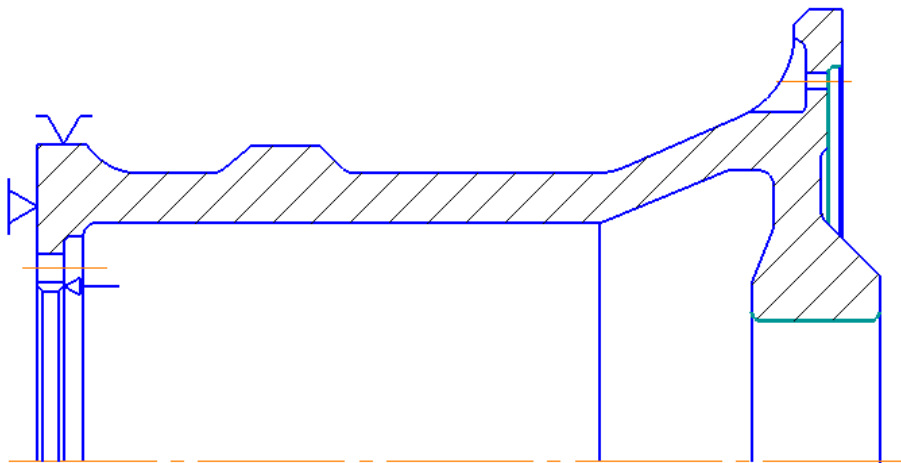


Рисунок 1.10 – Ескіз обробки

За [10, табл.158, с. 340] для жароміцного сплаву на нікелевій основі ХН73МБТЮ і заданому параметрі шорсткості вибираємо коло марки 24А, з твердістю СМ1-СМ2, зернистістю 40 на керамічній зв'язці.

Ø367 – шліфування діаметра.

За [10, табл.168, с. 350] при чистовому шліфуванні по діаметру 367 призначаємо швидкість деталі $V_d = 120$ м / хв і визначаємо частоту її обертання за формулою (1.46):

$$n_o = \frac{1000 \times 120}{3.14 \times 367} = 125 \text{ об/мин.}$$

Знайдена частота обертання укладається в паспортні дані верстата.

Вибираємо реальну подачу шліфувального кола S_t по х10, табл.169, с. 351]; для обраних умов $v = 367$ м, $m = 120$ м / хв і $t_d = 50.4$ подача на оберт $S_{tn} = 0.0011$ мм.

Знайдену подачу коректуємо за допомогою поправочних коефіцієнтів: K_D залежно від діаметра шліфувального круга, K_t стійкості кола, K_h припуску на обробку, K_{vk} швидкості кола і K_{lt} заданої точності обробки:

$$S_{t_1} = S_{t_T} \times K_D \times K_h \times K_T \times K_{V_K} \times K_{l_T} \quad (1.57)$$

$$S_{t_1} = 0.0011 \times 0.83 \times 0.9 \times 0.72 \times 1.5 \times 0.9 \times 0.4 = 0.00032$$

Визначаємо радіальну хвилинну подачу за формулою 1.58:

$$S_{t_M} = S_{t_1} \times n_o \quad (1.58)$$

$$S_{t_M} = 0.00032 \times 125 = 0.04 \text{ мм}$$

Швидкість обертання деталі за формулою (1.47):

$$v_o = \frac{3.14 \times 367 \times 125}{1000} = 144 \text{ м/мин}$$

Швидкість поздовжньої подачі визначаємо за формулою 1.59:

$$S_{B_M} = S_B \times n_o \quad (1.59)$$

$$S_{B_M} = 50.4 \times 125 = 6300 \text{ мм/мин}$$

де S_{B_M} –поздовжня подача $S_B = 0.8 \times 63 = 50.4$ мм/об.

По [2,карта 37] визначаємо значення поперечної подачі при $V_d = 144$ м/хв, $S_B = 50.4$ об/хв і $T_d = 367$ мм $P_{T_{дв.х.}} = 0.0027$ м/дв.ходу.

Потужність різання визначаємо за формулою (1.48):

$$N_p = 4.9 \times \frac{144}{100} \times 1.12 \times 1.4 = 11.1 \text{ кВт}$$

У верстата мод. Si8 потужність $N_c = 21$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо основний час за формулою 1.60:

$$T_o = \frac{l_d \times h \times K}{n_d \times s_B \times s_{t_{дв.х}}}, \quad (1.60)$$

$$T_o = \frac{11 \times 0.7 \times 1.4}{125 \times 50.4 \times 0.0027} = 0.63 \text{ мин}$$

де l_d – довжина оброблюваної поверхні;

h – припуск на діаметр в мм;

K -коефіцієнт враховує час на створення початкового натягу в системі, $K=1.4$;

n_d -число оборотів оброблюваної деталі в хвилину;

s_B -подача на ширину шліфування в мм / об;

$s_{t_{дв.х}}$ -подача на глибину шліфування в мм / дв.ходу.

- перший перехід – шліфування отвору Ø356.

За [10, 69умми.168, с. 350] при чистовому шліфуванні по діаметру 356 призначаємо швидкість деталі $v_d = 120$ м / 69ум і визначаємо частоту її обертання визначаємо за формулою (1.46):

$$n_d = \frac{1000 \times 120}{3.14 \times 356} = 125 \text{ об/мин.}$$

Знайдена частота обертання укладається в паспортні дані верстата.

Вибираємо реальну подачу шліфувального кола S_t по [10, 69умми.169, с. 351]; для обраних умов $v = 356$ мм, $m = 120$ м / 69ум і $d = 25.6$ подача на оборот $S_{tn} = 0.0025$ мм.

Знайдену подачу коректуємо за допомогою поправочних коефіцієнтів: K_D залежно від діаметра шліфувального круга, K_t стійкості кола, K_h припуску на обробку, K_v швидкості кола і K_{lt} заданої точності обробки визначаємо за формулою (1.57):

$$S_{t_1} = 0.0025 \times 0.83 \times 0.9 \times 0.72 \times 1.5 \times 0.9 \times 0.4 = 0.00073$$

Визначаємо радіальну хвилинну подачу за формулою (1.58):

$$S_{t_M} = 0.00073 \times 125 = 0.091 \text{ мм}$$

Швидкість обертання деталі при даному числі оборотів шпинделя визначаємо за формулою (1.47):

$$v_o = \frac{3.14 \times 356 \times 125}{1000} = 140 \text{ м / мин}$$

Швидкість поздовжньої подачі визначаємо за формулою (1.59):

$$S_{B_M} = 25.6 \times 125 = 3200 \text{ мм / мин}$$

де S_B – поздовжня подача = $0.8 \times 32 = 25.6$ мм/об.

По [2, карта 37] визначаємо значення поперечної подачі при $V_d = 140$ м/хв, $S_B = 25.6$ об/хв і $T_d = 356$ мм $P_{T_{дв.х.}} = 0.0053$ мм/дв.ходу.

Потужність різання визначаємо за формулою (1.48):

$$N_p = 4.9 \times \frac{140}{100} \times 1.12 \times 1.4 = 10.76 \text{ кВт}$$

У верстата мод. Si8 потужність $N_c = 21$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо основний час за формулою (1.60):

$$T_o = \frac{7 \times 0.7 \times 1.4}{125 \times 25.6 \times 0.0053} = 0.4 \text{ мин},$$

другий перехід – шліфування торця.

Число оборотів шпинделя деталі, встановленого для першого переходу, залишається без зміни для другого переходу.

По [2, карта 40] визначаємо основний технологічний час при довжині поверхні $l_D = 41$ м.

$$T_o = 2.75 = 1.41 = 3.88 \text{ хв.}$$

Ø216 – шліфування діаметра.

За [10, табл.168, с. 350] при чистовому шліфуванні по діаметру 216 призначаємо швидкість деталі $v_d = 90$ м / хв і визначаємо частоту її обертання визначаємо за формулою (1.46):

$$n_o = \frac{1000 \times 90}{3.14 \times 216} = 125 \text{ об/хв.}$$

Знайдена частота обертання укладається в паспортні дані верстата.

Вибираємо реальну подачу шліфувального кола S_t по х10, табл.169, с. 351]; для обраних умов $B_T = 216$ мм, $m = 90$ м/хв і $t_d = 50.4$ подача на оборот $S_{tn} = 0.0011$ мм.

Знайдену подачу коректуємо за допомогою поправочних коефіцієнтів: K_D залежно від діаметра шліфувального круга, K_t стійкості кола, K_h припуску на обробку, K_{vk} швидкості кола і K_{lt} заданої точності обробки визначаємо за формулою (1.57):

$$S_{t_1} = 0.0011 \times 0.83 \times 0.9 \times 0.72 \times 1.5 \times 0.9 \times 0.4 = 0.00032$$

Визначаємо радіальну хвилинну подачу за формулою (1.58):

$$S_{t_m} = 0.00032 \times 125 = 0.04 \text{ мм}$$

Швидкість обертання деталі визначаємо за формулою (1.47):

$$v_o = \frac{3.14 \times 216 \times 125}{1000} = 85 \text{ м/мин}$$

Швидкість поздовжньої подачі визначаємо за формулою (1.59):

$$S_{B_m} = 50.4 \times 125 = 6300 \text{ мм/мин}$$

де S_B – поздовжня подача; $S_B = 0.8 \times 63 = 50.4$ мм/об.

По [2, карта 37] визначаємо значення поперечної подачі при $v_d = 85$ м/хв, $S_B = 50.4$ об/хв і $P_d = 216$ мм $P_{т.дв.х.} = 0.0023$ мм/дв.ходу.

Потужність різання визначаємо за формулою (1.48):

$$N_p = 3.82 \times \frac{85}{100} \times 1.12 \times 1.4 = 5.1 \text{ кВт}$$

У верстата мод. Si8 потужність $N_c = 21$ кВт, що забезпечує значний резерв потужності.

Визначаємо основний час за формулою (1.60):

$$T_o = \frac{11 \times 0.7 \times 1.4}{125 \times 50.4 \times 0.0027} = 0.74_{\text{мин}}$$

Визначаємо загальний основний час за формулою (1.50):

$$T_o = 0.63 + 0.4 + 3.88 + 0.74 = 5.65 \text{ мин.}$$

1.7 Нормування операцій

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва встановлюються розрахунково-аналітичним методом.

Норма часу в серійному виробництві називається штучно-калькуляційною нормою часу:

$$t_{\text{ш-к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n}, \quad (1.61)$$

де n – число деталей в партії;

$t_{\text{п.з}}$ – підготовчо-заключний час, 72ум;

$t_{\text{шт}}$ – штучний час на одну деталь, 72ум.

$$t_{\text{шт}} = t_o + t_{\text{доп}} + t_{\text{об}} + t_{\text{відп}}, \quad (1.62)$$

дет t_o – основний (машинний) час, 72ум;

$t_{\text{доп}}$ – допоміжний час, 72ум;

$t_{\text{об}}$ – час обслуговування робочого місця, 72ум;

$t_{\text{відп}}$ – час перерви на відпочинок, 72ум.

Допоміжний час:

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{у.з}} + t_{\text{з.в}} + t_{\text{у.п}} + t_{\text{вим}}, \quad (1.63)$$

дет $t_{\text{у.з}}$ – час на установку і зняття деталі, 72ум;

$t_{з.е}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, 73ум;

$t_{у.п}$ – час на прийоми управління, 73ум;

$t_{вим}$ – час на вимірювання деталі, 73ум.

Оперативний час:

$$t_{оп} = t_o + t_{доп}, \quad (1.64)$$

t_o – машинний час;

t_e – допоміжний час.

Час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби:

$$t_{обс} + t_{відп} = (t_o + t_{доп}) \cdot \left(\frac{\alpha_{обс} + \alpha_{відп}}{100} \right), \quad (1.65)$$

$\alpha_{обс}$ и $\alpha_{відп}$ – час на обслуговування робочого місця, перерва на відпочинок і природні потреби в% від оперативного часу.

Кількість деталей в партії для одночасного запуску визначено за формулою (1.1) – $n = 60$ деталей:

Проведемо розрахунок технічної норми часу для 73умми73у73 токарної з ЧПК 035.

Підготовчо-заключний час складається з часу на наладку верстата, інструменту та пристосування (12хв), і отримання та здача інструменту і пристосування (8 мин). Таким чином $t_{п-з} = 20$ хв, [6, карта 18, с.71] (група верстата II).

Допоміжний час за формулою (1.63):

$$t_{доп} = 0,55 + 0,14 + 0,07 + 0,02 + 0,04 = 0,82 \text{ хв},$$

$t_{у.з} + t_{з.е} = 0,55$ хв – час на установку і зняття деталі [7, 73умми. 70, с. 131];

$t_{уп.} = 0,14$ хв – час на прийоми управління [7, 73умми. 71, с.132];

$t_{вим} = 0,07$ хв – час на вимірювання деталі скобою. [5, карта 67, с. 446].

Оперативний час визначаємо за формулою (1.64):

$$t_{оп} = 371,067 + 0,82 = 371,887 \text{ хв}.$$

Час на обслуговування робочого місця і природні потреби становить 4,6% від оперативного часу [7, с.133] за формулою (1.65):

$$t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}} = (t_o + t_{\text{доп}}) \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{обс}} + \alpha_{\text{відп}}}{100} \right) = 371,887 \cdot 0,04 = 17,1 \text{ хв},$$

Штучний час визначаємо за формулою (1.62):

$$t_{\text{шт}} = 371,887 + 17,1 = 388,99 \text{ хв},$$

Штучно-калькуляційний визначаємо за формулою (1.61):

$$t_{\text{шт-к}} = 388,99 + \frac{28}{40} = 389,69 \text{ хв}$$

Проведемо розрахунок технічної норми часу для операції токарної з ЧПК 085.

Підготовчо-заклучний час складається з часу на наладку верстата, інструменту та пристосування (12хв), і отримання та здача інструменту і пристосування (8 мин). Таким чином $t_{n-3} = 20\text{хв}$, [6, карта 18, с.71] (група верстата II).

Допоміжний час визначаємо за формулою (1.63):

$$t_{\text{доп}} = 0,55 + 0,14 + 0,07 + 0,02 + 0,04 = 0,82 \text{ хв},$$

$t_{\text{дет.з}} + t_{\text{з.в}} = 0,55\text{хв}$ – час на установку і зняття деталі [7, 74умми. 70, с. 131];

$t_{\text{уп.}} = 0,14\text{хв}$ – час на прийоми управління [7, 74умми. 71, с.132];

$t_{\text{вим}} = 0,07\text{хв}$ – час на вимірювання деталі скобою. [5, карта 67, с. 446].

Оперативний час визначаємо за формулою (1.64):

$$t_{\text{оп}} = 188,45 + 0,82 = 189,27\text{хв}.$$

Час на обслуговування робочого місця і природні потреби становить 4,6% від оперативного часу [7, с.133] визначаємо за формулою (1.65):

$$t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}} = (t_o + t_{\text{доп}}) \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{обс}} + \alpha_{\text{відп}}}{100} \right) = 189,27 \cdot 0,046 = 8,7 \text{ хв},$$

Штучний час визначаємо за формулою (1.62):

$$t_{шт} = 189,27 + 8,7 = 197,97 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою (1.61):

$$t_{шт-к} = 197,97 + \frac{28}{40} = 198,67 \text{ хв.}$$

Проведемо розрахунок технічної норми часу для операції 090 – свердлильна

Так як отворів необхідно просвердлити 16, то $T_0 = 4.46 \times 16 = 71.36 \text{ хв}$

Визначення допоміжного часу $T_{уст.з} = 0.16 \text{ хв}$ [2, карта 44, с. 288]

Управління:

- час на комплекс прийомів керування верстатом для свердління, розгортання, зенкерування дорівнює 0.15 хв для кожного переходу, [2, карта 45, с. 294]

- час на прийоми, пов'язані з переходом, не включені в загальний список [2, карта 47, с. 296]

Установка і зміна інструменту діаметром до 15 мм – 0.05 хв для кожного інструмента;

Змінити число обертів або подачу з максимальним діаметром свердління до 35 мм-0.03 хв на одну зміну;

На висновок і введення свердла для видалення стружки по [2, карта 49, с. 298] дорівнює 0.04 хв.

Допоміжний час, пов'язаний з кожним переходом :
Свердління

$$t_{п1} = 0.15 + 0.05 + 0.03 + 0.04 = 0.27 \text{ хв}; \quad (1.66)$$

Розгортання

$$t_{п2} = 0.15 + 0.05 + 0.03 = 0.23 \text{ хв}; \quad (1.67)$$

Зенкерування

$$t_{пз} = 0.15 + 0.05 = 0.2 \text{ хв}; \quad (1.68)$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходами на операцію :

$$t_{пер.} = 0.27 + 0.23 + 0.2 = 0.7 \text{ хв}; \quad (1.69)$$

Допоміжний час на контрольні вимірювання із. = 0.05 хв;

Всього допоміжного часу на операцію

$$T_v = a_{уст} + t_{пер.} + t_{з.} = 0.16 + 0.7 + 0.05 = 0.91 \text{ хв}, \quad (1.70)$$

при свердлінні 16 отворів $T_v = 14.56 \text{ хв}$

Операційний час визначаємо за формулою (1.64):

$$T_{оп} = 71.36 + 14.56 = 85.92 \text{ хв}$$

Додатковий час визначаємо за формулою :

$$\begin{aligned} T_{приб} &= 0.1 T_{опер.} \\ T_{приб} &= 0.1 \times 85.92 = 8.592 \text{ хв}. \end{aligned} \quad (1.71)$$

Штучний час визначаємо за формулою (1.62):

$$T_{ш} = T_o + T_v + T_{доп} = 71.36 + 14.56 + 8.592 = 94.512 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляционное час визначаємо за формулою (1.61):

$$T_{шк} = T_{ш} + (t_{п.з./п}) = 94.512 + (4/40) = 94.6 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час при обробці на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПУ операція 110 – фрезерування.

$T_{уст.з} = 0.28 \text{ хв}$ [2, карта 62, с. 433]

- - при автоматичному переміщення стола – 0.09 хв, [2, карта 64, с. 440], $T_{пер.} = 0.45 \text{ хв.}$

Допоміжний час визначаємо за формулою (1.63):

$$T_b = 0.28 + 0.45 = 0.73 \text{ хв},$$

при фрезеруванні 16 пазів $T_b = 0.73 \times 16 = 11.68 \text{ хв}$

Операційний час визначаємо за формулою (1.62):

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_b = 5.12 + 11.68 = 16.8 \text{ хв}$$

Додатковий час визначаємо за формулою (1.71):

$$T_{\text{приб}} = 0.1 T_{\text{опер.}} = 0.1 \times 16.8 = 1.68 \text{ хв.}$$

Штучний час визначаємо за формулою (1.62):

$$T_{\text{ш}} = T_o + T_b + T_{\text{приб}} = 5.12 + 11.68 + 1.68 = 18.48 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою (1.61):

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{ш}} + (t_{\text{п.з.}}/n) = 18.48 + (16/40) = 18.9 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час при обробці на верстаті
внутришлифовальном

Операция 130 – шлифовальная

$$T_{\text{уст.з}} = 0.14 \text{ хв [2, карта 41, с. 674]}$$

- для шліфування отвору – 0.31 хв, [2, карта 42, с. 676]
- для шліфування торця – 0.48, [2, карта 43, с. 678]
- переключити число оборотів деталі або подачу – 0.03 хв [2, карта 43, с. 678]
- контрольне вимірювання розміру скобою – 0.20 хв [2, карта 70, с. 712]
- контрольне вимірювання розміру калібром – 0.26 хв [2, карта 70, с. 712]

Допоміжний час визначаємо за формулою (1.63):

$$T_{\text{доп}} = 0.14 + 0.31 + 0.48 + 0.03 + 0.20 + 0.26 = 1.42 \text{ хв.}$$

Операційний час визначаємо за формулою (1.64):

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_v = 5.65 + 1.42 = 7.07 \text{ хв}$$

Додатковий час визначаємо за формулою (1.71):

$$T_{\text{приб}} = 0.1 T_{\text{опер.}} = 0.1 \times 7.07 = 0.707 \text{ хв.}$$

Штучний час визначаємо за формулою (1.62):

$$T_{\text{ш}} = t_o + T_v + T_{\text{приб}} = 5.65 + 1.42 + 0.707 = 7.777 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час визначаємо за формулою (1.61):

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{ш}} + (t_{\text{п.з.}}/n) = 7.777 + (15/40) = 8.16 \text{ хв.}$$

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Конструювання токарного пристосування

2.1.1. Опис конструкції і принципу роботи

Пристосування для токарної обробки складається з чотирьох основних частин: підстави, плити, кришки і мембранного пневмодвигуна. До основи (дет.поза. 3) прикріплена 8-ма болтами М6 плита (поз. 4). До плити 4-ма шпильками М12 (поз. 13) з гайками (поз. 14) кріпиться пневмодвигун (поз. 1). Він складається з корпусу і кришки, між якими затиснута мембрана тарілчастої форми у прогумованій тканини. Повітря з мережі через штуцер (поз. 10) надходить в нерухому муфту (поз. 2), щодо якої на шарикопідшипниках обертається палець (поз. 9) прикріплений до кришки (поз. 7). Кришка кріпиться до пневмодвигуна 4-ма гвинтами М10 (поз. 16). Через палець (поз. 9) повітря надходить в камеру і тисне на мембрану переміщаючи диск зі штоком (поз. 6). При випуску стисненого повітря в атмосферу шток під дією пружин разом з диском і мембраною повертається у вихідне положення (тягне режим). Глуха гайка М24 (поз. 18) з прокладкою служить для кріплення зовнішнього кільця нижнього підшипника і одночасно виключає витік повітря з муфти; через маслянку (поз. 19) забезпечується мастило підшипника.

Пристосування встановлюється на планшайбу верстата і затискається через 4-е паза прихватами.

Базування деталі здійснюється по зовнішньому діаметру $\varnothing 272.2+0.2$ з упором в торець плити (поз. 4). Затиск здійснюється кришкою (поз. 5) центрующою по $\varnothing 215.8-0.3$.

Перед установкою деталі включається пневмопривод верстата і стиснене повітря тисне на мембрану переміщаючи диск зі штоком (поз. 6). Встановлюється деталь до упора. Далі встановлюється кришка (поз. 5) і на шток заводиться відкидна шайба. Потім пневмодвигун (тягне режим) затискає кришку через шток і відкидну шайбу.

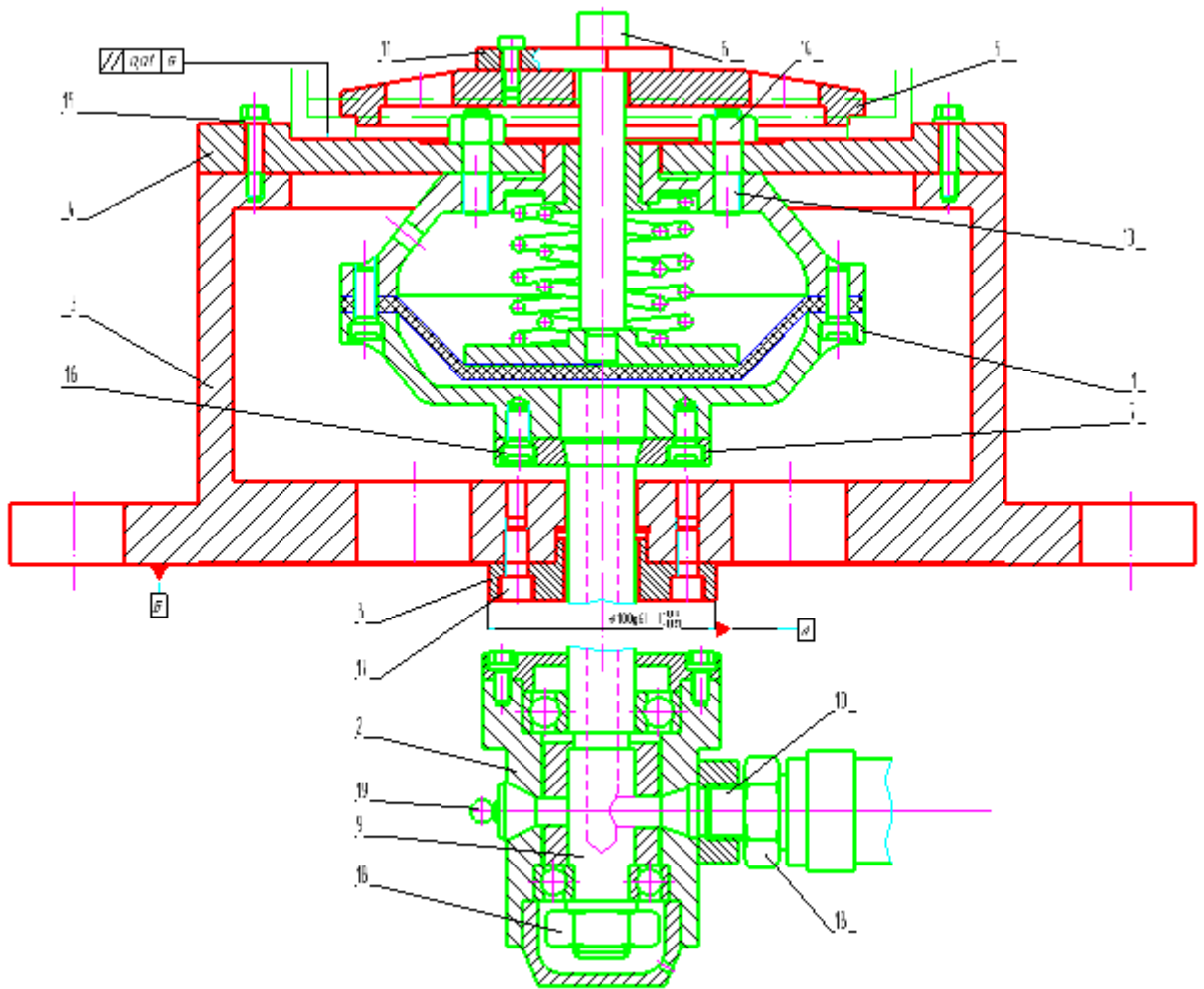


Рисунок 2.1 – Ескіз пристосування для токарної обробки

2.1.2. Розрахунок похибки базування

Внутрішня циліндрична базова поверхня заготовки виконана за розміром $\varnothing 272.2+0.2$.

Тоді максимальний зазор дорівнює:

$$S_{\max} = ES - ei \quad (2.1)$$

$$S_{\max} = 0.2 - (-0.049) = 0.249 \text{ мм}$$

Настроювальна базою є вісь пристосування, вимірювальна – вісь заготовки, тоді похибка визначаємо за формулою 2.2:

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{S_{\max}}{2} \quad (2.2)$$

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{0.249}{2} = 0.1\text{мм}$$

Похибка установки як сумарне поле випадкових величин визначаємо за формулою 2.3:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{уст.}} &= \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2} \\ \varepsilon_{\text{уст.}} &= \sqrt{0.1^2 + 0^2} = 0.1\text{мм}\end{aligned}\tag{2.3}$$

Похибка закріплення в осі випадку дорівнює 0, тому що напрямки сили затиску перпендикулярно напрямку розміру.

Похибка установки не повинно перевищувати третини допуску на розмір обробки за формулою 2.4:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{уст.}} &\leq \frac{1}{3}TL \\ \varepsilon_{\text{уст.}} &= \frac{1}{3}0.3 = 0.1\text{мм}\end{aligned}\tag{2.4}$$

Таким чином, запропонована схема базування заготовки забезпечує точність обробки за розміром $\varnothing 215.8-0.3$.

2.1.3. Розрахунок необхідного зусилля кріплення заготовки і вибір приводу

В процесі обробки заготовки виникають сили і моменти різання, які можуть порушувати її положення, досягнуте при базуванні, викликати вібрації заготовки, порушувати точність обробки і привести до підвищеного зносу інструменту. Тому заготівля повинна бути надійно закріплена в затискних пристосуваннях.

Але, при закріпленні заготовки виникають і негативні явища, які призводять до зміщення вимірювальних баз і знижують точність обробки.

В процесі обробки на токарному верстаті діє сила P , яку можна розкласти на три складові: окружну (вертикальну) P_z , осьову (горизонтальну) P_x і радіальну P_y . Величина P_z визначається за формулою, Н:

$$P_z = 10 \times C_p \times t \times S^{0.75} \times K_p, \quad (2.5)$$

$$P_z = 10 \times 50 \times 2 \times 0.1^{0.75} \times 1.25 = 222.29 \text{ Н}$$

де t – глибина різання, мм;

C_p і K_p – коефіцієнти, які визначають матеріал різця і оброблюваного матеріалу;

S – подача, мм/об.

Головна складова сила, за якою визначається момент різання, прирівнюється $P = (1.10 \dots 1.15) P_z$:

$$M_{рез} = P \frac{D}{2} \quad (2.6)$$

$$M_{рез} = 222.29 \frac{0.2158}{2} = 24 \text{ Нм}$$

Розрахуємо силу затиску, для запобігання провертання заготовки навколо своєї осі із-за дії крутного моменту M на верстатах з ЧПУ:

$$W = \frac{k \times M}{3 \times f_1 \times R} \quad (2.7)$$

$$W = \frac{1.575 \times 24}{3 \times 0.25 \times 0.1361} = 370 \text{ Н}$$

Визначаємо коефіцієнт запасу закріплення K за формулою 2.8:

$$K = K_0 = K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = K_5 = K_6 \quad (2.8)$$

$$K = 1.5 = 1 = 1.05 = 1 = 1 = 1 = 1.575,$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1.5$;

K_1 -враховує зміну сил різання в процесі обробки через нерівномірність припуску на заготівлі і враховується тільки для чистової обробки, $K_1 = 1$;

K_2 – враховується у всіх випадках обробки і залежить від виду обробки, оброблюваного матеріалу і нерівномірного зносу інструменту, $K_2 = 1.05$;

К3 – враховує умови переривчастого виду обробки, $K3 = 1$;

К4 – характеризує затискний пристрій з точки зору сталості сил затиску, $K4 = 1$;

К5 – характеризує ручні затискачі з точки зору зручності закріплення деталі, $K5 = 1$;

К6 – враховується в тому випадку, коли розрахунок сил затиску проводиться з урахуванням моментів різання і залежить від виду опорної поверхні пристосування, $K6 = 1$.

2.1.4 Вибір і розрахунок приводу

Затискні пристрої можуть приводитися в дію робочим. Але необхідно прагнути до заміни ручної праці механізованим. Для цього в пристроях використовуються приводи, які можуть бути пневматичними, гідравлічними, пневмогідравлічними, магнітними, електромеханічними і т. Д. З застосуванням механізованих приводів полегшується праця робітників, створюються більш стабільні за значенням затискні сили, забезпечується можливість автоматизації процесів обробки, підвищуються швидкодію засобів і продуктивність обладнання.

Пневмокамери являють собою конструкцію з двох литих або штампованих чашок, між якими затиснута діафрагма з прогумованої тканини. Термін служби діафрагм від 0.1 до 1 млн. циклів.

Конструкції пневмокамер простіше і дешевше у виготовленні, але мають два недоліки:

- малий робочий хід;
- різке падіння сили Ршт. Залежно від ходу штока.

Сили на штоці поршневих пневмоприводів визначаються за формулою:

- вихідний стан:

$$P_{um.} = 0.196 \times (D + D_1)^2 \times p - T \quad (2.9)$$

$$P_{um.} = 0.196 \times (180 + 120)^2 \times 0.4 - 6413 = 643$$

- при ході 0.7 D:

$$P_{\text{ит.}} = 0.147 \times (D + D_1)^2 \times p - T \quad (2.10)$$

$$P_{\text{ит.}} = 0.147 \times (180 + 120)^2 \times 0.4 - 4894 = 398$$

Зусилля Н:

- початкове положення-6413;

- - прихід 0.7 D-4894.

Діаметр діафрагми D = 180 мм;

Діаметр розрахункової шайби для гумовотканинних діафрагм D1 = 120 мм.

2.1.5 Розрахунок пристосування на точність і міцність

Розрахунок пристосування на точність.

На точність обробки впливає ряд технологічних факторів, що викликають загальну похибку обробки ϵ_0 , яка не повинна перевищувати допуск δ виконуваного розміру при обробці заготовки, тобто $\epsilon_0 \leq \delta$.

Розрахунок на точність полягає у визначенні розмірів настановних елементів і призначення технічних вимог.

Допуск на розмір налаштування – На точність обробки впливає ряд технологічних факторів, що викликають загальну похибку обробки ϵ_0 , яка не повинна перевищувати допуск δ виконуваного розміру при обробці заготовки, тобто $\epsilon_0 \leq \delta$.

Розрахунок на точність полягає у визначенні розмірів настановних елементів і призначенні технічних вимог.

Допуск на розмір налаштування-установки:

$$T_{\text{ну}} = T_{\text{обр.}} - (K_1 \times \epsilon_b + \epsilon_z + K_2 \times \omega) \quad (2.11)$$

$$T_{\text{ну}} = 0.3 - (0.8 \times 0.1 + 0 + 0.6 \times 0.2) = 0.1 \text{ мм},$$

де $T_{\text{обр.}} = 0.3$ - допуск на виконавчий розмір $\varnothing 215.8-0.3$;

$\epsilon_b = 0.1$ мм і $\epsilon_z = 0$ - відповідні похибки базування і закріплення заготовки;

$\kappa_1 = 0.8, \kappa_2 = 0.6$ – коефіцієнти;
 ω - середня економічна точність обробки.

Точність пристосування визначається значеннями відхилень ± 0.05 мм.
Таким чином, використовуване пристосування нормальної точності.

Розрахунок пристосування на міцність.

Перевірочний розрахунок навантаження на фланець штока:

$$\tau = \frac{4 \times P_{um}}{\pi \times d_{um}^2 \times n} \leq [\tau] = 0.6 \times \sigma_T \quad (2.12)$$
$$\tau = \frac{4 \times 6413}{3.14 \times 20^2 \times 4} = 5.1 \text{ МПа} < 600 \text{ МПа},$$

де $P_{шт} = 6413$ н-зусилля на штоці;

$d_{шт} = 20$ мм – діаметр штока;

$n = 4$ – число шпильок.

$$[\tau] = 0.6 \times 1000 = 600 \text{ МПа}$$

Умова виконується, діаметр штока обраний правильно.

2.3 Контрольне пристосування

Спроектувати КІП для вимірювання діаметрального биття 0.08 мм щодо осі в деталі " Вал " для остаточного контролю.

Розрахуємо такт випуску деталей при двозмінній роботі:

$$\tau = \frac{F_d \cdot m \cdot 60 \cdot k_g}{N}, \quad (2.13)$$

$$\tau = \frac{4015 \cdot 60 \cdot 0.96}{2000} = 115.63 \text{ мин}$$

де – фонд часу роботи верстата за рік,

k_g – коефіцієнт використання ефективного часу,

N – річна програма випуску.

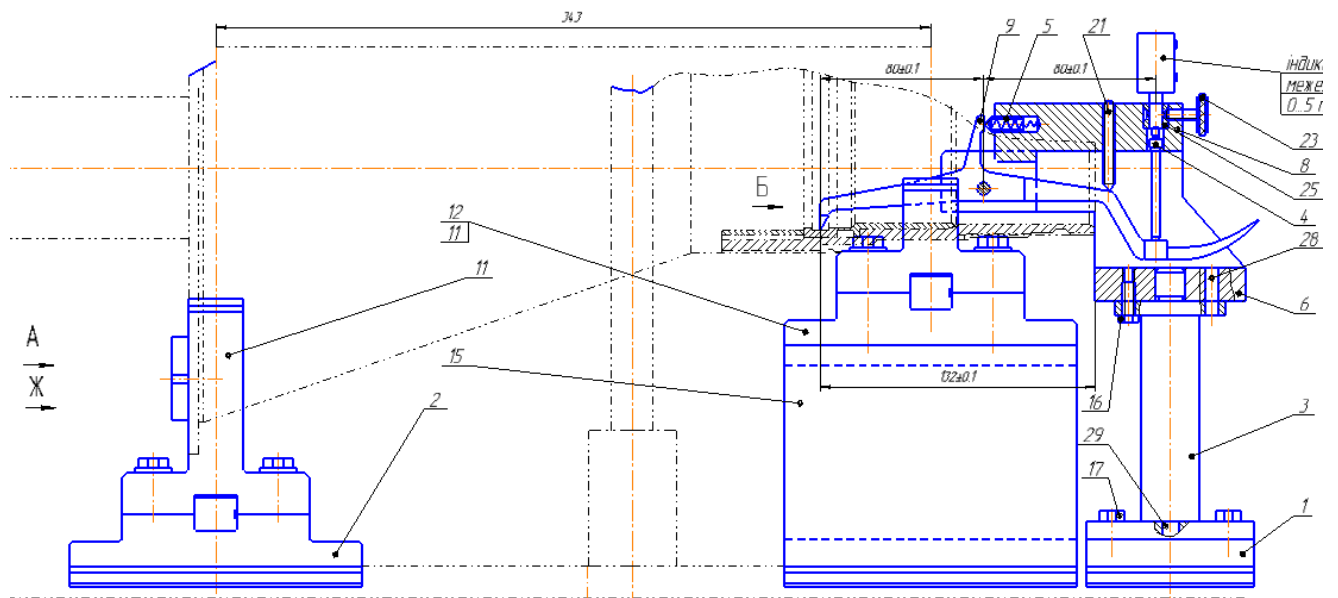


Рисунок 2.2 – Ескіз контрольного пристосування

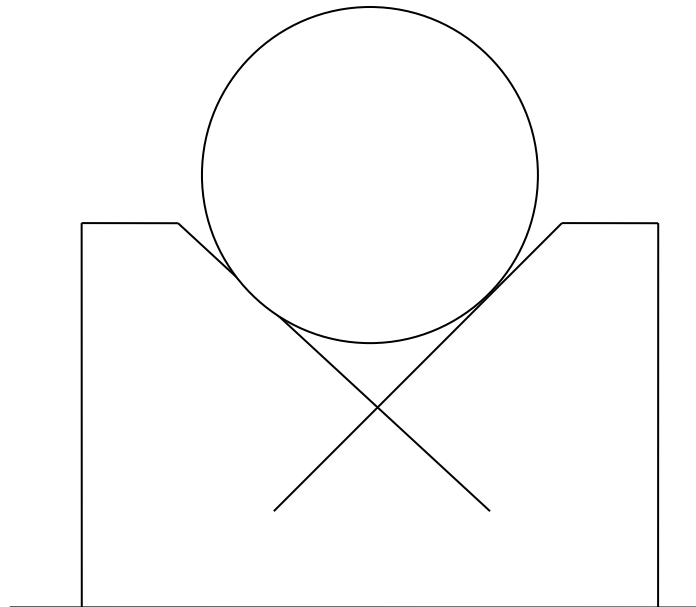


Рисунок 2.3 – Схема контролю деталі

2.3.1 Вибір і обґрунтування схеми базування

Контрольована деталь належить до технологічного класу деталей типу «вал». Тому доцільно в якості схеми базування вибрати установку деталі на призму з упором у лівий внутрішній діаметр. Діаметр $\text{Ø}270-0,1$ є подвійною напрямною базою, тобто позбавляє деталь 4-х ступенів свободи. Лівий внутрішній діаметр є опорною базою і позбавляє деталь одного ступеня

свободи. Залишається одна ступінь свободи, яка дозволяє деталі здійснювати обертання навколо своєї осі, що потрібно в процесі контролю биття.

При такій схемі базування на точність вимірювання впливають кут призми α (в 87-анному випадку $\alpha=90^\circ$) і положення вимірювального елемента, тобто наконечника індикатора, яке характеризується кутом β .

Похибка базування

$$\varepsilon_{\delta} = \delta - \frac{\delta}{2} \left(\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} + 1 \right) \quad (2.14)$$

$$\varepsilon_{\delta} = 0.1 - \frac{0.1}{2} \left(\frac{\sin 45}{\sin 90/2} + 1 \right) = 0$$

де $\delta=0.1$ - допуск деталі.

Так як деталь займає цілком стійке положення на опорах пристосування і сили від вимірювального пристрою не порушують, цієї стійкості, то необхідність у закріпленні деталі відпадає, отже, $\varepsilon_z=0$.

2.3.2 Вибір і обґрунтування засобу вимірювання.

Вибір засобу вимірювання почнемо з визначення оптимальних метрологічних, експлуатаційних і надійних характеристик, якими повинні володіти засоби вимірювання.

Допустима сумарна похибка вимірювання КІП знаходиться як частина допуску контрольованого параметра (биття діаметрального розміру не більше 0,08 мм) $|\delta_{изм}| = k \cdot IT$, де k залежить від квалитета або ступеня точності контрольованого параметра і може приймати значення від 0,2 до 0,35. В нашому випадку приймаємо $до=0,3$ [4, с. 3].

Відповідно до ГОСТ 8.051-81 (ст. РЕВ 303-76) х 1, с. 118-120, табл. 4.1] рекомендується прийняти $|\delta_{изм}| = 0.3 \times 100 = 30 \text{ мкм}$

Визначимо допустиму похибку засобу вимірювання (інструментальну похибку) [1, с. 127]

$$|\Delta_{ин}| = 0,7 |\delta_{изм}| \quad (2.15)$$

$$|\Delta_{ин}| = 0,7 \times 30 = 21 \text{ мкм}$$

Ціна поділки визначається в залежності від величини допустимої інструментальної похибки СІ. Приймати $|c| = |\Delta_{ин}| = 10 \text{ мкм}$

Інтервал поділу шкали $|a|$ беремо 2 мм, оскільки менша відстань між сусідніми штрихами шкали може ускладнити зчитування показання СІ. Тут необхідно враховувати умови, в яких буде працювати КВП, і, перш за все, освітленість.

Межа вимірювання за шкалою $|A|$ повинен перевищувати допуск, щоб зняття показання не викликало утруднень. Прийняти

$$|A| = 4IT = 4 \times 100 = 400 \text{ мкм} = 0.4 \text{ мм} [1, \text{ с. 121-128}].$$

Предел измерений средства (диапазон измерений) определяется условиями эксплуатации. Принимаем $|B| = 2 \text{ мм}$

Вимірювальне умови P_y обумовлюється характером контролюючих поверхонь при вимірюванні, жорсткістю контрольованої поверхні, величиною допуску вимірюваного параметра. Значення вимірювального зусилля приймаємо 500 сН, оскільки обмеження на його величину відсутня. Допустиме коливання вимірювального зусилля обумовлено величиною $\Delta P_{yc} = 100 \text{ сН}$.

Основним нормованим показником надійності СІ є напрацювання $t(P)$ до першої відмови при ймовірності безвідмовної роботи P . У відповідності з ГОСТ 23542-79 обговоримо кількістю циклів вимірювань, що забезпечує задану кількість контрольних операцій. $t(P) = 80000 \times 2 = 160000$ циклів.

Імовірність безвідмовної роботи задамося $|P| = 0.85$, виходячи з можливостей вимірювальних засобів, що випускаються інструментальною галуззю машинобудування.

Пошук СІ за заданими обмеженнями [3, с. 95-99].

Після того як стали відомі допустимі значення за метрологічним, експлуатаційним і надійнісними показниками, можемо приступити до пошуку СІ. Прийнятним вважається СІ, значення характеристик якого знаходяться в такому співвідношенні з допустимими:

Таблиця 2.1 – Значення характеристик СІ

$\Delta_{ин} \leq \Delta_{ин} $	$c \leq c $
$a \geq a $	$A \geq A $
$B \geq B $	$P_{yc} \leq P_{yc} $
$\Delta P \leq \Delta P $	$t(P) \geq t(P) $
$P \geq P $	

Пошук здійснюємо в таблицях технічних характеристик важільно-зубчастих вимірювальних головок. Найбільш близьким за показниками є Індикатор годинникового типу моделі ИЧ-02, у якого наступні параметри:

$$\Delta_{ин} = 0.01 \text{ мм} ; c = 0.01 \text{ мм}; A = 1 \text{ мм}; B = 10 \text{ мм}; P_{yc} = 200 \text{ сН}; \Delta P_{yc} = 80 \text{ сН} ; \\ t(P) = 500000 ; p = 0.9.$$

Зіставивши ці значення з допустимими (розрахунковими), приходимо до висновку, що задані умови точності, надійності і економічності дотримуються.

Розрахунок сумарної похибки вимірювання КВП виконуємо за формулою :

$$\varepsilon_{КВП} = \varepsilon + \Delta_p + \Delta_{\varepsilon} + \Delta_{ин} + \Delta_t + \Delta_{yc} \quad (2.16)$$

де Δ_p - похибка передавального пристрою, оскільки в конструкції нашого КВП передавальний пристрій відсутній, $\Delta_p = 0$;

Δ_{ε} - похибка виготовлення еталонної деталі приймаємо $\Delta_{\varepsilon} = 0$, так як при вимірюванні биття еталон відсутня.

$\Delta_{ин}$ - похибка обраного засобу вимірювання $\Delta_{ин} = 10 \text{ мкм}$;

Δ_t - похибка, викликана зміною температури навколишнього середовища:

$$\Delta_t = l \cdot \alpha(t_1 - t_2), \quad (2.17)$$

де l – розмір вимірюваного об'єкта $l = 270 \text{ мм}$,

α – коефіцієнт лінійного розширення для сталі 20ХНЗН, $\alpha = 12.5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$

Можливий перепад температури – 3.

В такому випадку:

$$\Delta_t = l \cdot \alpha (t_1 - t_2) \quad (2.18)$$

$$\Delta_t = 270 \times 12.5 \times 10^{-6} \times 3 = 0.0101 \text{мм} = 10.1 \text{мкм}$$

Δ_{yc} - похибка, що викликається вимірювальним зусиллям за рахунок контактної деформації. Визначимо фактичну похибку за формулою Герца:

$$\Delta_{yc} = 0.43 \cdot K \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{yc}^2}{r}} \quad (2.19)$$

$$\Delta_{yc} = 0.43 \cdot 0.81 \cdot \sqrt[3]{\frac{2^2}{5}} = 0.32 \text{мкм}$$

де P_{yc} – вимірювальне зусилля, Н ($P_{yc} = 2 \text{Н}$);

r – радіус вимірювального наконечника, мм ($r = 5 \text{ мм}$);

K -коефіцієнт, що залежить від матеріалу наконечника ($K = 0.81$).

$\mathcal{E}$ - похибка положення контрольованої деталі в пристосуванні. Вона визначається як:

$$\mathcal{E} = \sqrt{\mathcal{E}_\delta^2 + \mathcal{E}_з^2 + \mathcal{E}_{np}^2} \quad (2.20)$$

тут $\mathcal{E}_\delta$ - похибка базування. В нашому випадку вона дорівнює 0 (п. 2)

$\mathcal{E}_з$ - похибка закріплення. Оскільки вимірювання проводиться без закріплення $\mathcal{E}_з = 0$.

$\mathcal{E}_{np}$ - неточність виготовлення елементів пристосування, що беруть участь у формуванні розмірної ланцюга. Визначається квадратичним підсумовуванням елементарних похибок, викликаних як неточністю виготовлення деталей для установки СІ, так і для базування об'єкта контролю.

$$\mathcal{E}_{np} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2} \quad (2.21)$$

де Δ_1 - похибка при виготовленні і зборі настановних елементів пристосування; $\Delta_1 = 2$ мкм,

Δ_2 - похибка, що виникає від зносу настановного елемента

$$\Delta_2 = \beta \times N^n \quad (2.22)$$

$$\Delta_2 = 0.3 \times (0.25 \times 2000)^{0.4} = 3.6 \text{ мкм},$$

де n - число контактів деталі з пристосуванням;
 $\beta = 0.3$ - коефіцієнт для призм.

Тоді

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{2^2 + 3.6^2} = 4.12 \text{ мкм}$$

Похибка положення вимірюваної деталі можна обчислити за формулою(2.20):

$$\varepsilon = \sqrt{0 + 0 + 4.12^2} = 4.12 \text{ мкм}$$

Погрешность положения измеряемой детали можно вычислить по формуле(2.16):

$$\varepsilon_{КИП} = \varepsilon + \Delta_p + \Delta_{\vartheta} + \Delta_{ин} + \Delta_t + \Delta_{yc}$$

$$\varepsilon_{КИП} = 4.12 + 0 + 0 + 10 + 0.32 + 10.1 = 24.54 \text{ мкм}$$

Зіставивши фактичну сумарну похибку $\varepsilon_{КИП}$ з допустимою $|\delta_{изм}| = \text{мкм}$, робимо висновок про те, що необхідна умова дотримується точності:

$$\varepsilon_{КИП} = 24.54 < 30 = |\delta_{изм}|$$

3 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЯНКИ

3.1 Розраховуємо кількість верстатів, необхідних для використання заданих операцій:

$$S_{pi} = \frac{\sum_{j=1}^{\lambda} t_{u-kij} \times N_j}{F \times g \times m \times 60} \quad (3.1)$$

де i – номер технологічної операції або вид механічної обробки, або відповідний тип верстата;

S_{pi} – розрахункова кількість верстатів;

S_{ni} -прийнята кількість верстатів;

Fg -річний фонд роботи ТО в одну зміну, ч;

m – кількість робочих змін.

$$S_{p2} = \frac{71.75 \times 2000}{4015 \times 60} = 0.59$$

Приймаю $S_{p2} = 1$ станок

Коефіцієнт завантаження станка:

$$K_{s2} = \frac{S_{p2}}{S_{n2}} \quad (3.2)$$

$$K_{s2} = \frac{0.59}{1} = 0.59$$

Отримані результати заносимо в таблицю 3.1.

Середній коефіцієнт завантаження:

$$K_s = \frac{\sum S_{pi}}{\sum S_{ni}} \quad (3.3)$$

$$\overline{K_s} = \frac{15.36}{40} = 0.384$$

У зв'язку з тим, що коефіцієнт завантаження $\overline{K_s} = 0.384$ дозагружаєм виробництво.

Розраховую річну станкоекмкость по кожному виду робіт, по операції:

$$T_{ш-ki} = \sum_{j=1} t_{ш-киj} \times N_j \quad (3.4)$$

$$T_{ш-ki} = 9.8 \times 2000 + 14.4 \times 4000 + 10.2 \times 4000 + 71.75 \times 2000 = 261500$$

Розраховуємо кількість верстатів необхідне для виконання кожної операції технологічного процесу за формулою (3.1):

$$S_{pi} = \frac{261500}{240900} = 1.08$$

Приймаємо $S_{ni} = 1$ станок.

Коефіцієнт завантаження станків визначаємо за формулою (3.2):

$$K_{zi} = \frac{S_{pi}}{S_{ni}} = 1.08$$

Отримані результати заносимо в таблицю 3.1.

Аналогічно виконуємо розрахунки для інших операцій ТП.

Середній коефіцієнт завантаження верстата визначаємо за формулою (3.3):

$$K_z = \frac{27.06}{28} = 0.96$$

Розраховую кількість деталеопераций виконуваних на технологічній лінії обробки:

$$K_{zo} = \frac{O}{M} \quad (3.5)$$

$$K_{zo} = \frac{38}{28} = 1.36$$

де $O = 38$ – кількість операцій,

$M = 28$ – кількість робочих місць.

Т. к. $1 < K_{zo} < 10$, то тип виробництва визначаємо як великосерійне, форма організації ТП на лінії обробки корпусів – змінно-поточкова (прямопоточная).

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

№ опер.	Вид операції	Модель станка	t _{всп.}	t _{ш-к}	t _{шт.}	t _{маш.}	t _{раб.}	t _{пер.}
010	Токарна	K10-8	0.59	71.75	71.05	122.2	6.46	0.15
015	Токарна	K10-8	0.59	89.4	88.65	152.5	8.06	0.15
020	Контроль неразруш.							
025	Притирочна	Притирочна установка		0.3				
030	Промывка	Ванна УЗ		0.12				
035	Токарна з ЧПУ	1A512МФ3	0.82	410.6	409.9	2146.5	37.18	0.15
040	Токарна з ЧПУ	1A512МФ3	0.82	252.8	251.83	770.4	22.9	0.15
045	Маркування	Верстак		0.15	0.1		0.01	0.15
050	Транспортировка							
055	Травлення							
060	Отжиг							
065	Транспортирование							
070	Притирочна	Притир. установка		0.5				
075	Промывка	Ванна УЗ		0.12				
080	Токарна з ЧПУ	SKIQ-8	0.82	270.8	270.13	987.6	24.56	0.15
085	Токарна з ЧПУ	SKIQ-8	0.82	208.9	208.2	360	18.93	0.15
090	Сверлильна з ЧПУ	2P135Ф3	14.56	94.6	94.51	163.42	8.59	0.15
095	Сверлильна з ЧПУ	2P135Ф3	24.48	80.09	79.99	138.3	7.27	0.15
100	Сверлильна з ЧПУ	2P135Ф3	24.48	139.1	139	240.3	12.64	0.15

Продовження таблиці 3.1

105	Слесарная	Верстак		1.15	1.1		0.1	0.15
110	Фрезерна з ЧПУ	МА655А8	11.68	18.9	18.48	31.95	1.68	0.15
115	Слесарная	Верстак		0.55	0.5		0.05	0.15
120	Притирочная	Притироч. установка		0.5				
125	Промывка	Ванна УЗ		0.12				
130	Шлифовальна	Si8	1.42	8.16	7.78	14.39	0.71	0.15
135	Слесарная	Верстак		0.35	0.3		0.05	
140	Промивка	Ванна УЗ		0.12				
145	Шлифовальна	Si8	1.42	10.09	9.71	17.97	0.88	0.15
150	Токарна	163	0.59	120.2	119.45	221	10.86	0.15
155	Токарна	163	0.59	59.3	58.62	108.47	5.33	0.15
160	Слесарная	Верстак		2.05	2		0.2	0.15
165	Полировальна	163		4.1	4		0.4	0.15
170	Полировальна	163		4.1	4		0.4	0.15
175	Промивка	Ванна УЗ		0.12				
180	Балансировка	БСД-3		2.1	2		0.2	0.15
185	Фрезерна з ЧПУ	МА655А8	0.73	2	1.6	3	0.1	0.15
190	Контроль				0.3			
195	Слесарная	Верстак		0.55	0.5		0.05	0.15
200	Контроль							
205	Маркування			0.05				
210	Промивка	Ванна УЗ		0.12				
215	Контроль							

3.2. Проектування технологічної лінії

У змінно-потоковому виробництві тривалість операції ТП не обов'язково дорівнює або кратна такту випуску, однак, усереднений неявний такт випуску для таких технологічних ліній присущен.

Для того щоб визначити або призначити змінну норму вироблення для ділянки або технологічної лінії необхідно розрахувати приблизний такт

випуску, більш точно змінну норму вироблення можна визначити за усередненим $\overline{t_{и-к}}$:

$$\overline{t_{и-к_i}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{и-к_i} \quad (3.6)$$

Такт випуску:

$$\tau^* = \frac{f_{см} \times a \times 2}{n} \quad (3.7)$$
$$\tau^* = \frac{492 \times 5 \times 2}{40} = 123 \text{ мин}$$

де а – періодичність запуску;

$f_{см} = 492$ ч – річний дійсний фонд робочого часу;

п – обсяг партії заготовок

2 – 2-х змінна робота, кількість змін.

Порівнюю значення τ^* і $\overline{t_{и-к}}$, так як $\tau^* \gg \overline{t_{и-к}}$ сильно розрізняються, веде розрахунок по такту випуску τ^* .

Розраховую змінний обсяг випуску (норму вироблення):

$$g = \frac{f_{см}}{t_{и-к_{и}}} \quad (3.8)$$
$$g = \frac{492}{123} = 4 \text{ шт / смену}$$

Розраховую необхідну кількість верстатів для виконання кожної операції і коефіцієнт завантаження верстатів (див. табл. 3.1.) за формулою (3.1)

$$S_{p1} = \frac{261500}{4015 \times 60} = 1.08,$$

Приймаємо $S_{ni} = 1$ станок.

Коефіцієнт завантаження станків визначаємо за формулою (3.2):

$$K_{zi} = \frac{S_{pi}}{S_{ni}} = 1.08$$

$$S_{p2} = \frac{261400}{4015 \times 60} = 1.08,$$

Приймаємо $S_{ni} = 1$ станок.

Коефіцієнт завантаження станків визначаємо за формулою (3.2):

$$K_{zi} = \frac{S_{pi}}{S_{ni}} = 1.08$$

Отримані результати заносимо в таблицю 3.2.

3.3. Розрахунок чисельності основних робочих операторів

Розраховую кількість верстатів, яке може обслужити один оператор, орієнтуючись при цьому на операцію з максимальною тривалістю, за формулою:

$$m_{s_1} = \frac{t_{on_i}}{t_{o\hat{o}_1} + t_{nep_1}} \quad (3.9)$$

Багатоверстатне обслуговування може бути приблизно в тому випадку, коли основна машинно-автоматичне час на операцію більше суми додаткового часу на інших операціях і часу, що витрачається на переходи оператора від верстата до верстата, тобто:

$$t_{on}^{\max} \geq \sum t_{pab}^{pyu} + \sum t_{nep} \quad (3.10)$$

Де $t_{on}^{\max}$ -максимальний операційний час на верстатах, намічених до об'єднання в зону обслуговування;

$$t_{обс.} = t_{pab.} = t_{зон.} = t_{д.ручн.} = t_{уст} + t_{упр.} + t_{конт.} + t_{инд.} \quad (3.11)$$

$t_{опер.} = 0.15$ хв – час, що витрачається на перехід від верстата до верстата.

Розглядаємо першу зону обслуговування:

верстат токарний мод. К10-8

$$152.5 \geq 6.46 + 0.15 + 8.06 + 0.15 = 14.82$$

Кількість верстатів, що може обслужити оператор визначаємо за формулою (3.9):

$$m_{s_1} = \frac{152.5}{8.06 + 0.15} = 18.57 = 18$$

Так як на 1 оператор зможе обслужити 18 верстатів, а їх 1, то у нього залишиться вільний час, тому за формулою (3.2) визначаємо:

$$t_{on_6} = \left(\frac{152.5}{1} \right) - (8.06 + 0.15) \times 1 = 137.98 \text{ мин.}$$

В цей час можливо оператор зможе обслужити верстат К10-8 на 1 операції. Розраховую число деталей-операцій, які зможе виконати оператор за вільний час на 2 операції, не відходячи від верстата:

$$n_1 = \frac{\Delta t_{on} - t_{nep} \times 2}{t_{on}} \quad (3.12)$$

$$n_1 = \frac{137.98 - 0.15 \times 1}{122.2} = 1.13 \text{ деталі – операцій,}$$

тобто цей оператор встигне обслужити верстат К10-8 і буде повністю завантажений.

Розраховую техніко-економічні показники:

Станкостаночність І зони:

$$t_{um-\kappa I} = t_{um-\kappa 1} + t_{um-\kappa 2} \quad (3.13)$$

$$t_{um-\kappa I} = 71.75 + 89.4 = 161.15 \text{ мин}$$

Трудомісткість І зони:

$$t_I = \frac{f_{3M} R_I}{q_{3M}} \quad (3.14)$$

$$t_I = \frac{492 \times 1}{4} = 123 \text{ мин.}$$

Коефіцієнт многостаночного обслуговування:

$$K_{MO_I} = \frac{t_{um-\kappa I}}{t_I} \quad (3.15)$$

$$K_{MO_I} = \frac{161.15}{123} = 1.31$$

Трудомісткість кожної операції в зоні:

$$t_1 = \frac{t_I}{t_{\text{пав1}} + t_{\text{пав2}}} \times t_{\text{пав1}} \quad (3.16)$$
$$t_1 = \frac{123}{6.46 + 8.06} \times 6.46 = 54.72 \text{ мин}$$

$$t_2 = \frac{123}{6.46 + 8.06} \times 8.06 = 68.28 \text{ мин}$$

Аналогічно розраховуємо II, III, V, VI, VII зони обслуговування.

Отримані результати заносимо в табл. 3.1.

Розглянемо зону IV свердлильну (2P135Ф3, 2P135Ф3, 2P135Ф3)

$$240.3 \geq 8.59 + 0.15 + 7.27 + 0.15 + 12.64 + 0.15 = 28.95$$

Кількість верстатів, що може обслужити оператор визначаємо за формулою (3.9):

$$m_{sIV} = \frac{240.3}{12.64 + 0.15} = 18.79 = 18,$$

Так як 1 оператор зможе обслужити 18 верстатів, а їх 2, то у нього залишиться вільний час визначаємо за формулою (3.10):

$$t_{on_{19}} = \left(\frac{240.3}{1} \right) - (12.64 + 0.15) \times 2 = 214.72 \text{ мин.}$$

В цей час можливо оператор зможе обслужити верстат 2P135Ф3 на 17 операції. Розраховую число деталей-операцій, які зможе виконати оператор за вільний час на 19 операції, не відходячи від верстата визначаємо за формулою (3.12):

$$n_1 = \frac{214.72 - 0.15 \times 2}{163.42} = 1.31 \text{ деталі – операцій,}$$

тобто цей оператор встигне обслужити верстат 2P135Ф3 і буде повністю завантажений визначаємо за формулою (3.9):

$$m_{sIV} = \frac{138.3}{7.27 + 0.15} = 18.64 = 18,$$

Так як 1 оператор зможе обслужити 18 верстатів, а їх 1, то у нього залишиться вільний час визначаємо за формулою (3.10):

$$t_{on_{18}} = \left(\frac{138.3}{1} \right) - (7.27 + 0.15) \times 1 = 130.88 \text{ мин.}$$

В цей час можливо оператор зможе обслужити верстат 2P135Ф3 на 17 операції. Розраховую число деталей-операцій, які зможе виконати оператор за вільний час на 18 операції, не відходячи від верстата, визначаємо за формулою (3.12):

$$n_2 = \frac{130.88 - 0.15 \times 1}{163.42} = 0.8 \text{ деталі – операцій,}$$

тобто цей оператор не встигне обслужити верстат 2P135Ф3, призначаю другого оператора.

Розраховую техніко-економічні показники:

Станкоемкість IV зони визначаємо за формулою (3.13):

$$t_{um-IV} = 94.6 + 80.09 + 139.1 = 313.79 \text{ мин}$$

Трудовісткість IV зони визначаємо за формулою (3.14):

$$t_{IV} = \frac{492 \times 2}{4} = 246 \text{ мин.}$$

Коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування визначаємо за формулою (3.15):

$$K_{MOIV} = \frac{313.79}{246} = 1.28$$

Трудовісткість кожної операції в зоні визначаємо за формулою (3.16):

$$t_{17} = \frac{246}{8.59 + 7.27 + 12.64} \times 8.59 = 74.15 \text{ мин}$$

$$t_{18} = \frac{246}{8.59 + 7.27 + 12.64} \times 7.27 = 62.75 \text{ мин}$$

$$t_{19} = \frac{246}{8.59 + 7.27 + 12.64} \times 12.64 = 109.1 \text{ мин}$$

Розглянемо зону VIII.

До неї відносяться операції: 4,5,13,14,23,24,32,33,34,35,41 завантаженість, у яких маленька.

5, 14, 24, 27, 34 і 41 операція являє собою мийку партіями, 4, 13,23 операції зачистка кромки, 32, 33 полірування, 35 балансування і пред'явлення деталей контролеру. Тому виконання робіт на цих операціях доцільно вести партіями по 6 або 12 штук заготовок. При цьому тривалість робіт на партії складе:

- на 4-ой операції

$$t_{ум-к4}^* = t_{ум-к4} \times 6 = 0.3 \times 6 = 1.8 \text{ мин.}$$

- на 5, 14, 24, 27, 34, 41-ой операціях

$$t_{ум-к5}^* = t_{ум-к14}^* = t_{ум-к24}^* = t_{ум-к27}^* = t_{ум-к34}^* = t_{ум-к41}^* = t_{ум-к5,14,24,27,34,41} \times 6 = 0.12 \times 6 = 0.72 \text{ мин}$$

- на 13, 23-ей операціях

$$t_{ум-к13,23}^* = t_{ум-к13,23} \times 6 = 0.5 \times 6 = 3 \text{ хв}$$

- на 32, 33-ей операціях

$$t_{ум-к32,33}^* = t_{ум-к32,33} \times 6 = 4.1 \times 6 = 24.6 \text{ хв}$$

- на 35-ой операціях

$$t_{ум-к35}^* = t_{ум-к35} \times 6 = 2.1 \times 6 = 12.6 \text{ хв}$$

Разом на виконання роботи партіями деталей по 6 штук необхідно витратити:

$$1.8+3+3+0.72+0.72+0.72+0.72+0.72+0.72+24.3+24.6+12.6 = 73.92 \text{ мин},$$

а на норму вироблення:

$$\frac{73.92}{6} \times 4 = 49.28 \text{ мин},$$

$$\text{де } g = \frac{f_{cm}}{t_{um-\kappa_{um}}} = \frac{492}{123} = 4 \text{ ум / смену}$$

Число операторів, необхідних для виконання цієї роботи:

$$R_{IV} = \frac{49.28}{492} = 0.1$$

Приймаю 1 оператора.

Розраховую техніко-економічні показники:

Верстатоемкість VIII зони визначаємо за формулою (3.13):

$$t_{um-\kappa/VIII} = 0.3 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.12 + 4.1 + 4.1 + 0.12 + 2.1 + 0.12 = 12.32 \text{ мин}$$

Трудомісткість VIII зони визначаємо за формулою (3.14):

$$t_{IV} = \frac{492 \times 1}{4} = 123 \text{ мин.}$$

Коефіцієнт многостаночного обслуговування визначаємо за формулою (3.15):

$$K_{MOIV} = \frac{12.32}{123} = 0.1$$

Трудомісткість кожної операції в зоні визначаємо за формулою (3.16):

$$t_4 = \frac{123}{0.3 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.12 + 4.1 + 4.1 + 0.12 + 2.1 + 0.12} \times 0.3 = 3 \text{ мин}$$

$$t_5 = t_{14} = t_{24} = t_{27} = t_{34} = t_{41} =$$

$$= \frac{123}{0.3 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.12 + 4.1 + 4.1 + 0.12 + 2.1 + 0.12} \times 0.12 = 1.2 \text{ мин}$$

$$t_{13} = t_{23} = \frac{123}{0.3 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.12 + 4.1 + 4.1 + 0.12 + 2.1 + 0.12} \times 0.5 = 4.99 \text{ мин}$$

$$t_{32} = t_{33} = \frac{123}{0.3 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.12 + 4.1 + 4.1 + 0.12 + 2.1 + 0.12} \times 4.1 = 40.9 \text{ мин}$$

$$t_{35} = \frac{123}{0.3 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.5 + 0.12 + 0.12 + 4.1 + 4.1 + 0.12 + 2.1 + 0.12} \times 2.1 = 20.97 \text{ мин}$$

Циклограма багатOVERстального обслуговування

Для I зони обслуговування тривалість циклу обслуговування:

$$t_{ц.о.I} = t_{обсл.1} + t_{обсл.2} + t_{пер.1} + t_{пер.2} \quad (3.17)$$

$$t_{ц.о.I} = 6.46 + 0.15 + 8.06 + 0.15 = 14.82 \text{ мин}$$

Тривалість циклу обробки:

$$t_{ц.I} = t_y^{\max} = t_{on}^{\max} = 152.5 \text{ мин},$$

Як видно, $t_{ц.о.I} < t_{ц.I}$, що прийнято, тому не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони.

Для II зони обслуговування тривалість циклу обслуговування визначаємо за формулою (3.17):

$$t_{ц.о.II} = 37.18 + 22.9 + 0.15 + 0.15 = 60.38 \text{ мин}$$

Тривалість циклу обробки:

$$t_{ц.II} = t_y^{\max} = t_{on}^{\max} = 2146.3 \text{ мин},$$

Як видно, $t_{ц.о.II} < t_{ц.II}$, що прийнято, тому не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони.

Для III зони обслуговування тривалість циклу обслуговування визначаємо за формулою (3.17):

$$t_{ц.о.III} = 24.56 + 18.93 + 0.15 + 0.15 = 43.79 \text{ мин}$$

Тривалість циклу обробки:

$$t_{ц.III} = t_{ц}^{\max} = t_{он}^{\max} = 987.6 \text{ мин},$$

Як видно, $t_{ц.о.III} < t_{ц.III}$, що прийнято, тому не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони.

Для IV зони обслуговування тривалість циклу обслуговування визначаємо за формулою (3.17):

$$t_{ц.о.IV} = 8.59 + 7.27 + 12.64 + 0.15 + 0.15 + 0.15 = 28.95 \text{ мин}$$

Тривалість циклу обробки:

$$t_{ц.IV} = t_{ц}^{\max} = t_{он}^{\max} = 240.3 \text{ мин},$$

Як видно, $t_{ц.о.IV} < t_{ц.IV}$, що прийнято, тому не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони.

Для V зони обслуговування тривалість циклу обслуговування визначаємо за формулою (3.17):

$$t_{ц.о.V} = 1.68 + 0.1 + 0.15 + 0.15 = 2.08 \text{ мин}$$

Тривалість циклу обробки:

$$t_{ц.V} = t_{ц}^{\max} = t_{он}^{\max} = 31.95 \text{ мин},$$

Як видно, $t_{ц.о.V} < t_{ц.V}$, що прийнято, тому не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони.

Для VI зони обслуговування тривалість циклу обслуговування визначаємо за формулою (3.17):

$$t_{ц.о.VI} = 0.71 + 0.88 + 0.15 + 0.15 = 1.89 \text{ мин}$$

Тривалість циклу обробки:

$$t_{ц.VI} = t_{\text{у}}^{\max} = t_{\text{он}}^{\max} = 17.97 \text{ мин},$$

Як видно, $t_{ц.о.VI} < t_{ц.VI}$, що прийнято, тому не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони.

Для VII зони обслуговування тривалість циклу обслуговування визначаємо за формулою (3.17):

$$t_{ц.о.VII} = 10.86 + 5.33 + 0.15 + 0.15 = 16.49 \text{ мин}$$

Тривалість циклу обробки:

$$t_{ц.VII} = t_{\text{у}}^{\max} = t_{\text{он}}^{\max} = 221 \text{ мин},$$

Як видно $t_{ц.о.VII} < t_{ц.VII}$, що прийнято, тому не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони.

Для VIII зони обслуговування тривалість циклу обслуговування визначаємо за формулою (3.17):

$$\begin{aligned} t_{ц.о.VIII} &= 0.3 \times 6 + 0.12 \times 6 + 0.5 \times 6 + 0.12 \times 6 + 0.5 \times 6 + 0.12 \times 6 + 4.1 \times 6 + 4.1 \times 6 + 0.12 \times 6 + 2.1 \times 6 \\ &\quad + \\ &\quad + 0.12 \times 6 + 11 \times 0.15 = 74.85 \text{ мин} \\ t_{ц.о.VIII} &= \frac{74.85}{6} = 12.475 \text{ мин} \end{aligned}$$

Будуємо циклограму многостаночного обслуговування.

Всього для обслуговування 68 верстатів змінно потокової лінії необхідно 9 операторів.

Отримані результати заносимо в таблицю 3.1.

Техніко-економічні показники технологічної лінії.

Трудомісткість робіт змінно-потокової лінії визначаємо за формулою (3.14):

$$t_{\Sigma} = \frac{492 \times 9}{4} = 1107 \text{ мин}$$

Станкоемкість $t_{ш-к\Sigma} = 1849.01$ хв.

Коефіцієнт многостаночного обслуговування визначаємо за формулою (3.15):

$$K_{м.о.} = \frac{1849.01}{1107} = 1.67$$

3.4. Планування обладнання і робочих місць в цеху

Склад виробничих відділень і ділянок механічних цехів визначається характером виробів, що виготовляються, технологічним процесом, обсягом і організацією виробництва.

У нашому випадку механічний цех розбивається на ділянки за характером і типом деталей.

Металорізальні верстати діляниць розташовуються в порядку технологічних операцій - верстати розташовуються послідовно відповідності з технологічними операціями для обробки однойменних або декілька різнойменних деталей, що мають схожий порядок операцій обробки.

При розміщенні верстатів на ділянці передбачені найкоротші шляхи руху кожної деталі в процесі обробки не допускаються зворотні, кільцеві або петлеподібні руху, створюють зустрічні потоки і утруднюють транспортування оброблюваних деталей.

Послідовний перехід деталі від верстата до верстата утворює технологічну лінію руху деталей. Цей рух вказано на плані розташування обладнання.

При розміщенні верстатів ми керувалися нормальними розмірами проміжків між верстатами в поздовжньому і поперечному напрямках і розмірами відстаней від стін і колон по[21].

3.5 Розрахунок площі цеху

Виробнича площа визначається на підставі планування.

Розміри основних секцій в плані складають 72х72м. Площа основних секцій 5184м². В залежності від виду виробництва приймаємо сітку колон 24х12м. Висота прольотів механічного цеху при наявності кран-балок приймається рівною 7.2 м.

Площа ділянок:

- Ділянка №1 - $F=864\text{м}^2$
- - Ділянка № 2- $F=1728\text{ м}^2$
- - Ділянка № 3- $F=1728\text{ м}^2$
- - Ділянка № 4- $F=1728\text{ м}^2$

Показником, що характеризує використання виробничої площі механічного цеху, є питома площа, яка припадає в середньому на один верстат (разом з проходами), прийнята 25м² з умови застосування в основному середніх за розміром верстатів.

Допоміжні відділення механічного цеху

До складу механічного цеху входять допоміжні відділення і складські приміщення, до числа яких можна віднести:

- - заочне відділення;
- ремонтне відділення;
- майстерня для ремонту пристосувань та інструменту;
- відділення для переробки стружки;
- склад пристосувань;
- склад абразивів;
- склад масел і допоміжних матеріалів.

Залежно від масштабу виробництва і розміру цеху деякі відділення та складські приміщення об'єднуються, в ряді випадків деякі відділення є загальними для кількох цехів.

Заточне відділення

З метою збільшення термінів служби і повного використання всієї ріжучої здатності інструменту, залежить головним чином від правильного догляду і вмілого поводження з ним, необхідна централізація всього інструментального господарства взагалі і заточування інструменту зокрема.

При сучасній організації металообробного виробництва, заточка інструменту проводиться централізовано в особливо виділених заточних майстерень.

Кількість заточувальних верстатів визначається за кількістю інструменту, що підлягає заточенні в рік, по числу заточок кожного інструмента до його повного використання.

Потрібну кількість заточувальних верстатів загального призначення в середньому складає 4-6% від кількості верстатів, що обслуговуються заточуванням - 5 верстатів.

Площа заточувального відділення становить 10-12м² на один верстат.

Кількість робітників для заточного відділення приймається - 2 людини на один верстат при роботі в дві зміни.

4 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ ДИНАМІЧНЕ БАЛАНСУВАННЯ ВАЛУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАЛАНСУВАЛЬНОГО ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ БИВК.

4.1 Загальне положення

Практика експлуатації газотурбінних двигунів та інших машин, в конструкції яких є ротори, показала, що при роботі таких машин можуть виникати значні вібрації.

Вібрації негативно позначаються на працездатності двигунів, знижуючи їх надійність, ресурс і загальний термін служби. Значні вібрації призводять до великого зносу і викликають перевантаження деталей двигуна і підшипників, призводять до порушення щільності стиків деталей і герметичності з'єднань трубопроводів, до поломки трубопроводів і порушення роботи агрегатів.

Найбільш небезпечні вібрації при резонансі, тобто коли власна частота коливань деталі або вузла збігається з числом вимушених коливань. В цьому випадку змінні навантаження різко зростають і можливі втомні поломки деталей. Тому для кожного типу двигуна допускається певний рівень вібрації, що обумовлюється спеціальними технічними умовами.

Для зниження вібрацій під час роботи, вали попередньо балансируються.

Залежно від класу точності балансування спосіб і метод балансування призначається відповідно до ОСТ 1.42167.

Як правило, в кожному технологічному процесі балансування валов передбачаються наступні переходи:

- врівноваження валу пластиліном;
- зважування пластиліну;
- врівноваження валу в металі, компенсуючи вагу пластиліну.

Статична балансування – балансування, при якій визначається і зменшується головний вектор дисбалансів валу, що характеризує його статичну неврівноваженість.

Початковий дисбаланс-дисбаланс в розглянутій площині, перпендикулярної осі вала, до коригування його мас.

Залишковий дисбаланс-дисбаланс в розглянутій площині, перпендикулярної осі вала, який залишається в ній після коригування його мас.

Допустимий дисбаланс-найбільший дисбаланс в розглянутій площині, перпендикулярної осі вала, який вважається прийнятним.

Відміну від статичного балансування, в якій використовується одна площа корекції, в динамічному балансуванні, робота ведеться з двома площинами. Щоб усунути моментну невірноваженість, тобто створити компенсуючий момент, необхідно мати мінімум дві площини корекції.

Динамічне балансування дозволяє повністю усунути вібрацію опор. Вона ефективна для більшості роторів, що працюють між своїми першою і другою резонансними частотами опор. У більш складних випадках користуються спеціальними методами балансування. Вибір плоскісток корекції на агрегаті зазвичай заздалегідь вирішений конструктором. У конструкцію ротора закладаються дві площини, конструктивно тримають місця під установку коригувальних мас. Зазвичай вони розподілені на торцевих площинах бочки електродвигуна або на крайних дисках компресора і т. д. Якщо потрібно вибрати площину самому, то користуються наступним правилом. Коефіцієнти впливу, що визначаються для обраних площин корекції повинні розділятися. Іншими словами вони повинні відрізнятися один від одного. Це необхідно для того, щоб машина відчувала різницю між площинами корекції. Адже, якщо коефіцієнти впливу однакові, то це формально означає, що площа корекції одна і та ж. А звідси випливає, що прибрати динамічну невірноваженість цими площинами не вийде. Потрібно підібрати інші площини корекції.

Оскільки необхідно при балансуванні використовувати дві плоскості, то загальне число пробних пусків збільшиться. Їх має бути три. Перший - нульовий, в ньому обов'язково необхідно використовувати вібрацію обох опор. Під час другого пуску, з пробним вантажем в першій плоскості, визначається зміна вібрації від пробного вантажу в обох опорах. Це необхідно тому, що на відміну від статичної, коефіцієнти впливу площині корекції на різні опори будуть сильно відрізнятися один від одного. Після закінчення вимірювань потрібно не забути зняти пробний вантаж з першої площини. Третій пуск дозволяє визначити коефіцієнти впливу для другої площини корекції.

Для точного обчислення дисбалансів в площинах вимірювання користується балансувальний вимірювально-обчислювальний комплекс БИВК, який відноситься до класу вібровимірювальних аналого-цифрових приладів, оснащених комп'ютерним пристроєм з відеомонітором і первинними перетворювачами вібро - і імпульсних сигналів. БИВК

використовується для динамічного балансування деталей і роторів різної маси і геометрії на швидкостях обертання 180-3600 об/хв. Вимірювально-обчислювальний комплекс БИВК-5 призначений для роботи в складі дорезонансних і зарезонансних балансувальних верстатів будь-яких моделей з відповідним програмним забезпеченням.

БИВК забезпечує:

- врівноваження ротора по головному вектору і моменту дисбаланса;
- врівноваження ротора по дисбалансах в площинах корекції;
- многоплоскостную балансування;
- збереження налаштувань на 240 різних типів роторів;
- функції підказки, зручне управління за допомогою меню;
- рознесення / зведення коригувальних мас по куту;
- автоматичний облік монтажних дисбалансів різної природи;
- автоматичне підстроювання під частоту обертання ротора і рівень вхідного сигналу;

Додаткові можливості БИВК:

- автоматичне рознесення коригуючих вантажів;
- визначення кутового положення ротора;
- роздруківка результатів балансування на принтері;
- пару БИВК з додатковими механізмами для корекції мас.

До складу БИВК входять:

- оптоэлектрический датчик мітки (фотодатчик)
- Вибір -563
- монітор
- датчик кута

ОДМ (оптоелектронний датчик) мітки

Оптоелектронний датчик мітки (ОДМ) призначений для визначення швидкості обертання і визначення кутового положення дисбалансів.

При роботі з ОДМ на ротор повинна бути нанесена контрастна мітка, яка визначає нульове кутове положення ротора.

Основними вузлами датчика є: джерело ІЧ-випромінювання (светодіод), фотоприймач, компаратор і індикатор стану компаратора.

Для налаштування ОДМ (фотоперетворювача) та візуального контролю за його роботою на задній стінці встановлений світлодіод, що реагує на кожне проходження мітки.

Виріб I – 563

I-563 являє собою функціонально закінчене вимірювально-обчислювальний виріб, в корпусі якого розміщуються спецвчислювач (СЕВМ) і вимірювальна система (ІС). Результати обробки інформації відображаються на екрані відеомонітора. Можливо підключення принтерів

типу "EPSON", "ROBOTRON" та інших, що мають інтерфейс "CENTRONICS" або ІППР. Основою виробу, що визначає алгоритм його роботи, є ІС, яка включає в себе:

- блок керуючих регістрів (БУР);
- блок вимірювання швидкості (БІС);
- блок перетворювача (БПр);
- блок підсилювача-формувача (БУФ).

Кожен з блоків ІС функціонально закінчений і виконаний на слухною друкованій платі, має вхідний та вихідний регістр. Шинна організація обміну та управління ІС, а також модульне виконання її блоків дозволяє:

- виробляти модифікацію окремих блоків або нарощувати їх;
- здійснювати реконфігурацію структури виробу, взаємодію його з датчиками сигналів вимірювання та програмне управління блоками ІС;

Програмне управління ІС з боку СЕВМ і введення інформації з ІС в СЕВМ здійснюється за допомогою інтерфейсу зв'язку між ІС і СЕВМ.

4.2 Опис функціональних блоків

Спецвчислювач (СЕВМ) є центральним і керуючим пристроєм балансувального вимірювально-обчислювального комплексу. Спецвычислитель призначений для обробки інформації у відповідності з програмою його роботи. Взаємодія СЕВМ з обладнанням БІВК здійснюється через спеціальні регістри, звані портами. Інформація записана в порт, є або даними, або командою функціонального вузла, пов'язаного з даним портом. СЕВМ виробляє арифметичні та логічні операції над двійковими кодами у відповідності із заданою програмою. Результати обчислень у вигляді двійкових кодів через порти надходять у відповідні функціональні вузли БІВК. Споживана потужність СЕВМ-не більше 25 Вт.

Функціонування СЭВМ. Основна електронна частина СЕВМ побудована за модульним принципом з єдиним уніфікованим інтерфейсом-

системною шиною, що об'єднує всі модулі. Кожен модуль з'єднаний тільки з системною шиною, причому у всіх модулях зв'язок реалізована однаково. Це означає, що будь-який модуль може передавати інформацію в системну шину і будь-який модуль може її приймати.

Модуль, в якому розміщений процесор, називається системним і є головним. Він зчитує програму з оперативної або постійної пам'яті, виконує команди, що визначаються програмою, і сам передає команди, що задають роботу інших модулів. Процесор СЕВМ виповнений на базі мікропроцесора 580ВМ80 і має наступні основні характеристики, що визначають обчислювальні можливості СЕВМ:

- розрядність - 8 біт;
- швидкодія - 500 тис. коротких команд в секунду;
- кількість команд - 78.

Процесор містить схему управління системною шиною і синхронізатор, що задає набір синхросигналів, що забезпечують взаємодію модулів у часі.

Пам'ять СЕВМ складається з чотирьох модулів: резидентної постійної пам'яті, репрограмованої постійної пам'яті, оперативної пам'яті та оперативного накопичувача даних. У резидентній постійній пам'яті та репрограмованій постійній пам'яті інформація записується при вилученні СЕВМ і не змінюється протягом усього періоду її експлуатації. У постійній пам'яті зберігається базове і прикладне програмне забезпечення. Час доступу до ре-програмованої та резидентної пам'яті не більше 0,5 мкс. В оперативній пам'яті проводиться короткочасне зберігання і оперативне зміна інформації, використовуваної під час роботи СЕВМ. Частина оперативної пам'яті відводиться під буфери деяких периферійних пристрій. Оперативний накопичувач даних призначений для запису і зберігання вибірки відліків, що надходять з ІС. Ємність накопичувача становить 8 К. Час запису одного відліку - 2,5 мкс.

Через порти здійснюється управління роботою всіх функціональних вузлів СЭВМ і БИВК, за винятком мікропроцесора, резидентної постійної та оперативної пам'яті. СЕВМ дозволяє використовувати 12 портів, тобто можна адресувати 12 різних регістрів. Загальна кількість керованих ліній введення / виводу становить 96.

Системна шина являє собою набір одно - і двонаправлених ліній, що забезпечують обмін інформацією між модулями СЕВМ. Системна шина містить лінії даних, лінії адреси, і лінії управління. Лінії даних

використовуються для передачі між модулями інформації, призначеної для запису в оперативну пам'ять або порти, або зчитування з пам'яті або портів. Лінії адреси призначені для передачі по системній шині адрес пам'яті або адрес портів. Лінії керування використовуються для передачі сигналів "ЗАПИС В ПАМ'ЯТЬ", "ЗЧИТУВАННЯ ПАМ'ЯТІ", "ЗАПИС В ПОРТ", "ЧИТАННЯ З ПОРТУ", сигналів готовності або зайнятості модулів, сигналів синхронізації системної шини (керуючих взаємодією модулів через шину), запитів на переривання і т. д.

Адаптери периферійних пристроїв здійснюють зв'язок процесора з цими пристроями: принтером, клавіатурою, дисплеєм (відеомонітором) і накопичувачем на магнітній стрічці. Кожен адаптер працює під управлінням свого драйвера (спеціальної програми).

Дисплей монохромний з роздільною здатністю в алфавітно-цифровому режимі 80 знаків X 25 рядків і в графічному режимі 384 x 256 піксел.

Клавіатура містить 20 алфавітно-цифрових і керуючих клавіш.

Принципова схема модуля центрального процесора (ЦП). ЦП є мікросхема ДД54 типу 580ВМ80, що працює на тактовій частоті 2 МГц. Являє собою восьмирозрядний паралельний процесорний пристрій з фіксованою системою команд. Елементи ДД55, ДД56, ДЦ57 є буферами, які забезпечують нормальне навантаження шин даних і адреси процесорного елемента та тактують його стійку роботу. Мікросхема ДД52 являє собою РПЗУ типу 573РФ6А, де зберігається системне програмне забезпечення об'ємом 8 К. Мікро-схеми ДД51, ДД53, ДД52.1 забезпечують дешифрацію чотирьох портів (мікросхеми ДД58, ДЦ59, ДД60 і ДД61) і РПЗУ (ДД52) за заданим адресам. Мікросхеми ДД49, ДД50 є двонаправленими буферними елементами і призначені для розведення шини даних мікропроцесора в часі між ОЗУ та іншими елементами схеми. На елементах Д45.2, R8 і VT2 реалізований підсилювач звукового сигналу, який подається на внутрішній гучномовець з метою контролю за роботою клавіатури. Елементи Д45.3, R6, R7 утворюють підсилювач запису сигналу на магнітну стрічку, а елементи VT3, ДА1, УД2, R16, R18, R19 - підсилювач зчитування сигналу з магнітофона. Інтегро-диференціює ланцюжок R21, C8, C7, R20 служить для усунення шумів зчитуваного з магнітофонної стрічки сигналу. Елементи ДД20.3, ДД20.4 формують тактуючі імпульси Ф1 і Ф2 з амплітудою 12 В, необхідних для роботи мікропроцесора. Інтерфейсний адаптер типу 580ВВ55 обслуговує клавіатуру і забезпечує роботу вузла початкового пуску на

елементах ДД45.2, ДД45.5. Резистори R25,...,R42 забезпечують рівень логічної '1' на входах ДД58 при роботі з клавіатурою, коли контакти клавіш розімкнуті. Конструктивно ЦП виконаний на двосторонній друкованій платі.

Принципова схема модуля оперативного запам'ятовуючого пристрою (ОЗУ). ОЗП призначений для збереження змінної в часі двійкової інформації у рівнях ТТЛ-логіки, формування синхронізуючих і керуючих сигналів, що забезпечують нормальне функціонування СЭВМ, а також для перетворення вихідної інформації в повний телевізійний відеосигнал з метою реєстрації його відеомонітором (дисплей.) ОЗУ виконано на елементах ДЦ21,..., ДД44 типу 565РУ3. Функції синхрогенератора, лічильників регенерації ОЗУ і сканування дисплейної області ОЗУ поєднані в одному пристрої. Цикл регенерації ОЗП становить 128 мкс. Для відображення інформації на екрані дисплея використовується область ОЗП СЭВМ. Коли немає звернення процесора до ОЗУ, то інформація на дисплей зчитується кожні 500 нс. При цьому в кінці циклу, що містить два звернення до ОЗП по одному і тому ж адресою, відбувається запис байта інформації в регістр зсуву ДД47, ДД48 і подальша її передача на відеовихід. Якщо ж процесор звертається до ОЗУ, то інформація для відображення на дисплеї затримується в буферному регістрі ДД46 на 500 нс з подальшою віддачею на екран. Елементи Д1.1, Д1.2, Д1.3 реалізують тактовий генератор, стабільний кварцом Z 1, резонансна частота якого 8 МГц. Імпульси тактового генератора надходять на вхід лічильника синхрогенератора ДД8, ДД2,..., ДД5, на виходах якого виробляються сигнали, необхідні для адресації екранної області ОЗУ при регенерації зображення. Логічні елементи ДД1. 4, ДД6.1, ДД6.2, ДД6.3, ДД10, ДД11.1 призначені для виділення синхронізуючих і гасять імпульсів. Мікро-схема ДД11.1 на своєму виході формує рядковий імпульс, а ДД10 - кадровий синхроімпульсів; ці імпульси змішуються на елементі Д19.1 і через резистор R11 отримана суміш надходить на базу транзистора VT1, де до суміші додаються ще синхроімпульсів. Повний телевізійний відеосигнал виділяється на навантаженні R14 емітерного повторювача, виконаного на транзисторі УТ, і далі через розв'язує ланцюжок R15, C4, C5 надходить на вхід відеомонітора. Мікросхема ДД13 формує тактуючі імпульси для ЦП і сигнал RAS для управління роботою ОЗУ і адресних мультиплексорів ДД15,...,ДД18. По задньому фронту Сіг-нала RAS проводиться запис молодших семи біт адреси в адресний регістр мікросхем пам'яті, одночасно відбувається перемикання мультиплексорів ДД15,..., ДД18 і в ОЗУ надходять старші сім біт адреси. Залежно від стану сигналу на 8-му виведенні

мікросхеми ДД12.2 в ОЗУ надходить код адреси або з ЦП, або з лічильників ДД2,..., ДД5. Арбітр ОЗП реалізований на тригері ДД12.2, на виході якого формується імпульс тривалістю 500 нС при наявності сигналу SYNC з виходу ДД43. Причому на 6-му висновку ДД7.3 виробляється сигнал запису в ОЗУ, якщо відсутній сигнал читання. Сигнал запису в часі збігається з сигналами вибірки мікросхем, які формуються елементом ДД14 (ви-води 4,5) і елементом ДД19.3 (висновок 3). Вузол вибірки ОЗУ складається з дешифратора ДД14 і елементів ДД11.3, ДД19.3. Елементи ДД9.3, ДД9.4 служать для перетворення адреси при початковому пуску СЭВМ. Сигнал 'скидання' обробляється тригером М12.1, з виходу якого сигнал по-дається на вхід 'скидання' мікропроцесора. Причому тривалість цього сигналу, завдяки формує ланцюжку R3, С3, УД3, багато більше тривалості 5-ти машинних циклів, що забезпечує надійний скидання мікропроцесора. Зауважимо, що дії, обумовлені сигналом 'скидання', жодним чином не впливають на процес регенерації інформації в ОЗУ.

Принципова схема модуля репрограмованого постійного запам'ятовуючого пристрою (РПЗУ). Завантаження програм в ОЗУ з РПЗУ проводиться через порт N2. РПЗУ реалізовано на мікросхемах ДД1,..., ДД16 типу 573РФ4А (РФ6), у яких адресні шини запаралельні. Вибірка кожної схеми здійснюється сигналом дешифратора ДД17 типу 573ИД3. РПЗУ має організацію 128 x 8 біт, тобто адреса складається з 12-ти адресних ліній і розбитий на дві сторінки по 64К кожний. Вибір сторінки відбувається рівнем сигналу на виведенні В28 роз'єму x1. Час доступу до байту даних не більше 400 нС.

Принципова схема модуля накопичувача даних. Накопичувач призначений для приймання і тимчасового зберігання 16-ти розрядних даних, що надходять з виходу АЦП або інших пристроїв, і передачі їх в ЦП. Роботою накопичувача управляє модуль ЦП. Модуль накопичувача со-варто з наступних вузлів:

- ОЗП (мікросхеми ДД13,..., ДД20 типу 573РУ8) ємністю 16К; -
- Мультиплексор адрес (мікросхеми ДД1,..., ДД4 типу 533КП11);
- лічильник адрес (мікросхеми ДД5,..., ДД8 типу 533ІЕ5);
- двохспрямований. Буфер - ущільнювач даних (мікросхеми ДД21,..., ДД24 типу 585АП6);
- формувач керуючих і синхронізуючих сигналів (елементи ДД10,..., ДД13 і ДД25,..., ДД28).

Роботою накопичувача управляє порт N1, на виході якого формуються сигнали:

- 'КАН' - комутація адрес накопичувача; цей сигнал переключає мультиплексор адрес ОЗУ накопичувача на управління від ЦП або від внутрішнього лічильника;

- 'ССН' - старт/стоп накопичувача: виробляє запуск накопичувача рівнем логічної '1' і зупинка його по рівню логічного 'Про';

- 'СБН' - скидання накопичувача; встановлює лічильники адрес і схеми формування керуючих сигналів в початковий стан;

- 'ЧЗУН' - читання ОЗУ накопичувача: стробируется байт даних, зчитуємих з ОЗУ накопичувача;

- 'КВН' - комутація виходів накопичувача: перемикає елементів ДД21,..., ДД24 на введення 16-ти розрядних даних від АЦП або на видачу запам'ятаних в ОЗУ накопичувача даних з їх ущільненням в 8-ми розрядний код;

- 'ВСН' - Вибір сторінок ОЗУ накопичувача: управляє старшим разпоруч адреси ОЗУ, розбиваючи ОЗУ на дві сторінки по 8К кожна.

У режимі накопичення (запам'ятовування) даних накопичувач видає в порт N3 ознаки запису 2 байт, 1К, 4К даних.

Дешифратор ДД9 забезпечує вибір мікросхем ОЗУ в відповідності з адресою. Лічильник ДД10 і дешифратор ДД11 служить для формування двох рознесених у часі сигналів запису: спочатку молодшого байта, "а потім старшого байта даних. Сигнали перемикає адрес ОЗУ формуються схемою ДД11 (висновки 4,8) і надходять на тригер ДД12.2, який керує роботою буферних елементів ДД21,..., ДД24, перемикаючи їх для почергового прийому двох байт даних. При видачі даних ЦП ці буферні елементи працюють на висновок, а адреса зчитуємого байта форється в порту N2 і через мультиплексори ДД1, ДД2, ДД3, ДД4 подаються на адресні лінії ОЗУ і дешифратора ДД9.

Робота накопичувача синхронізується сигналом Ф2ТТЛ, що надходить з модуля ЦП, частотою 2 МГц. Максимальна частота запису даних в ОЗУ накопичувача не перевищує 10 кГц, тому схема управління настроєна на частоту прийому даних в 100 кГц. Шістнадцять розрядів даних подаються на входи буферних елементів ДД21 ,..., ДД24 і записуються в накопичувач по одному імпульсу запуску. В результаті цього за адресою записуються Молодші 8 біт, а за наступним за ним адресою старші 8 біт даних. Потім встановлюється нове слово і подається імпульс запису.

Інтерфейс зв'язку. Обмін інформацією між ІС і СЕВМ проводиться за допомогою приладової крос-плати.

Блок керуючих регістрів. БУР здійснює прийом командних слів від СЕВМ і передачу їх в регістри інших блоків, а також веде видачу даних в СЕВМ.

Принципова електрична схема БУР. Командне слово з СЕВМ в послідовному коді надходить на оптоелектронний приймач Д26. Зсувні регістри Д38, Д39 перетворюють послідовний код в паралельний. Мікросхеми Д27, Д31 і лічильник Д36 здійснюють де-кодування і синхронізацію перетворення. Лічильник Д35 по виходу 12 інформує БУР про кінець перетворення і управляє схемою запису інформації (Д5, Д6, Д7, Д11, Д12) в регістри. Мікросхеми Д4, Д8 реалізують командний регістр; Д2, Д3-регістр запису швидкості; Д9, Д10 - регістр запису поправки для коригування швидкості, а Д17,..., Д20 супроводжується їх логіка. Вихідні дані надходять на вхід БУР і далі записуються в регістри Д40, Д41 по імпульсу одне вібратора Д25. За допомогою керуючих схем лічильників Д33, Д34 і тригерів Д28, Д37 інформація в регістрах Д40, Д41 зсувається і послідовним кодом через логіку Д42 надходить в лінію, пов'язану з СЭВМ.

Блок вимірювача швидкості вимірює швидкість в діапазоні від 5 Гц до 60 Гц з максимальною похибкою не гірше 0,03% в режимах однократного і безперервного вимірювання. Включає в себе помножувач частот на 16, 32, 64, 128 і вузол цифрової автопідстроювання частот, які в режимі вимірювання інформації з датчиків здійснюють тимчасову дискретизацію швидкості і формують імпульси запуску АЦП і схеми вибірки і зберігання (СВХ). Програмним шляхом можна задавати будь-яку швидкість, що дозволяє сформувати необхідну частоту калібрувального генератора і самотестування.

Принципова електрична схема. Вимірювання швидкості проводиться за допомогою лічильників Д8,..., Д11, які управляються критичною групою Д17, Д22 приймають біти командного слова БУРа через логику Д13.2, Д12.6, Д2.8, Д4.3. Імпульси (індекси), між якими вимірюється часовий інтервал і з якими співвідноситься швидкість обертання ротора, надходять з УФ на вхід мультиплексора Д1. Одновібратора Д5 є формувачем цих імпульсів і усуває дребезг по фронтах. Залежно від діапазону вимірюваної швидкості лічильники Д8,..., Д11 заповнюються імпульсами різної тривалості: 5 мкс, 160 мкс, 320 мс і 640 мс, що надходять з лічильників Д32, Д37 і Д40 через мультиплексор Д43.

В режимах калібрування і вимірювання даних отримана швидкість перепишується з лічильників Д8,...,Д11 в регістри Д18, Д19 і далі в рахуночці Д24,...,Д27 (помножувач), на які надходять імпульси частотою в 256 разів вище частоти заповнення вимірювача швидкості. У режимі виміру даних за допомогою одно вібратора Д28.1,2 відбувається постійна підстроювання помножувача під динаміку зміни швидкості ротора. Рахуночці Д33, Д34, логіка Д38, Д39 і одновібратор Д35 формують послідовність імпульсів: 128F, 64F 32F, 16F (де F - власна частота обертання ротор.) Залежно від керуючих бітів командного слова мультиплексор Д44 передає обрану частоту на одновібратори Д45, 1(2), які формують імпульси управління схемою вибірки і зберігання запуску АЦП в БПР. З елемента Д35.13 імпульси ' ИГ ' частотою 256F ступають в БПР.

Блок перетворювача складається з двох незалежних вузлів:

- сайту формування синусоїдального сигналу (калібрувальний генератор) з діапазоном перебудови частот від 3 Гц до 60 Гц;
- вузла СВХ і АЦП (послідовного наближення з часом преобразовання 25 мкс).

Принципова електрична схема. Аналоговий сигнал з УФ поступає на мультиплексор ДД13, а з його виходу - на схему вибірки і зберігання (СВХ) і піковий детектор. СТЗ виконана на операційних посилювачів ДА1, ДА2, ДА5, ДА6, ДА8 і управляється комутатором ДД15. СВХ призначена для зберігання обраних значень протягом періоду перетворення АЦП. Схема пікового детектора ДА4, ДА7 здійснює одноразові виміри максимальних значень сигналу з виходу УФ. Ви-хідні сигнали обох схем через комутатор ДД16 надходять на вхід 12-ти розрядного АЦП, що складається з компаратора ДА9, операційного підсилювача ДА10, регістра послідовного наближення ДД 17 і вимірювального перетворювача ЦАП - ДД20. Генератор циклу АЦП зібраний на тригері Шмідта ДД21 і запускається імпульсом запуску ІС через тригер ДД19. Елементи ДД18, ДД21,..., ДД24 здійснюють змінний цикл перетворення АЦП. На ДД12 і ДД25 реалізовані джерела опорної напруги $U = 10$ В. БПР формує калібрувальний сигнал. Тактова частота 256F надходить на вхід лічильників ДД4, ДД5, керуючими адресними входами ПЗУ ДД7,..., ДД9, виходи яких пов'язані з ЦАП ДД11. Вихідний сформований синусоїдальний сигнал з усилювача ДА3 надходить на УФ. Керуюче слово надходить в БПР на вхід регістрів ДД2, ДД3.

Підсилювач - формувач включає в себе: - підсилювач на 3 аналогових входи з $U_{max} = + 10 \text{ В}$, що дозволяє програмно дискретно змінювати як коефіцієнт посилення (від 0,4 до 150), так і частоту зрізу $F_{нч}$ і $F_{вч}$;

- підсилювач - формувач імпульсних сигналів на 4 входи.

Принципова електрична схема. Сигнал з електромагнітних датчиків через аналоговий мультиплексор ДД1 надходить на вхід ДІФ-дефенційного підсилювача, реалізованого на ДА2,..., ДА4 з коефіцієнтом посилення рівним 1. Підстроювання максимального придушення синфаз-ної перешкоди проводиться резистором R32. Далі через атенюатор ДА6, ДД11 сигнал надходить на фільтр низьких частот 4-го порядку, виконано-го на операційних підсилювачах ДА7, ДА9 і програмованих коммута-торах ДД7, ДД10, що дозволяють дискретно змінювати його смугу пропускання-ня. Оброблюваний сигнал може бути спрямований на вхід режек-торного фільтра ДА10 і фільтр високої частоти 2-го порядку ДА11, ДД13, який також може програмно (дискретно) змінювати свою ча-стоту зрізу. Попередньо відфільтрований сигнал надходить на про-граммно керуючий підсилювач ДА12, ДА14. Крім аналогових сигналів на УФ надходять і імпульсні сигнали з датчиків обороту. Комутатор ДД9 вибирає номер датчика і через компаратор ДА8 (формування-тель ТТЛ імпульсів) обраний сигнал надходить на ІС. Управління УФ проводиться командними словами, що визначають конфігурацію уси-літеля і записувані в регістри ДД2, ДД3.

В процесі проведення робочих пусків балансувальником по резуль-татам розрахунку коригувальних мас, що вираховуються на екрані відеома-нітора, проводиться корекція мас наліпками пластиліну. При досягненні залишкових дисбалансів, які не перевищують допустимі значення, виходить так, що в площинах корекції в різних кутових поло-женнях встановлено декілька коригуючих вантажів, які можуть різнитися за масою. Для проведення корекції мас в площинах кор-рекції в металі необхідно розрахувати відповідні дві коригуючі маси і їх кутові положення, еквідистанти встановленим коригуючим вантажам. Для цієї мети програмним забезпеченням приладу передбачається сервісна операція відомості коригувальних мас, полягає в століття-торном складання дисбалансів від цих мас, розрахунку сумарного дисбалансу і його кутового положення з наступним визначенням кори-регулюючої маси, рівною обчисленому сумарного дисбалансу, поділений-ному на радіус корекції.

4.3 Опис загального вигляду балансувальної машини ДБ50

За компонованням і конструкцією основних вузлів балансувальна машина ДБ50 є звичайним типом балансувальних машин з рухомими опорами.

Станина 1, на якій змонтовані всі вузли машини, складається з 2-х однакових литих стійок, з'єднаних 4 круглими напрямними. На двох верхніх напрямних встановлений вимірювально-обчислювальний комплекс БИВК-5 2, опори 3 (ліва і права) і стробоскопічна голівка 4. Опори 3 і стробоскопічна голівка 4 можуть бути пересунуті по напрямних і закріплені рукоятками 5 в будь-якому місці в залежності від довжини балансувалися деталі.

Привід 6 змонтований на нижній і середній направляючій станини і може бути, пересунутий і закріплений рукоятками 7 в необхідне положення в залежності від розташування приводний шийки балансувальної деталі.

Обертання на балансує деталь передається плоским провідним ремню 8, натягнутим на привід шків електродвигуна, натяжні ремені 9 і ролики ланікса 10. За допомогою роликів ланікса гілки ремня встановлені вертикально. Положення натяжних роликів 9 і роликів ланікса 10 уздовж осі їх обертання може регулюватися натяг приводного ремня, здійснюється переміщенням електродвигуна за допомогою рукоятки 11.

Для включення і виключення обертання балансованої деталі є ножна педаль 12, з'єднана з пусковим пристроєм 13 гнучким шлангом, що дозволяє пересувати ножну педаль в зручне для роботи Місце.

Включення обертання балансувальної деталі можна також здійснити пусковою кнопкою 15, а виключення в цьому випадку проводиться кнопкою 16.

Датчик.

Правий і лівий датчики служать для отримання напруг пропорційних амплітудам коливань рухомих опор. Вони розташовані на каретках відповідно правої і лівої кошиків. Кожен датчик являє собою котушку, встановлену на плоских пружинах в кільцевому пазу сильного постійного магніту так щоб вона могла вільно переміщатись в горизонтальній площині. Сам магніт укріплений на каретці люльки сейсмічно за допомогою пружини.

Стрижнем котушка з'єднана з корпусом люльки. Так як зв'язок жорстка, то частота і амплітуда коливань люльки (підшипника деталі).

Стрижень кріпиться до каретки спеціальним притиском. Кожух датчика виконаний герметичним.

Геометричність здійснюється за допомогою гумової мембрани і кришки закриває герметично вікно на задній стінці кожуха.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз потенційних небезпек

Так як тема дипломного проекту «Підвищення терміну служби валу компресора двигуна Д-436 шляхом застосування з використанням балансувального вимірювально-обчислювального комплексу БІВК», тому нижче розглянемо заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки при виготовленні даної деталі в механічному цеху відповідно з методичними вказівками.

На підставі аналізу роботи існуючого обладнання і технологічних процесів проєктованого цеху, відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 (1999) «Небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Класифікація», виявлені наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, здатні травмувати або пошкодити здоров'я працівників і завдати шкоди довкіллю:

Механічні травми в наслідок організаційних причин:

- нерациональне планування робочого місця (захаращення робочого місця заготовками і деталями, травми і пошкодження шкірного покриву під час розвантаження та завантаження заготовок і деталей, опіки після порушення правил безпеки під час токарних операцій без спеціального одягу);

- неувважності і низької кваліфікації персоналу;

- руйнування ріжучого інструменту при порушенні режимів різання або обробки деталей;

- розриви шліфувального круга при відсутності захисних пристосувань або технічних невідповідностей технічної міцності інструменту і запасу коло;

- падіння людей або падіння деталей при неувважності, втоми, а також посковзування через носіння незручного взуття (не відповідає ГОСТ 12.4.221-2002 ССБТ «%%»), слизьких підлог і ступенів.

Можливі травми очей частинками пилу, стружки, які відлітають при обробки жаростійкого сплаву на нікелевій основі ХН73 МБТЮ-ВД (ЕІ 698-ВД), а також осколками ріжучих інструментів при відсутності засобів індивідуального захисту, а також запобіжних, огорожувальних і захисних пристосувань (відкидних екранів з прозорих матеріалів, стружкоотводчиков,

пристосувань для дроблення стружки, пристроїв для пневматичного видалення стружки, пристрій для пневматичного видалення стружки і інших пристосувань, що встановлюються безпосередньо на верстатах).

Електричні травми – ураження електричними струмами, пов'язаними з порушенням правил техніки безпеки або відсутністю захисного заземлення.

Кістково-м'язові порушення, у зв'язку з тривалою навантаженням, що призводить до втоми, погіршення координації руху, збільшення кількості помилок і травм.

Нервово-емоційні навантаження, пов'язані зі стресовими ситуаціями, які можуть призвести до захворювання загального і неврологічного характеру.

Психофізіологічні шкідливі фактори: фізичне перевантаження при установці, закріпленні і знятті великогабаритних деталей. Монотонність роботи.

Санітарно-гігієнічні причини:

- незадовільне освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з несправністю висвітлюють приладів, що може призвести до зорової втоми;

- зорова втома внаслідок пульсації світлового потоку від ламп типу ДЛР, що впливає на погіршення зору під час управління обладнанням.

- підвищена запиленість в зоні дихання при відсутності засобів захисту, особливо при обробці крихких матеріалів.

- підвищений рівень шуму може привести до дратівливості, збільшення помилок.

- незадовільні параметри мікроклімату робочого місця у зв'язку з відсутністю чи не правильною роботою засобів забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату, що може викликати захворювання.

- можливість пожежі у зв'язку з поломкою електричного обладнання, недотримання або порушення правил протипожежної безпеки персоналом.

- загальна локальна вібрація (діє на руки і може призвести до розвитку віброхвороби);

- подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, викликаних впливом СОЖ при порушеннях правил техніки безпеки.

- неправильні дії персоналу в умовах надзвичайної ситуації, під час ліквідації наслідків таких ситуацій, що може призвести до травм людей.

Психофізіологічні фактори:

- фізичні перенавантаження при установці, кріплення і зніманні великогабаритних деталей;
- монотонність праці.

Монотонність – одноманітне повторення робочих операцій. Небезпека монотонності полягає в зниженні уваги до процесу виробництва, швидкої стомлюваності і зниження інтересу до трудового процесу, що впливає на безпеку праці в цілому. Однією з форм, що привертає до формування монотонності, є автоматизм-діяльність, здійснювана без безпосередньої участі свідомості. Він формується в результаті декількох факторів: багаторічного досвіду діяльності, рутинності роботи, відсутності залученості в трудовий процес, уяви та творчого підходу, фізичних перевантажень.

Найбільш виражена монотонність праці в поточно-конвеєрному виробництві, яке знаходить широке застосування в Машинобудування. Монотонність праці характерна для верстатників, штампувальників, пресувальників, операторів напіваавтоматичних ліній, а також операторів за різними пультами управління технологічними процесами.

Невідповідності параметрів мікроклімату при відсутності збалансованої системи опалення може привести до загальних простудних захворювань.

Ймовірність пожежі при виході з ладу електрообладнання, порушення правил пожежної безпеки і при неадекватній поведінці співробітників.

5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки

Працівники при прийомі на роботу з метою запобігання їх травматизму та ознайомлення з цехом проходять інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадком, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться при прийомі на роботу представником служби охорони праці.

Первинний інструктаж проводиться при прийомі на роботу безпосередньо на робочому місці з працівником його безпосереднім керівником.

Повторний інструктаж проводиться до початка роботи індивідуально з окремим працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться в терміни, визначені нормативно правовими актами з охорони праці, які діють у галузі, або роботодавцем з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше 1 разу в 3 місяці на роботах з підвищеною небезпекою 1 раз у 6 місяців для інших робіт.

Враховуючи, що позаплановий інструктаж проводиться при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін і доповнень до них, при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці, при порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, які призвели до травм, аварій, пожеж і т. п., при перерві в роботі – для робіт з підвищеною небезпекою, а для інших робіт - більше 60 днів, він є одним з найефективніших профілактичних Спек заходів щодо запобігання травматизму.

Все обладнання в цеху відповідає ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ «Оборудование производственное. Загальні вимоги безпеки». Обладнання встановлено на фундамент або міцну основу, ретельно вивірено і надійно закріплено. Знову встановлене або вийшло з капітального ремонту обладнання пускається в роботу після прийняття його в установленому порядку з дозволу начальника цеху та інженера по техніці безпеки. Все діюче обладнання знаходяться в повній справності. Все діюче обладнання знаходиться в повній справності. Огорожі та захисні пристрої встановлені згідно з ГОСТ 12.2.062-81 «ССБТ Оборудование производственное. Огородження захисні».

Відстань між верстатами відповідає ДНАОП 0.03-3. 01-71 «Санітарні норми проектування промислових підприємств» СН 245-71 і забезпечують безпечну роботу на верстатах і обслуговування обладнання.

При розробці планування передбачається організація проходів, забезпечуючи вільний доступ до всіх робочих місць і які є шляхами евакуації

особового складу на випадок надзвичайних ситуацій. Ширина основних проходів всередині цеху або ділянки згідно СНиП 2.09.02 – 85 повинна становити не менше 1,5 м, а ширина проїздів-2,5 м. в проектованому цеху ширина проходів становить 2,5 м, а проїздів 4,5 м.

Площа і обсяг припадає на одного робочого виробничого ділянки забезпечує виконання вимог мінімального обсягу 15 м³ на одного робочого і мінімальні норми виробничої площі 4,5 м² на одного робочого.

Плануванням безпосередньо біля робочого місця передбачені місця для зберігання тари з заготовками і готовою продукцією, стелажі для зберігання технологічної документації та інструменту.

На ділянках забезпечена герметичність електропроводки і світильників. Виконано заземлення всього стаціонарного обладнання, щоб уникнути на ньому заряду статичної електрики.

В цеху можливе залучення до роботи жінок. Заборонено застосування праці жінок на важких роботах, а також залучення жінок до підіймання і переміщення вантажу, маса якого перевищує встановлені для них граничні норми.

Не допускається залучення до робіт у нічний час, до понаднормових робіт і робіт у вихідні дні вагітних жінок, а також жінок, які мають дітей віком до трьох років. Жінкам надаються відпустки у зв'язку з вагітністю та пологами тривалістю сімдесят календарних днів до пологів і п'ятдесят шість після пологів. Для працівників встановлюється п'ятиденний робочий тиждень з двома вихідними днями. У процесі роботи працівникам надається перерва для відпочинку та харчування тривалістю не більше однієї години. Працівники зобов'язані своєчасно і точно виконувати вимоги актів з безпеки життєдіяльності. На ділянках цеху забороняється використовувати зразки нових машин, механізмів, обладнання та інші засоби виробництва, а також впровадження нових технологій, що не відповідають вимогам безпеки життєдіяльності, а також без дозволу органів державного нагляду та безпекою життєдіяльності.

Для попередження про небезпеку на території заводу, цеху і ділянки передбачена установка стендів по ГОСТ 12.4.026-76 (1987 «ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности»). Згідно ГОСТ за допомогою червоного сигнального кольору позначаються відключає пристрої і механізми машин, сигнальні лампи, що сповіщають про порушення технологічного процесу або умов безпеки і пожежна техніка. Жовтий колір попереджає про можливу небезпеку. Зелений колір застосовується для світлових табло, евакуаційних

виходів, сигнальних ламп, що сповіщають про нормальний режим роботи машин або автоматичних ліній. Червоно-білу і жовто-чорну сигнальну розмітку слід застосовувати для позначення небезпеки зіткнення з перешкодами, небезпеки посковзнутися і впасти, а також позначення площ, конструкцій, вузлів і елементів устаткування, машин, механізмів. Зелено-білу сигнальну розмітку слід застосовувати для позначення меж смуги безпечного руху і вказівки напрямку руху по шляху евакуації.

5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії і гігієни праці відповідають вимогам ДН 3.3.5-8.6.6.1-20002 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014р. за №472/25249.

У відповідність ДСанПіН 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» при наявності шкідливих виробничих факторів клас виробництва встановлюємо, як четвертий.

Таблиця 5.1 – Метеорологічні умови в робочому приміщенні цеху по ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °C	Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Холодний період	Середньої тяжкості	18-20	60-40	0,2
Теплий період		21-23	60-40	0,2

Для підтримки необхідної температури повітря і компенсації втрат в холодну пору року проектом передбачається пристрій системи опалення та кондиціонування суміщеної з припливною вентиляцією.

Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2- Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці згідно ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".

Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/с	Швидкість повітря на робочому місці, м/с
Середньої тяжкості	17-23	75	0.1-0.3	13-24

Норми освітленості робочих місць представлені в табл.5.3

Гранично допустимі концентрації введених речовин в повітрі робочої зони в вироблених приміщеннях представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.3-Норми освітленості робочих місць згідно ДБН В 2.5-2.8-2006 " природні та штучні освітлення»

Характеристика роботи	Розміри об'єкта відмінності, мм	Розряд зорових робіт	Подразряд зорової роботи	Освітленість, лк	
				Всього	В т.ч. общего
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно (контроль, забезпечується місцеве освітлення)	3	в	750	200
				600	200
			г	400	200
Малої точності	Більше 1,0 до 5,0	5	а	400	200
Грубий	Більше 5,0 (проходи, коридори)	6			200

Таблиця 5.4-Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони в вироблених приміщеннях відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 " Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони»

Найменування речовини	Фактична концентрація	ПДК, мг/м3	Клас небезпеки
Пил никелевого сплаву (Алюм.)	2	2	4

Продовження таблиці 5.4

Пил никелевого сплаву (кремний)	5	6	3
Пил никелевого сплаву (хром)	1	5	2
Пил никелевого сплаву (марганец)	3	1	2
Пил никелевого сплаву (молибден)	4	4	3
Пил никелевого сплаву (никель)	5	5	2

5.4 Заходи з пожежної безпеки

Заходи з пожежної безпеки виконані у відповідність до вимог НАПБ А.01.001-2014 - "Правила пожежної безпеки України".

Згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» діляниця має клас пожежі «А».

За ступенем пожежної небезпеки виробництва, відповідно до СНиП 2.09.02-85 " Производственные здания» дана ділянка відноситься до категорії «Д», до виробництва, в якій в обігу перебувають вогнетривкі матеріали в холодному стані.

Переходи, проїзди евакуаційні виходи передбачені згідно з вимогами ДБН В.1.1.7:2016– «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» для організації виробництва в будівлі забезпечена мінімальна ступінь вогнестійкості конструкції – перша таблиця 5.6.

Таблиця 5.5 – Ступінь вогнестійкості будівель і споруд

Основні будівельні конструкції	Ступінь вогнестійкості	
	Група займистості	Межа вогнестійкості, годину
Несучі стіни, колони, стіни сходових клітин	Вогнетривкі	2,0
Плити, перегородки та інші несучі конструкції	Вогнетривкі	0,75

Продовження таблиці 5.5

Внутрішні перегородки, сходові клітини	Вогнетривкі	0,25
Брандмауери	Вогнетривкі	2,5

На ділянці передбачено:

- вогнегасник ОУ-5 – 3 шт;
- ящик з піском – 1 шт;
- лопати залізні-2 шт;
- покривало з вогнетривких теплоізолюючого матеріалу – 1 шт;
- багри-2 шт;

Вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння тільки електроустановок. В електроустановках передбачені наступні заходи пожежної безпеки:

- все іскристі частини обладнання укладені в пилонепроникні ковпаки;
- силова розводка виконана прихованою в трубах;
- силова апаратура забезпечена захистом від короткого замикання.

У складському господарстві передбачені наступні заходи з пожежної безпеки:

- чітка організація зберігання матеріальних цінностей, забезпечення вільного доступу до всіх стелажів;
- суворе дотримання правил спільного зберігання матеріалів, хімікатів;
- оснащення складів пожежною сигналізацією та засобами індивідуального пожежогасіння;
- поділ складів на відсіки протипожежними стінами за ознакою однорідності засобів пожежогасіння і можливості спільного зберігання матеріалів.

Проектом передбачено влаштування пожежної сигналізації на ділянці та в допоміжних приміщеннях. Встановлюються з розрахунку 1 сповіщувач на 65 м² площі і замикаються на приймальну станцію пожежної сигналізації типу Т10Л-10/100.

Для захисту від блискавок передбачено пристрій блискавковідводів. З метою захисту від статичної електрики передбачено заземлення нетоковедущих електропровідних частин обладнання.

Металеві повітроводи стають через кожні 40-50 м.

Застосовується так само зволоження повітря до 60-70%, що дозволяє знизити електризацію матеріалу.

5.5 Організація робочих місць у виробничих приміщеннях

Будь-яке місце, відповідним чином укомплектоване необхідними інструментами, обладнанням, заготівками тощо, має бути раціональним як з погляду оптимального використання виробничої площі, простору, обладнання, так і з погляду максимальної продуктивності праці за найменших негативних впливів виробничих факторів на органи працюючого.

Конструкція виробничого обладнання й організація робочого місця має відповідати антропометричним і фізіологічним можливостям людини. Це є основною умовою оптимізації взаємовідносин між людиною й обладнанням робочого місця. Недотримання значної умови в окремих випадках призводить до виконання роботи в незручній позі, виникнення в організмі людини фізіологічних змін, швидкій втомлюваності.

Основними робочими позами працюючого є пози сидячи і стоячи. Проектування будь-якого робочого місця має розпочинатись з проектування робочої пози. При цьому виходять з величини зусиль, ступеня точності і швидкості рухів, характеру виконуваної роботи, мінімальної витрати енергії, максимальної продуктивності рухів.

При виборі робочої пози слід надавати позі стоячи, оскільки підвищується стійкість тіла, знижується напруженість та навантаження на серцево-судинну систему. При цьому досягається більша точність рухів.

Маса вантажу, що піднімається, не повинна перевищувати 5 кг. Роботу стоячи слід проектувати в тих випадках, коли людина протягом зміни вільно переміщується. Таку позу можна допустити, як оператор протягом зміни обслуговує металорізальні верстати, важки преси або в разі, якщо основна робота полягає в налагодженні виробничого обладнання тощо.

У позі стоячи людина має максимальні можливості для огляду, спостереження і руху, може розвивати більше зусилля. Органи керування при такій позі можуть бути розміщені в ширшій фронтальній зоні. Слід зауважити, що при виконанні роботи стоячи збільшується навантаження на м'язи нижніх кінцівок і органи кровообігу та підвищується частота пульсу.

Перебуваючи тривалий час в одній позі, людина швидше стомлюється від постійного статичного навантаження, тому часто робоче місце проектують для виконання роботи одночасно стоячи і сидячи.

Для виконання роботи в зручній позі сидячи або стоячи технологічне обладнання має проектуватися з урахуванням антропометричних даних.

Удосконалення дизайну робочого місця

- Пристосуйте висоту робочого місця під кожного робітника на рівні ліктя чи трохи нижче від нього.
- Упевніться, що робітники, які мають невисокий зріст можуть діставати пристрої керування, матеріали і заготовки з природного положення.
- Переконайтесь, що у високих робітників досить простору для вільного переміщення.
- Розташовуйте часто використовувані матеріали, інструменти і пристрої керування в місцях, де до них забезпечений вільний доступ.
- Організуйте сидячі робочі місця для робітників, які виконують завдання, що вимагають точності, а також стоячі робочі місця для робітників, які виконують завдання, що вимагають рухів тіла та великих зусиль.
- Переконайтесь, що робітники можуть виконувати роботу без зайвих нахилів і поворотів.
- По можливості зробіть так, щоб робітники могли чергувати роботу стоячи із сидячою роботою.
- Забезпечте робітників, що виконують роботу стоячи, кріслами чи стільцями, щоб вони могли присісти.
- Забезпечте робітників, які виконують роботу сидячи, кріслами, що добре регулюються, зі спинками.
- Установіть регульовані робочі поверхні для тих робітників, хто чергує роботу з маленькими і великими предметами.
- У разі використання устаткування з дисплеєм і клавіатурою має бути забезпечена можливість його налаштування.
- Перевіряйте зір працівників, які постійно обслуговують дисплеї. Якщо є медичні показання, необхідно забезпечити робітника окулярами.
- Установіть порядок навчання робітників.
- Залучайте робітників до удосконалення дизайну їх власного робочого місця.

Освітлення

- Більше використовуйте денне світло.

- Використовуйте легкі кольори для стін і стель, коли необхідно більше світла.
 - Коридор, сходинок, настили й інші місця, де можуть знаходитись людина, мають бути належним чином освітленні.
 - Рівномірно освітіть робочу поверхню, щоб мінімізувати різницю в яскравості.
 - Забезпечте робітників достатнім світлом для того, щоб вони завжди могли працювати ефективно і в комфортних умовах.
 - Забезпечте місцеве освітлення на роботах, що вимагають точності, а також на роботах з перевірки якості продукції.
 - Для усунення прямого яскравого світла необхідно переустановити джерела світла або забезпечити їх екранами.
 - Видаліть з поля зору робітника блискучі поверхні для того, щоб усунути ефект сліпучого відображення.
 - Для завдань, що вимагають постійної і пильної уваги, виберіть візуальний фон.
 - Мийте вікна і тримай те в порядку джерела світла.
- Безпека при роботі з верстатами
- Захистіть панель керування, щоб уникнути випадкового включення верстата.
 - Аварійна кнопка має бути чітко видка і легко доступна з природної позиції оператора.
 - Пристрої керування в надзвичайній ситуації мають добре відрізнятись один від одного.
 - Упевніться, що робітник може бачити всі пристрої керування і зручно їх діставати.
 - Розташовуйте пристрої керування в послідовності, що відповідає робочому циклу.
 - При установці пристроїв керування беріть до уваги існуючі традиції.
 - Обмежте кількість ножних педалей. Зробіть так, щоб керувати ними було зручно
 - Зробіть так, щоб можна було з легкістю зчитувати показання з різних дисплеїв і контрольних приладів. Для виконання цього завдання дисплеї та контрольні прилади повинні мати різне маркування і різні кольори.

- Видалить або закрийте всі невикористовувані дисплеї.
- Написи і значки мають бути перед очима, вільно читатися і легко сприйматись.
- Знаки, що попереджають про небезпеку, мають бути однозначно зрозумілі робітником.
- Використовуйте спеціальні кріпильні пристосування, щоб операції, які виконуються за допомогою машин, були безпечні й ефективні.
- Купуйте безпечні верстати.
- Пристрої для автоматизованої подачі заготовок захистять руки від небезпечних частин верстата.
- Використовуйте належним чином закріплені захисні пристрої або бар'єри для запобігання контактів з рухомими частинами верстатів.
- Скористайтесь зовнішніми захисними бар'єрами, щоб унеможливити проникнення робітника в небезпечні зони верстата.
- Перевіряйте, очищайте і виконуйте профілактику машин регулярно.
- Навчайте робітників безпечної й ефективної праці.

Ручний інструмент

Для робіт, які постійно повторюються, використовуйте спеціально призначений для цього інструмент.

- Використовуйте безпечні інструменти, які забезпечені запобіжними пристроями.
- Для закріплення матеріалів або робочих заготовок використовуйте лещата і затискачі.
- Забезпечте упор для руки під час виконання операцій, які вимагають використання точного інструмента.
- Мінімізуйте вагу інструмента (за винятком ударних).
- Вибирайте інструменти, робота з якими вимагає мінімального застосування сили.
- Для полегшення роботи з ручним інструментом забезпечте його ручкою належної довжини, товщини і форми.
- Ручний інструмент забезпечте рукоятками, що мають достатнє тертя, запобіжними пристосуваннями чи виступами для запобігання зісковзування.

- Інструмент має бути належним чином заізолюваний. Це допоможе уникнути опіків і уражень електричним струмом.
- Мінімізуйте вібрацію і шум, що створюються ручним інструментом.
- У кожного інструмента має бути свій «будинок».
- Регулярно перевіряйте і підтримуйте інструмент в порядку.
- Навчіть робітників користуватися інструментами із силовим приводом, перш ніж допускати їх до роботи.
- Для роботи з інструментами із силовим приводом необхідно забезпечити достатній простір і стійке положення ніг.

Поводження з матеріалами. Складування

- Очистіть та позначте транспортні маршрути.
- Зробіть так, що проходи і коридори мали ширину, достатню для двостороннього руху.
- Зробіть так, щоб поверхня, якою переміщують матеріали, була рівною, неслизькою і щоб на ній не було перешкод.
- Установіть настили з невеликим, від 5 до 8 відсотків, підйомом замість маленьких сходів або небажаних перепадів рівня підлоги в межах робочого місця.
- Оптимізуйте виробничий цикл у такий спосіб, щоб необхідність у переміщенні матеріалів була мінімальною
- Для переміщення матеріалів використовуйте механічні та ручні візки або інші колісні чи роликові пристрої.
- Щоб уникнути непотрібних операцій із завантаженням і розвантаженням, використовуйте пересувні стелажі для зберігання.
- Використовуйте багаторівневі полиці або стелажі в безпосередній близькості від робочого місця для того, щоб мінімізувати ручне транспортування матеріалів.
- Використовуйте механічні пристрої для підняття, опускання та переміщення важких предметів.
- Скоротіть ручну роботу з матеріалами за допомогою використання конвеєрів, підйомників та інших механічних транспортних засобів.

- Замість того щоб переносити важкі вантажі, розділіть їх на декілька більш дрібних і легких упаковок чи контейнерів.
- Забезпечте всі упаковки та контейнери ручками або зручними пристроями для перенесення.
- Усуньте чи мінімізуйте різницю в рівнях, якщо матеріали переносять уручну.
- Установлюйте й видаляйте важкі предмети горизонтально, використовуючи штовхальні та втягуючі рухи, замість того щоб піднімати чи опускати їх; уникайте похилих та скручувальних рухів.
- При перенесенні предметів тримайте їх притиснутими до тіла.
- Піднімайте й опускайте предмети повільно, тримаючи їх прямо перед тулубом, не повертаючи і дуже не нахиляючись.
- При переміщенні вантажу на більш довгі дистанції розподіліть вантаж рівномірно на плечах для забезпечення балансу і зменшення зусилля.
- Поєднуйте підняття тягарів з більш легкими роботами, це дозволить уникнути травм та втоми, а також збільшить продуктивність праці.
- Забезпечте зручне розташування контейнерів для сміття.
- Позначте шляхи евакуації, зберігайте їх вільними та не загороджуйте сторонніми предметами.

5.6 Єдина державна система цивільного захисту , її складові та режими функціонування

Згідно з Кодексом цивільного захисту України забезпечення захисту населення і територій від НС покладено на Єдину державну систему цивільного захисту (ЄДСЦЗ), яка є сукупністю суб'єктів забезпечення цивільного захисту, котрі здійснюють реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту.

Суб'єктами забезпечення цивільного захисту в межах своїх повноважень є:

- Рада національної безпеки і оборони України;
- Кабінет Міністрів України;
- центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту (нині це Державна служба України з надзвичайних ситуацій – ДСНС);

- інші центральні органи виконавчої влади;
- місцеві державні адміністрації;
- органи місцевого самоврядування;
- суб'єкти господарювання;
- громадяни України.

ЄДСЦЗ базується на функціональних та територіальних підсистемах цивільного захисту та їх ланках, підпорядкованих ДСНС. Кожна підсистема має координуючі органи, постійні органи управління, сили та засоби, матеріальні ресурси, системи оповіщення тощо.

Функціональні підсистеми ЄДСЦЗ створюються центральними органами виконавчої влади у відповідній сфері суспільного життя. Перелік центральних органів виконавчої влади, що створюють функціональні підсистеми, визначається Положенням про єдину державну систему цивільного захисту. Територіальні підсистеми ЄДСЦЗ діють в областях, підконтрольних українській владі, та місті Києві.

Ланки територіальних підсистем створюються:

- районними державними адміністраціями – у районах областей, районах міста Києва;
- органами місцевого самоврядування – в обласних центрах, у містах обласного і районного значення.

Таким чином, в Україні реалізований територіально-виробничий принцип цивільного захисту: у кожній територіальній одиниці відповідно до адміністративно- територіального поділу країни (область, район, місто, селище) є свій територіальний підрозділ ЦЗ. Паралельно в усіх сферах життєдіяльності населення, на кожному виробництві (підприємстві, установі, організації) функціонує відповідний виробничий підрозділ ЦЗ.

Начальником цивільного захисту об'єкта господарювання (підприємства, установи, організації) є перший керівник об'єкта. Він має подвійне підпорядкування: з одного боку – він підзвітний начальнику територіального управління з питань цивільного захисту, на території якого знаходиться його об'єкт; з іншого боку, за виробничим (функціональним) принципом, він підзвітний керівнику свого Міністерства (відомства), який є начальником цивільного захисту в межах свого Міністерства (відомства).

Загальне керівництво ЄДСЦЗ здійснює Кабінет Міністрів України. Безпосереднє керівництво діяльністю ЄДСЦЗ покладається на спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з питань цивільного захисту (ДСНС). Діяльність ДСНС спрямовується і координується Кабінетом

Міністрів України через Міністра оборони України. ДСНС України входить до системи органів виконавчої влади і виконує такі основні завдання:

- реалізує державну політику у сферах цивільного захисту, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та запобігання їх виникненню, ліквідації надзвичайних ситуацій, рятувальної справи, гасіння пожеж, пожежної та техногенної безпеки, діяльності аварійно-рятувальних служб, профілактики травматизму невиробничого характеру, а також гідрометеорологічної діяльності;
- здійснює державний нагляд (контроль) за додержанням та виконанням вимог законодавства у сферах пожежної і техногенної безпеки, цивільного захисту, за діяльністю аварійно-рятувальних служб;
- вносить на розгляд Міністра оборони України пропозиції щодо формування державної політики у відповідній сфері.

Відповідно до покладених на неї завдань ДСНС України:

1. Здійснює безпосереднє керівництво діяльністю єдиної державної системи цивільного захисту;
2. Формує проекти планів у сфері цивільного захисту державного рівня на мирний час та в особливий період, подає їх Міністрові оборони для внесення в установленому порядку на розгляд Кабінету Міністрів України, організовує планування заходів цивільного захисту центральними та місцевими органами виконавчої влади;
3. Проводить підготовку органів управління функціональних і територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту та складових таких підсистем;
4. Організовує та здійснює заходи щодо створення, утримання та реконструкції фонду захисних споруд цивільного захисту, ведення їх обліку, здійснює контроль за станом захисних споруд цивільного захисту;
5. Організовує та здійснює заходи із впровадження інженерно-технічних заходів цивільного захисту;
6. Організовує та координує здійснення заходів у сфері радіаційного і хімічного захисту, координує та контролює здійснення заходів щодо захисту населення і територій у разі виникнення радіаційних аварій та надзвичайних ситуацій, пов'язаних із виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин;
7. Здійснює разом із центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями прогнозування ймовірності виникнення надзвичайних

ситуацій, визначає показники ризику та здійснює районування території України щодо ризику виникнення надзвичайних ситуацій;

8. Веде облік надзвичайних ситуацій;

9. Організовує проведення заходів з евакуації населення, координує діяльність центральних та місцевих органів виконавчої влади, суб'єктів господарювання з відповідних питань;

10. Забезпечує гасіння пожеж, рятування людей, надання допомоги у ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха та інших видів небезпечних подій, що становлять загрозу життю або здоров'ю населення чи призводять до завдання матеріальних збитків;

11. Організовує та забезпечує охорону від пожеж підприємств, установ, організацій та інших об'єктів на підставі договорів;

12. Здійснює моніторинг забруднення навколишнього природного середовища на пунктах державної системи гідрометеорологічних спостережень: атмосферного повітря в населених пунктах та опадів; снігового покриву; річкових, озерних та морських вод; ґрунтів різного призначення; радіаційної обстановки (визначення експозиційної дози гамма-випромінювання); повеней, паводків, селів;

13. Здійснює прогнозування погоди, гідрологічного режиму водних об'єктів, небезпечних і стихійних гідрометеорологічних явищ, урожайності сільськогосподарських культур;

14. Здійснює іншу діяльність у сфері цивільного захисту.

До функцій ДСНС відноситься також:

- впровадження та функціонування системи екстреної допомоги населенню за єдиним телефонним номером 112;
- реалізація державної політики у сфері профілактики травматизму невиробничого характеру, моніторинг стану травматизму невиробничого характеру, його причин та наслідків;
- перевірка організації та стану навчання працюючого персоналу на підприємствах, в установах та організаціях до дій у разі виникнення аварійних ситуацій, аварій, надзвичайних ситуацій техногенного або природного характеру.

ДСНС України очолює Голова, якого призначає на посаду за поданням Прем'єр-міністра України, внесеним на підставі пропозицій Міністра оборони, та звільняє з посади Президент України.

Безпосереднє керівництво територіальними підсистемами та їх ланками покладається на посадових осіб, які очолюють органи, що створили

такі підсистеми або ланки. Безпосереднє керівництво функціональними підсистемами покладається на керівників органів, суб'єктів господарювання, що створили такі підсистеми.

Організація заходів цивільного захисту в територіальних підсистемах здійснюється місцевими державними адміністраціями, органами місцевого самоврядування.

Організація заходів цивільного захисту у функціональних підсистемах і забезпечення техногенної та пожежної безпеки у сфері суспільного життя, в якій реалізує державну політику міністерство чи інший центральний орган виконавчої влади, здійснюються підрозділами з питань цивільного захисту, які створюються такими органами у складі їх апаратів.

У центральних органах виконавчої влади, які не створюють функціональні підсистеми, призначаються працівники з питань цивільного захисту, техногенної та пожежної безпеки.

Організація заходів цивільного захисту суб'єкта господарювання здійснюється підрозділами (посадовими особами) з питань цивільного захисту, які створюються (призначаються) керівниками зазначених суб'єктів господарювання з урахуванням таких вимог:

1) у суб'єктах господарювання, віднесених до відповідних категорій цивільного захисту, з чисельністю працюючих понад 3 тисячі осіб створюються підрозділи з питань цивільного захисту;

2) у суб'єктах господарювання, а також закладах охорони здоров'я із загальною чисельністю працюючих та осіб, які перебувають на лікуванні, від 200 до 3 тисяч осіб та у суб'єктах господарювання, віднесених до другої категорії цивільного захисту, призначаються посадові особи з питань цивільного захисту;

3) у навчальних закладах з денною формою навчання з чисельністю 500 і більше осіб, які навчаються, призначаються посадові особи з питань цивільного захисту;

4) у суб'єктах господарювання з чисельністю працюючих до 200 осіб призначаються особи з питань цивільного захисту за рахунок штатної чисельності суб'єкта господарювання.

Громадяни України, іноземці та особи без громадянства, які здійснюють господарську діяльність та зареєстровані відповідно до Закону як підприємці, виконують заходи цивільного захисту особисто.

Порядок діяльності підрозділів з питань цивільного захисту або призначених осіб визначається відповідними положеннями про них або

посадовими інструкціями. Положення про підрозділ (посадова інструкція працівника) з питань цивільного захисту затверджується керівником, який його створив (призначив), на підставі типового положення про такий підрозділ, що затверджується ДСНС України.

Існує чотири рівні керування ЄДСЦЗ: державний, регіональний, місцевий, об'єктовий.

Координацію діяльності центральних та місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування у межах ЄДСЦЗ на державному рівні здійснюють:

- Рада національної безпеки і оборони України;
- Кабінет Міністрів України;
- Державна комісія з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій (ТЕБ та НС);
- Спеціальна Урядова комісія з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації (створюється Урядом у разі нагальної потреби при виникненні НС).

На регіональному, місцевому, об'єктовому рівнях координуючим органом ЄДСЦЗ є відповідні комісії з питань техногенно- екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій (ТЕБ та НС). На державному рівні комісію ТЕБ та НС очолює віце-прем'єр, а на регіональному, місцевому, об'єктовому рівнях – відповідні керівники.

На кожному об'єкті господарювання (підприємстві, установі, організації) створюється система цивільного захисту об'єкта, відповідальність за постійну готовність її сил і засобів несе перший керівник об'єкта – директор, начальник, ректор тощо, який вважається начальником цивільного захисту об'єкта.

Начальник цивільного захисту об'єкта призначає своїх заступників з питань цивільного захисту (одного або декількох), у віданні якого (яких) знаходяться питання функціонування інженерних комунікацій, матеріально-технічного постачання, евакуації на випадок НС тощо.

При начальникові цивільного захисту об'єкта створюється штаб цивільного захисту об'єкта, склад якого залежить від функціональних особливостей підприємства або установи. У більшості випадків штаб ЦЗ формується із складу посадових осіб, не звільнених від виконання основних обов'язків.

На об'єктах господарювання за типовою схемою, враховуючи особливості об'єкта, створюються служби цивільного захисту: 1) оповіщення і зв'язку, 2) медична, 3) радіаційного та хімічного захисту, 4) охорони

громадського порядку, 5) протипожежна, 6) енергопостачання та світломаскування, 7) аварійно-технічна, 8) сховищ та укриттів, 9) транспортна, 10) матеріально-технічного постачання та інші. Керівники цих служб призначаються начальником ЦЗ об'єкта без звільнення їх від виконання основних посадових обов'язків.

На ЄДСЦЗ покладаються такі основні завдання:

1) забезпечення готовності міністерств та інших центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підпорядкованих їм сил і засобів до дій, спрямованих на запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;

2) забезпечення реалізації заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;

3) навчання населення щодо поведінки та дій у разі виникнення надзвичайної ситуації;

4) виконання державних цільових програм, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям, забезпечення сталого функціонування підприємств, установ та організацій, зменшення можливих матеріальних втрат;

5) опрацювання інформації про надзвичайні ситуації, видання інформаційних матеріалів з питань захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій;

6) прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій, визначення на основі прогнозу потреби в силах, засобах, матеріальних та фінансових ресурсах;

7) створення, раціональне збереження і використання резерву матеріальних та фінансових ресурсів, необхідних для запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;

8) оповіщення населення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, своєчасне та достовірне інформування про фактичну обстановку і вжиті заходи;

9) захист населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій;

10) проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, організація життєзабезпечення постраждалого населення;

11) пом'якшення можливих наслідків надзвичайних ситуацій у разі їх виникнення;

12) здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалого населення;

13) реалізація визначених законом прав у сфері захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій, в тому числі осіб (чи їх сімей), що брали безпосередню участь у ліквідації цих ситуацій;

14) інші завдання, визначені законом.

Для виконання завдань цивільного захисту в Україні створені сили цивільного захисту, які складаються з:

1) оперативно-рятувальної служби цивільного захисту;

2) аварійно-рятувальної служби;

3) формувань цивільного захисту;

4) спеціалізованих служб цивільного захисту;

5) пожежно-рятувальних підрозділів (частин);

6) добровільних формувань цивільного захисту. Оперативно-рятувальна служба цивільного захисту функціонує в системі Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) і складається з:

- органів управління, аварійно-рятувальних формувань центрального підпорядкування;

- аварійно-рятувальних формувань спеціального призначення;

- спеціальних авіаційних, морських та інших формувань;

- державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин);

- навчальних центрів;

- формувань та підрозділів забезпечення. Аварійно-рятувальні служби поділяються на:

1) державні, регіональні, комунальні, об'єктові та громадських організацій;

2) спеціалізовані та неспеціалізовані;

3) професійні та непрофесійні.

Державні, регіональні і комунальні аварійно-рятувальні служби створюються на відповідних рівнях виконавчої влади, об'єктові служби – на об'єктах підвищеної небезпеки, служби громадських організацій – громадськими організаціями відповідно до закону.

Непрофесійні об'єктові аварійно-рятувальні служби створюються із числа інженерно-технічних та інших досвідчених працівників суб'єктів господарювання, які мають необхідні знання та навички у проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт і здатні за станом здоров'я виконувати роботи в екстремальних умовах. Громадські організації також

можуть залучатися на добровільних або договірних засадах до робіт із запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій за наявності в учасників ліквідації відповідного рівня підготовки.

Особливим видом аварійно-рятувальних служб є служба медицини катастроф, яка діє у складі центрів екстреної медичної допомоги та медицини катастроф системи екстреної медичної допомоги, що створюється органами влади областей та міста Києва.

Формування цивільного захисту утворюються для проведення великих обсягів робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, воєнних (бойових) дій чи терористичних актів, а також для проведення відновлювальних робіт, які потребують залучення великої кількості населення і техніки. Формування цивільного захисту поділяються на об'єктові і територіальні.

Спеціалізовані служби цивільного захисту утворюються для проведення спеціальних робіт і заходів з цивільного захисту та їх забезпечення, що потребують залучення фахівців певної спеціальності, техніки і майна спеціального призначення. Залежно від підпорядкування спеціалізовані служби цивільного захисту можуть бути об'єктового, місцевого, регіонального і державного рівнів.

Найчастіше спеціалізовані служби цивільного захисту створюються для проведення спеціальних робіт у сфері: зв'язку і оповіщення, енергетики, захисту сільськогосподарських тварин і рослин, матеріального забезпечення, торгівлі та харчування, транспортного забезпечення, охорони громадського порядку, а також бувають інженерні, комунально-технічні, медичні, протипожежні, технічні.

Добровільні формування цивільного захисту утворюються під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій для проведення допоміжних робіт із запобігання або ліквідації наслідків таких ситуацій за рішенням центрального органу виконавчої влади, місцевої державної адміністрації, органу місцевого самоврядування. До добровільних формувань цивільного захисту включаються громадяни на добровільних засадах.

Для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій відповідно до закону можуть залучатися Збройні Сили України, інші військові формування та правоохоронні органи спеціального призначення, утворені відповідно до законів України.

ВИСНОВОК

Згідно завдання на дипломний проект, розроблений механічний цех деталей валу компресора двигуна Д-436 і запропонована планування обладнання на ділянці. Детально розроблений технологічний процес виготовлення валу. Обраний і економічно обгрунтований метод отримання заготовки. Призначені припуски на заготовку. Режими різання і технічні норми часу призначені і визначені за рекомендаціями нормативних документів. Розроблено розрахунково-технологічні карти обробки на верстатах з ЧПУ. Технологічний процес розроблений з урахуванням вимог охорони праці та стійкості до надзвичайних ситуацій. Спроектоване верстатне пристосування дозволяє швидко і надійно закріпити заготовку під час обробки, що в умовах великосерійного виробництва дуже важливо.

У частини по охороні праці наведена повна характеристика ділянки механічної обробки поршня з точки зору безпеки проведення робіт, проведена характеристики за ступенем пожежної безпеки, .

Спецзавдання виконано на тему: Динамічне балансування валу із застосуванням балансувального вимірювально-обчислювального комплексу БИВК.

Складено альбом технологічної документації на виготовлення валу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. – Т.1.
2. Справочник технолога-машиностроителя, т.1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1972. – 694с.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник. М.: Машиностроение, 1976.
4. Обработка металлов резанием: Справ. технолога / Под ред. М.И. Панова, 1989.
5. Горбацевич А.Ф., Шкрет В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроительных специальных ВУЗов] – 4-е изд. перераб. и доп. – мн.: Высшая школа, 1983. – 265с., ил.
6. Методичні вказівки з вивчення дисциплін з технологічних методів виробництва заготовок та контрольні завдання студентів спеціальностей 8.090202, 8.090203, 8.090101, 7.090260./Укл. В.М. Плєскач – Запоріжжя: ЗНТУ, 2004. – 43 с.
7. Методичні вказівки до практичних занять з технології машинобудування (розділ – проектування технологічних процесів) для студентів спеціальностей: 8.090205, 8.090203, усіх формнавчння (Укл. В.Д. Хорошков, О.В. Алексєєнко, Д. В. Павленко) Запоріжжя, ЗДТУ, 1999. – 78с.
8. Егоров М.Е и др. Технология машиностроения. Учебник для втузов. Изд. 2-е, доп. М., (Высшая школа), 1976 – 534с., ил. 5.
9. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983.
10. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.: ил.
11. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Гаков., В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Гакова.- М.: Машиностроение.1988.-736 с., ил.
12. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика.М.: Машиностроение,1961.-Т.2.- 890 с., ил.
13. Додатки до методичних вказівок “ Розрахунок технологічних розмірів при проектуванні технологічних процесів механічної обробки”, для

виконання курсових і дипломних проектів з технології машинобудування (7.090202, 7.100103).

14. В.А. Богуслаев, В.А. Лиховицер, А.С.Смирнов. Станочные приспособления, монография., – г. Запорожье, изд. ОАО «Мотор Сич». 2000 г., 461 с.

15. М.А. Ансеров. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции, изд. 3-е, М.: «Машиностроение», 1966.-652 с., ил.

16. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.: ил.

17. Богуслаев В.А. , Цыпак В.И., Яценко В.К. Основы технологии машиностроения. Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. – Запорожье, изд-во ОАО « Мотор Сич».- 2003 г. – 336 с.

18. Баласанян Р.А. Атлас деталей машин.: Навч. Посібник для техн. Вузів. – К.: Основа, 1996. – 256 с.

19. Маталин А.А. Технология машиностроения. Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты». – Л.: Машиностроение, Ленингр.отд-ние, 1985. – 496 с. , ил.

20. Точность и производственный контроль в машиностроении: Справочник. / Под ред. А.К. Кутая, Б.М. Сорочкина. – Л.: Машиностроение, 1983. – 365с.

21. Гжиров Р.И., Краткий справочник конструктора: Справочник. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 464с.

22. Сорочкин Б.М. и др. Средства для линейных измерений. – Л.: Машиномтроение, Ленингр. отд-ние, 1978. – 264с.

23. Никадимаев Е.Ф., Грановский Э.Г., Деев О.М. Выбор точности контрольных приспособлений: Методические указания. / Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: МВТУ, 1979. – 36с.

24. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни: „Основы САПР виробництва Д83”; „Основы САПР”, „Проективання технологічних операцій для верстатів з ЧПК” для студентів спеціальностей 7.090214, 8.090202, 7.090230 усіх форм навчання / Укладачі: О.Я. Качан, Г.В. Пухальська. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2004. – 40 с.

25. Методичні вказівки для виконання практичних занять та курсових робіт з курсу ТМБ та САПР, спеціальностей технологія

машинобудування (8.090202) і авіаційні двигуни та енергетичні установи літальних апаратів (7.100102) „Проектування розрахунково технологічних карт і підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК”. (Укладачі: В.К.Яценко, О.Г. Сахно. – Запоріжжя: ЗДТУ,1999. – 63 с.)