



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ЗНТУ)**

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу Модернізація технологічного процесу виготовлення деталі
«Проставка ротора компресора» авіаційного газотурбінного двигуна

Студент Ільченко Олександр Дмитрович

Спеціальність і група 131 Прикладна механіка, М-113м

Обсяг проекту (роботи) Повний

Кількість аркушів креслень 9,25

Кількість сторінок пояснювальної записки 116

а) короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень Технологічна частина,
конструкторська частина, автоматизація видалення стружки, спецзавдання,
розрахунок на міцність, охорона праці

б) висновок про відповідність проекту (роботи) завданню _____

Виконана робота повністю відповідає поставленому завданню

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

Виконана робота на достатньому рівні відповідає останнім досягненням науки та техніки

г) негативні особливості виконання роботи _____

При перевірці виконаної роботи негативних особливостей не виявлено

д) позитивні особливості _____

Позитивною особливістю можна вважати: за допомогою використання сучасного балансувального обладнання з вимірювальною системою зменшили шкідливі вібрації

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до роботи

Графічна частина та пояснювальна записка виконані у відповідності до діючих стандартів

є) відгук про роботу загалом _____

В цілому магістерська робота студента групи М-113м Ільченко Олександра Дмитровича відповідає вимогам вищої школи

ж) інші зауваження _____

У якості зауважень можна привести наступне: на кресленні робочого пристосування – відсутній конструктивний елемент, що повинен забезпечувати неможливість осьового переміщення деталі під час обробки

з) оцінка роботи _____

В цілому магістерська робота студента групи М-113м Ільченко Олександра Дмитровича заслуговує оцінку «добре»

Рецензію склав доцент кафедри ТМБ Дядя С. І.

(посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

_____ 2018 **р.**

[16:56:18] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №532 [2] (200030 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[16:57:15] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №537 [2] (200050 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[16:57:28] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №542 [2] (200018 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[16:57:43] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №547 [2] (200033 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[16:58:00] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №552 [2] (200025 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[16:59:54] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №557 [2] (200050 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[17:00:10] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №562 [2] (200033 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[17:00:29] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №567 [2] (200032 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[17:01:37] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №572 [2] (200037 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[17:01:56] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №577 [2] (200027 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[17:02:10] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №582 [2] (200034 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[17:02:13] Тип проверки: *Стандартная*

[17:02:13] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 26%)**

[17:02:13] **Уникальность текста 73%**[©] (Проигнорировано подстановок: 0%)

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Ільченко О.Д., провів

зав. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.



13.12.2018р.

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 Модеризація технологічного процесу
виготовлення деталі "Проставки ротора компресора"
авіаційного газотурбінного двигуна

Виконав: студент VI курсу, групи М-113
спеціальності (напряму підготовки)

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

Коваленко О.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник Логанін В.О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Дяда С.І.
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
20 18 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Технології машинобудування
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) Другий (магістерський)
 Спеціальність 131 Прикладна механіка
 (код і назва)
 Напрямок підготовки _____
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Т.М.Б.
Риде С.С.
 "18" 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
 НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Льченко Олександр Дмитрович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація технологічного процесу виготовлення деталей "Проставка ротора компресора" авіаційного газотурбінного двигуна
 керівник проекту (роботи) Логанов В.О. к.т.н.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "26" 11 2018 року № 366

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.12.2018

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

1. Річна програма випуску деталей: $N=3500$ шт.
2. Креслення деталей.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технологічна частина: аналіз конструкції і структурного призначення деталі; вибір типу виробництва; вибір виду і способу отримання заготовки. 2. Конструкторська частина: розробка та розрахунок робочого та контрольного припасування. 3. Автоматизація виготовлення структури. 4. Спеціальне завдання: Фланкування. 5. Розрахунок на міцність. 6. Оцінка праці.

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

1. Креслення деталі та заготовки. 2. Складальне креслення робочого припасування. 3. Складальне креслення контрольного припасування. 4. Маршрут виготовлення деталі. 5. Спецзавдання. 6. Автоматизація. 7. РТК обробки деталі. 8. Системи Siemens NX.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Технологічний	Логанінов В.О.	3.09.18	
Конструкторський	Логанінов В.О.	3.09.18	
Охорона праці	Шимирко В.І., доцент	10.10.18	14.10.18
Економічний	Гончар Н.В.		14.10.18

7. Дата видачі завдання 3.09.18

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Срок виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Опис призначення деталі (креслення деталі)	12.09.2018	
2.	Вибір типу виробництва	15.09.2018	
3.	Аналіз технологічності деталі	20.09.2018	
4.	Вибір способу отримання заготовки	25.09.2018	
5.	Вибір баг.	01.10.2018	
6.	МОП (креслення МОП)	06.10.2018	
7.	Розрахунок припусків	13.10.2018	
8.	Проектування операційної технології	16.10.2018	
9.	Оформлення технологічної та конструкторської документації	30.10.2018	
10.	Проектування та розрахунок робочого пристрою	02.11.2018	
11.	Проектування та розрахунок контрольного пристрою	10.11.2018	
12.	Охорона праці	10.11.2018	
13.	Спецзавдання	23.11.2018	
14.	Захист	грудень	

Студент

(підпис)

Львченко О.Ф.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Логанінов В.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 116 сторінок; 31 рисуноків; 14 таблиць; 2 додатки; 17 джерел.

Тема роботи: Модернізація технологічного процесу виготовлення деталі «Проставка ротора компресора» авіаційного газотурбінного двигуна.

Деталь виготовляється з титанового сплаву BT8-1.

Метою магістерської роботи є вдосконалення технологічного процесу обробки деталі на базі заводського варіанту технологічного процесу.

Вдосконалення технологічного процесу відбувається за рахунок:

- розробки пристосування для закріплення деталі при обробці та пристосування для контролю;
- оптимізації геометрії найвразливішої частини деталі;
- автоматизації видалення стружки з верстата за рахунок стрічкового конвеєра;
- зменшення маси заготовки від заводської $m=6,8\text{кг}$, до розрахованого та вибраного $m=6,6\text{кг}$.

В магістерській роботі для визначення маси заготовки були розраховані припуски; для визначення норм часу були розраховані режими різання; розраховували зусилля затиску робочого пристосування.

ДИСК, КОМПРЕСОР ВИСОКОГО ТИСКУ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПРИПУСК, ДОПУСК, ЕСКІЗ, КВАЛІТЕТ, БАЗА, ЗАГОТОВКА, РІЗЕЦЬ, ТОЧНІСТЬ, ШОРСТКІСТЬ, РОЗМІР, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ОБЛАДНАННЯ, ВЕРСТАТ, ТЕРМООБРОБКА, НАЛАГОДЖЕННЯ, СОБІВАРТІСТЬ

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів

Вступ

1 Технологічна частина

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт

1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням

1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

1.4.3 Маршрут виготовлення деталі

1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів

1.6 Розрахунок режимів різання

1.7 Розрахунок технічної норми часу

1.8 Розробка РТК УП

1.8.1 Розробка токарної операції

1.8.2 Розробка свердлильної операції

2 Конструкторська частина

2.1 Проектування робочого пристосування

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування

2.1.2 Розрахунок пристосування на точність

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску

2.2 Проектування контрольного пристосування

3 Автоматизація

4 Спеціальне завдання

5 Розрахунок на міцність. Визначення напружено-деформованого стану деталі

5.1 Розрахунок на міцність. Визначення напружено-деформованого стану деталі

5.2 Визначення допустимих навантажень при різних варіантах конструкції

6 Охорона праці

6.1 Аналіз потенційних небезпек

6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

6.4 Заходи з пожежної безпеки

6.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

6.6 Заходи модернізації виробництва для підвищення безпеки працюючих

Висновок

Перелік посилань

Додаток А. Специфікація на робоче пристосування

Додаток Б. Специфікація на контрольне пристосування

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ГТД	Газотурбінний двигун
ДСТУ	Державний стандарт України
ЗВ	Засоби вимірювання
ЗОР	Змазуючо-охолоджуюча рідина
КВМ	Коефіцієнт використання матеріалу
КВТ	Компресор високого тиску
МВД	Маршрут виготовлення деталі
МОП	Маршрут обробки поверхні
ОК	Об'єкт контролю
ППТЯ	Послідовність показників точності та якості
РВНА	Регульований вхідний направляючий апарат
РНА	Регульований направляючий апарат
РСЗ	Робочий стандартний зразок
РТК	Розрахунково-технологічна карта
СНтП	Система норм та правил
ТО	Термічна обробка
ТП	Технологічний процес
ЦЗ	Цивільний захист

ВСТУП

У магістерській роботі з теми «Модернізація технологічного процесу виготовлення деталі «Проставка ротора компресора» авіаційного ГТД» проектується технологічний процес обробки в умовах серійного виробництва.

Метою проектування є впровадження більш досконалого устаткування, методів техніко-економічного аналізу, пошук шляхів підвищення продуктивності праці і якості виготовленої продукції.

Технологія машинобудування – це наука, що вивчає і встановлює закономірності протікання процесів обробки і параметри, вплив яких найбільше ефективно позначаються на інтенсифікації процесів і підвищення їхньої точності. Вивчає напрямки і засоби обробки матеріалів необхідних для виготовлення машин (виробів), з використанням прогресивних методів і засобів виробництва.

Технологія авіаційного двигунобудування розглядає ті ж питання з врахуванням особливості конструкції виробів (складні двигуни), умов їх експлуатації (швидкість, тиск) і вимог щодо надійності виробів. Основними напрямками є розробка економічних технологій (з малими витратами часу і матеріалів на виробництво, розробка безперервних технологій автоматизованих з малою участю робітників). Розробка екологічно чистих технологій без відходів.

Все це допомагає підвищити техніко-економічну ефективність виробництва, зменшує витрату матеріалу, витрати на інструмент, збільшує кількість і підвищує якість продукції, змінює собівартість, збільшує рівень виробництва і продуктивності процесу.

Для отримання високих техніко-економічних показників в даному курсовому проекті виконується об'єднання декількох заводських операцій в одну за рахунок використання універсального верстата.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

Деталь "Проставка 5 ступені КВТ" (рисунок 1.1 та 1.2) встановлюється у ротор компресора високого тиску двигуна АИ-222 і служить перехідною деталлю між дисками 4 і 5 ступенів.

Проставка кріпиться до дисків 4 і 5 ступенів по $\varnothing 342^{+0,144}_{+0,108}$ та $\varnothing 335^{+0,144}_{+0,108}$ з натягом. $\varnothing 342^{+0,144}_{+0,108}$ та $\varnothing 335^{+0,144}_{+0,108}$ основні конструкторські бази, вони визначають положення проставки відносно дисків 4 і 5 ступенів.

Турбореактивний двоконтурний двигун АИ-222 призначений для використання в маршевій силовій установці учбово-тренувальних (УТС), учбово-бойових (УБС) і легких бойових літаків (ЛБЛ).

Компресор – двокаскадний осьовий десятиступінчастий. складається з надзвукового двоступінчастого вентилятора і дозвукового восьмиступінчастого компресора високого тиску.

Компресор високого тиску (КВТ) - осьовий, дозвуковий, восьмиступінчастий складається з ротора, статора, передньої опори ротора КВТ, механізму повороту лопаток регульованого вхідного направляючого апарату (РВНА) і лопаток регульованих направляючих апаратів (РНА).

Нумерація рівнів в КВТ - від 0-ої до 7-ї.

Ротор КВД - барабанно-дискової конструкції, складається з восьми робочих коліс, п'яти проставок між робочими колесами, переднього і заднього валів, переднього і заднього лабіринтів.

Між дисками робочих коліс 2. 3. 4. 5. 6 і 7- ої ступеней встановлюються проставки, зовнішні поверхні яких утворюють проточну частину ротора під торцями консольних лопаток РНА і НА.

Таблиця 1.1 – Зміст технологічних вимог

Зміст технологічних вимог	Коли якими методами та способами можливо виконати цю вимогу	Як та якими засобами можна перевірити виконання вимог
Биття $\varnothing 342\text{гб}$ відносно $\varnothing 335\text{гб}$ не більше 0.016	Тонким точінням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу
Непаралельність поверхні А відносно В не більше 0.016	Тонким точінням	На контрольній плиті за допомогою індикатора годинникового типу.

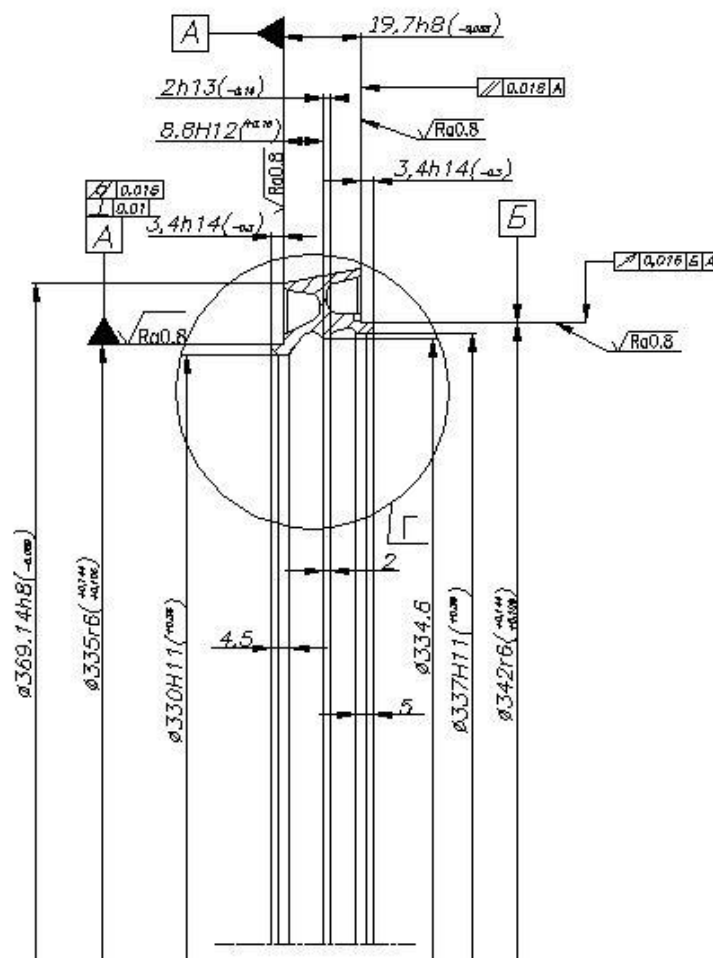
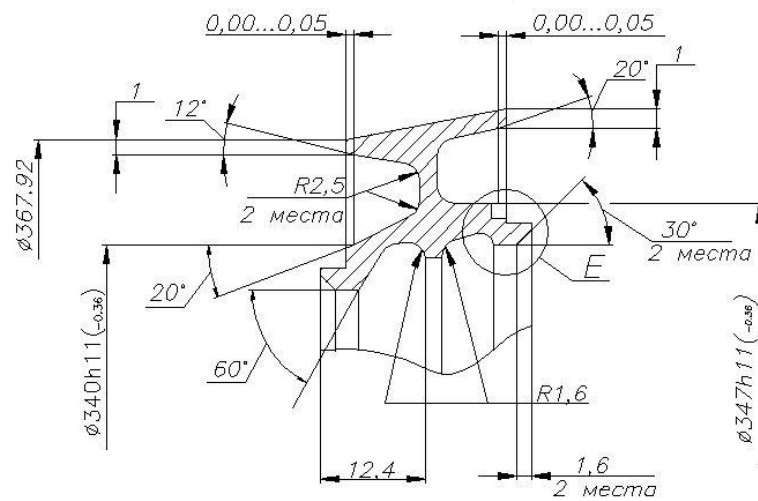


Рисунок 1.1- Ескіз деталі «Проставка 5 ступені »



Продовження рисунку 1.1

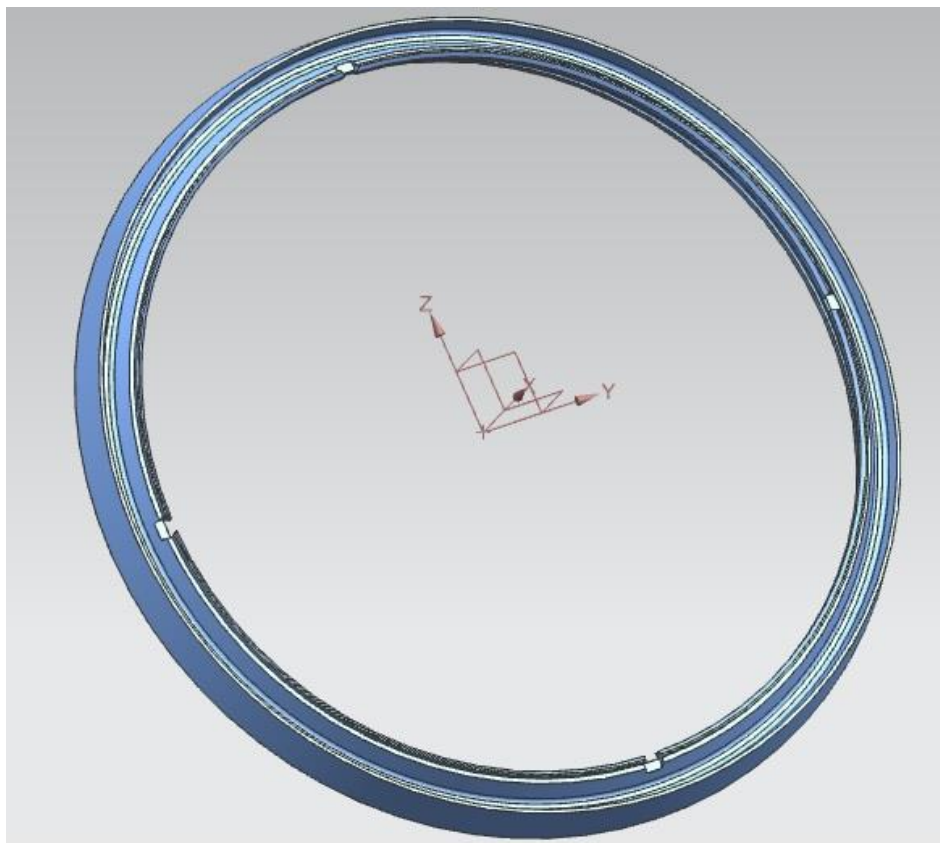


Рисунок 1.2 – Тривимірна модель деталі

Технологічні властивості матеріалу ВТ-8:

Сплав володіє високою корозійною стійкістю в різних кліматичних умовах та в 3% розчині NaCl. Добре зварюється контактною зваркою. Добре обробляється різанням.

Нижче вказаний хімічний склад (табл. 1.2) та технічні властивості матеріалу (табл. 1.3):

Таблиця 1.2 – Хімічний склад матеріалу ВТ-8

Al	Mo	Si	Ti	-	Fe	C	O ₂	N ₂	H ₂	Сума інших домішок
5.8/7.8	2.8/3.8	0.2/0.4	Осно-ва		0.3	0.1	0.15	0.05	0.015	0.3

Таблиця 1.3 Механічні властивості сплаву ВТ-8

Вид Полуфабр.	Сост	ТУ	Т исп	δ_3 кММ/ММ ²	δ_5	Ψ	НВ dмм	d_4
					%	%		
штамп	отоне	АМТУ 368-II- 62	20	105	9	30	3,3	3

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт

Вихідні дані:

Річна програма випуску - $N = 3500$ шт;

Маса деталі - $q = 0,776$ кг

Розробка ТП обробки залежить від форми організації виробництва та його типу.

Тип виробництва визначається широтою номенклатури, регулярності і стабільності випуску виробів. Попередньо, враховуючи масу деталі і програму випуску приймаю серійний тип виробництва.

Кількість деталей в партії можна визначити за формулою (1.1):

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

де a – періодичність запуску (4 рази на тиждень);

Φ – число робочих днів за рік (250 днів).

$$n = \frac{4 \cdot 3500}{250} = 56 \text{ шт.}$$

Вибираємо перемінно поточну форму організації роботи.

Серійне виробництво займає проміжне положення між одиничним і масовим виробництвом. При серійному виробництві вироби виготовляють партіями, що складаються з однойменних, однотипних по конструкції й однакових за розмірами деталей, що запускаються у виробництво одночасно. Основним принципом цього виду виробництва є виготовлення всієї партії (серії) цілком, як при обробці, так і при складанні. Поняття «партія» відноситься до кількості деталей, а поняття «серія» - до кількості машин, що запускаються у виробництво одночасно. Кількість деталей у партії і кількість машин у серії можуть бути різними.

У серійному виробництві, в залежності від кількості виробів у серії, їхньої характеристики і трудомісткості, частоти повторюваності серії протягом року розрізняють: дрібносерійне, середньо серійне, багатосерійне. Коефіцієнт закріплення операцій: $K_{30}=1...10$ – багатосерійне виробництво; $K_{30}=10...20$ – середньо серійне виробництво; $K_{30}=20...40$ – дрібносерійне виробництво.

У серійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, тобто розчленований на окремі операції, що закріплені за визначеними верстатами. Технологічний процес розробляється докладно. Верстати застосовуються різноманітних видів: універсальні, спеціалізовані, спеціальні, агрегатні, автоматизовані.

Верстатний парк повинний бути спеціалізований у такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до іншої. При

використанні універсальних верстатів повинні широко застосовуватися спеціалізовані і спеціальні пристосування, різальний інструмент і вимірювальний інструмент у виді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів, що забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. Заготівка при серійному типі виробництва по конфігурації повинна наближатися до готової деталі, коефіцієнт використання матеріалу дорівнює 0,6...0,88. Кваліфікація робітників невисока.

Серійне виробництво більш економічне, ніж одиничне, завдяки використанню устаткування, спеціалізації робітників, збільшення продуктивності праці. Усе це забезпечує зменшення собівартості продукції.

Серійне виробництво є найбільш розповсюдженим видом виробництва у машинобудуванні. Деталь необхідно виготовити з мінімальними трудовими і матеріальними витратами, а це залежить від:

- грамотного вибору варіанта технологічного процесу;
- оснащення технологічного процесу;
- застосування спеціальних верстатів, напівавтоматів і автоматів;
- рівня механізації й автоматизації виробництва;
- застосування оптимальних режимів різання обробки деталей.

1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням

Сучасний стан технології машинобудування представляє великі можливості для раціонального вибору виду вихідної заготовки і способу її одержання. Чим більше обсяг випуску деталей, тим важливіше вибрати заготівку прогресивного виду, у якій форма і розміри максимально наближається до форми і розмірів готової деталі. Величина припусків на обробку наближається до нормативного, на відліку від одиничного виробництва.

Заготівкою, відповідно до ДСТУ 3.11.09-82, називається предмет праці, з якого зміною форми, розмірів властивості поверхні, чи матеріалу, виготовляють деталь.

Метод виконання заготовки для деталей машин визначається призначенням і конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, масштабом та серійністю випуску. В сучасному машинобудуванні для одержання заготовок деталей використовується велика кількість технологічних процесів. Основними з них являються:

Тут висока вартість обладнання заготівельних цехів окупається великою продуктивністю.

При проектуванні отворів в штампування необхідно дотримуватися умови, що діаметр отвору заготовки не повинен бути менше 20мм.

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою (1.2).

Задана деталь - передній вал КВТ. Заготовки для валів зазвичай отримують штампуванням (на робочому кресленні деталі в пункті 1 технічних вимог зазначено, що заготовка - штампування І групи контролю).

Штампують заготовки під молотом, на пресах або кувальних машинах. Роз'єм штампів, залежно від форми заготовки, може бути уздовж або поперек осі валу. Поперечний роз'єм можливий звичайно в тих випадках, коли вал має на кінці фланець, а інша частина його гладка або ступінчаста з поступовим (від фланця) зменшенням діаметрів ступенів. При поперечному роз'ємі можна отримати отвір з боку більшого торця (у роз'єму), особливо якщо заготовка кується на кувальній машині. Це роблять тоді, коли діаметр отвору досить великий.

Штампувальні ухили для отворів приймаються в межах $10^{\circ}...15^{\circ}$, а для зовнішніх поверхонь - $3^{\circ}...7^{\circ}$. Всі переходи у заготовки повинні бути плавними, напрям «волокон» повинен відповідати конфігурації валу. Заготовки вельми відповідальних валів двигунів приймають по першій групі контролю, яка передбачає індивідуальне приймання за механічним якість. У цих випадках від кожної заготовки відрізають кінець довжиною 70...75 мм для виготовлення зразків на механічні випробування, а заготовку, відповідно, передбачають більш довгою або виготовляють її з технологічними прибутками.

У механічний цех заготовки надходять в нормалізованому стані з твердістю HB 190...270. З них має бути знята окалина - травленням або іншими способами, зачищені зовнішні дефекти, якщо глибина їх залягання не перевищує половини припуску на сторону. Відзначимо, що вид заготовки вибирає конструктор, а спосіб отримання - технолог. Маючи технічні вимоги до деталі і заготівлі, виберемо спосіб її отримання. Найбільш доцільними в даному випадку будуть кування на молотах або на пресах. Для здійснення вибору між двома зазначеними способами проведемо їх техніко-економічний аналіз за наступними показниками:

- витрата матеріалу;
- продуктивність;
- якість поверхневого шару;
- структура заготовки;
- точність розмірів, форми та розташування поверхонь.

Слід зазначити, що штамповка на кривошипних пресах в 2...3 рази продуктивніше, ніж штампування на молотах, припуски і допуски зменшуються на 20...35%, витрати металу знижуються на 10...15%. Якість поверхні і структура зерна у двох перерахованих способах практично не відрізняється.

Деталь – проставка. Матеріал ВТ – 8. Маса заготовки 6,6 кг. Заготовка-вільне кування (поковка) (рисунок 1.3).

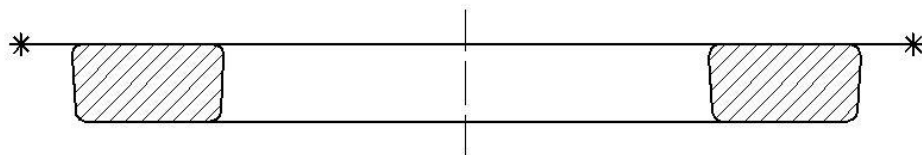


Рисунок 1.3 – Креслення заводської заготовки

Коефіцієнт використання матеріалу знаходимо по формулі (1.2):

$$KBM = \frac{m_{дет}}{H_{вум}} \quad (1.2)$$

де $m_{дет}$ - маса деталі ;

$H_{вит}$ норма витрат;

Норму витрат знаходимо по формулі (1.3):

$$H_{вит} = M_{заг} + M_{тех.відходи} \quad (1.3)$$

де $M_{заг}$ - маса заготовки;

$M_{тех.відходи}$ - маса технічних відходів:

Масу технічних відходів знаходимо по формулі (1.4):

$$M_{тех.відходи} \approx 0,5\% \cdot M_{заг} \quad (1.4)$$

При порівнянні заготовок виготовлених штампуванням вигідніше використовувати , якщо $KBM_{уб} > KBM_{пр}$ не менше , як на 15%.

Заводська заготовка виготовляється вільним куванням (рисунок 1.3).

Маса заводської заготовки 6,6 кг

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо по формулі (1.2):

$$KBM = \frac{m_{дет}}{H_{вит}} = \frac{0,776}{6,633} = 0,117$$

Норму витрат знаходимо по формулі (1.3):

$$H_{вит} = M_{заг} + M_{тех.відходи} = 6,6 + 0,033 = 6,633 кг$$

Масу технічних відходів знаходимо по формулі (1.4):

$$M_{тех.відходи} \approx 0,5\% \cdot M_{заг} = 0,005 \cdot 6,6 = 0,33 кг$$

У даному проекті заготівку одержують ковкою в закритих штампах. При штампуванні в закритих штампах одержують більш точні заготівки, менше витрачається матеріалу, більш висока продуктивність, що дає можливість одержати мінімальний припуск, знизити витрати металу і скоротити час обробки деталі.

Основна мета об'ємного штампування – наближення заготівки до форми готової деталі. Через цю умову вирішуються задачі зниження трудомісткості наступної механічної обробки.

На рис.1.4 показана проектна заготівка та тривимірна модель заготовки (рисунок 1.5).

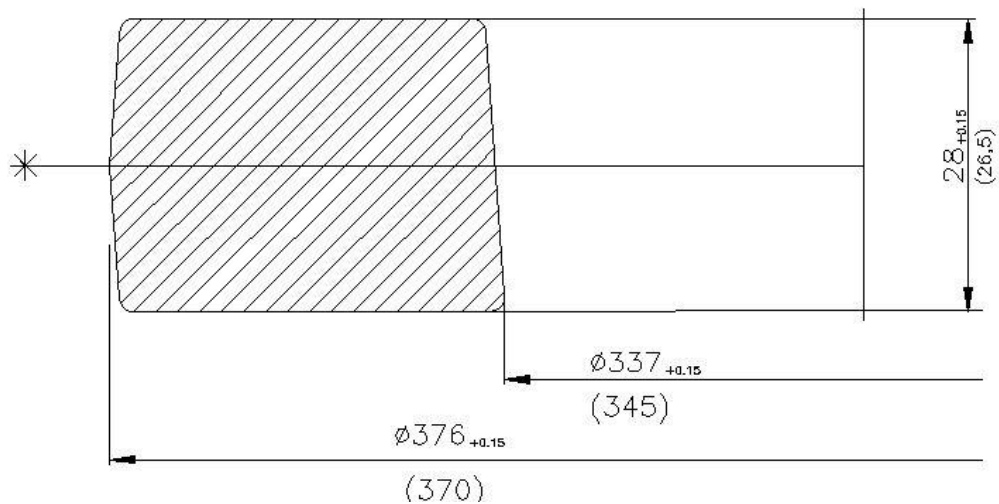


Рисунок 1.4 – Креслення проектної заготовки

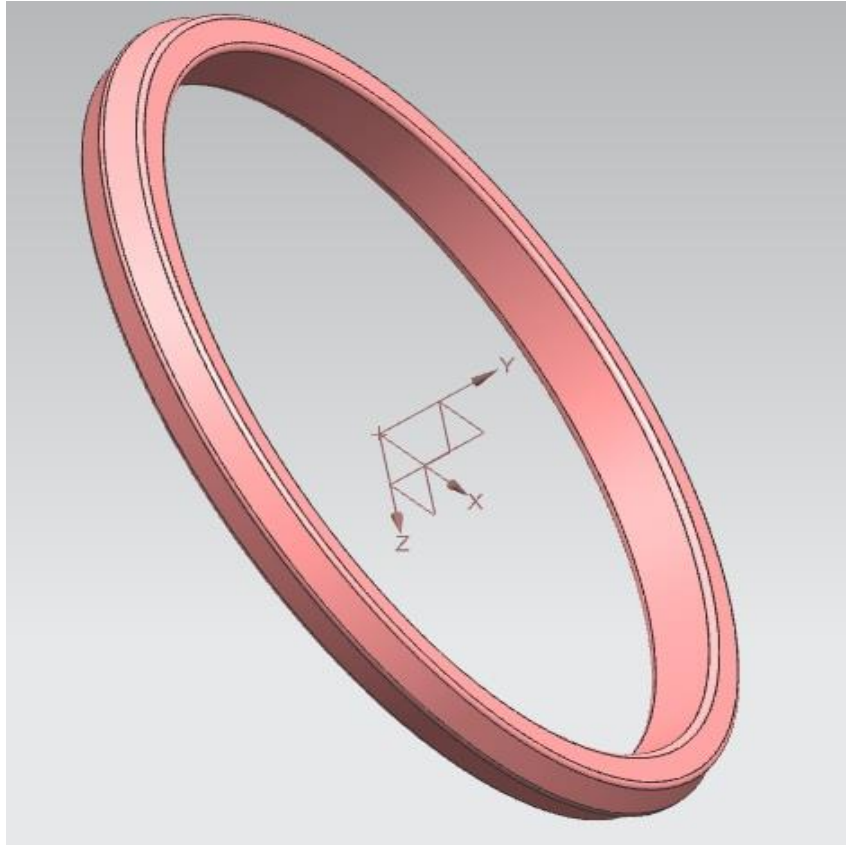


Рисунок 1.5 – Тривимірна модель заготовки

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу по формулі (1.2):

$$KBМ = \frac{m_{дет}}{H_{вит}} \quad (1.2)$$

де $m_{дет}$ - маса деталі;

$H_{расх}$ - норма витрати ,визначається по формулі.

Норму витрат знаходимо по формулі (1.3):

$$H_{расх} = M_{заг} + M_{тех.отх} \quad (1.3)$$

де $M_{заг}$ - маса заготівки

$M_{тех.отх}$ - маса технічних відходів.

Масу технічних відходів знаходимо по формулі (1.4):

$$M_{\text{тех.відходи}} \approx 0,5\% * M_{\text{заг}} \quad (1.4)$$

Норму витрат знаходимо по формулі (1.5):

$$H=1,09+0,545=1,635 \text{ кг}$$

Масу технічних відходів знаходимо по формулі (1.6):

$$M_{\text{тех.відходи}} \approx 0,5\% * 1,09 = 0,545 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо по формулі (1.2):

$$KBM_{\text{проект}} = \frac{0,776}{1,635} = 0,47$$

Більш економічною є проектована заготівка, тому що KBM проектованої заготівки більше, ніж KBM заводської ($0,117 < 0,47$).

1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Під технологічністю конструкції виробу розуміють сукупність конструктивних особливостей виробу, що забезпечує зручність в експлуатації, ремонт та технічне обслуговування. При використанні економічних та продуктивних методів обробки. Існує два види оцінки технологічності деталі: якісна і кількісна.

Якісна оцінка включає в себе відпрацювання її конструкції з метою максимальної уніфікації елементів (діаметральних розмірів, різьб, фасок, канавок, шліцьових з'єднань та інше); правильний вибір та постановку розмірів, оптимальних допусків та шорсткості поверхонь ; дотримання всіх

вимог, Які пред'являються до заготовок ;дотримання всіх вимог, які пред'являються до заготовок; дотримання всіх вимог всіх вимог, які пред'являються до технологічності елементів при обробці і доступність обробки, можливість входу і виходу інструменту. Наявність надійних поверхонь для кріплення деталі при механічній обробці та інше.

Кількісна оцінка визначається за коефіцієнтами по формулі (1.7):

$$K_{MAX} = \frac{K_{ye} + K_{mor} + K_{ш}}{3} \geq (0,6.....1), \quad (1.7)$$

де K_{MAX} - коефіцієнт уніфікованих елементів;

K_{mor} - коефіцієнт точності;

$K_{ш}$ - коефіцієнт шорсткості.

Коефіцієнт уніфікації визначається по формулі (1.8):

$$K_{y.e} = \frac{Q_{y.e}}{Q_3} \geq 0,6 \quad (1.8)$$

де $K_{y.e}$ - коефіцієнт уніфікації;

$Q_{y.e}, Q_3$ - відповідно кількість уніфікованих елементів і загальна кількість елементів. Кількість уніфікованих елементів визначаємо [1.с.8-10.табл 4, с 11-12 табл 5].

Коефіцієнт точності визначається по формулі (1.9):

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}} \quad (1.9)$$

де K_m - коефіцієнт точності;

A_{cp} - середній квалітет точності визначається по формулі (1.10):

$$A_{cp} = \frac{15n_1 + 14n_2 + ...6n_n}{\sum n} \quad (1.10)$$

де $n_1, \dots, n$ - кількість розмірів, що мають відповідний квалітет;

$\sum n$ - кількість усіх розмірів.

Коефіцієнт шорсткості визначається по формулі (1.11):

$$K_u = 1 - \frac{1}{B_{cp}} > 0,6 \quad (1.11)$$

де K_u - коефіцієнт шорсткості;

B_{cp} - середній квалітет шорсткості визначається по формулі (1.12):

$$B_{cp} = \frac{K_4 \cdot n_1 + K_5 \cdot n_2 + \dots + K_7 \cdot n_n}{\sum n} \quad (1.12)$$

де $K_{4, \dots, 7}$ - клас шорсткості;

$n_1, \dots, n_n$ - кількість розмірів, що мають відповідний клас шорсткості;

$\sum n$ - кількість усіх розмірів.

Деталь вважається технологічною, якщо загальний рівень технологічності складає $K_{техн} > (0,6/1)$.

Аналіз на технологічність деталі: «Проставка 5 ступені КВТ» (рисунок 1.6).

Таблиця 1.3 – Аналіз деталі на технологічність

№ роз- міру	Розміри	Квалітет	Шорсткість	Уніфікація
Діаметральні				
1	Ø369,14	h8	1,6/6	+
2	Ø 335	R6/2	0,8/7	+
3	Ø 330	H11	1,6/6	+
4	Ø 334,6	H13	1,6/6	+
5	Ø 337	H11	1,6/6	+
6	Ø 342	r6/2	0,8/7	+
7	Ø 340	h11	1,6/6	+
8	Ø 337,8	H11	1,6/6	+
9	Ø347	h11	1,6/6	+
Лінійні				
10	19,7	h8	0,8/7	+
11	2	h13	1,6/6	+
12	8,8	H12	0,8/7	-
13	3,4	h14	0,8/7	-
14	3,4	h14	0,8/7	-
15	4,5	h14	1,6/6	-
16	4,5	h14	1,6/6	-
17	2	h12	1,6/6	+

Продовження таблиці 1.3

18	1	h12/2	1,6/6	+
19	12	h12/2	1,6/6	+
20	1,6	h12/2	1,6/6	+
21	1,5	H13	1,6/6	+

Коефіцієнт уніфікації визначається по формулі (1.8):

$$K_{y,e} = \frac{16}{21} \approx 0,8 > 0,6$$

Отже по даному коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт точності визначається по формулам (1.9) та (1.10):

$$A_{cp} = \frac{8 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 11 \cdot 5 + 13 \cdot 3 + 12 \cdot 5 + 14 \cdot 4}{21} = 11,33$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{11,33} = 0,91 > 0,6$$

По даному коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт шорсткості визначається по формулам (1.11) та (1.12):

$$B_{cp} = \frac{6 \cdot 15 + 7 \cdot 6}{21} = 6,2$$

$$K_u = 1 - \frac{1}{6,2} = 0,8 > 0,6$$

По даному коефіцієнту деталь технологічна.

Загальний рівень технологічності визначається по формулі (1.7):

$$K_{MAX} = \frac{0,8 + 0,91 + 0,8}{3} = 0,84 > 0,6$$

На підставі вищевикладених обчислень, можна зробити висновок, що деталь відповідає коефіцієнтам якісної і кількісної оцінки технологічності конструкції, і для свого класу деталей є типова.

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Процес переходу від заготовки до деталі необхідно виконували за декілька переходів. Кількість переходів, їх послідовність визначають при проектуванні маршруту обробки поверхні (МОП).

МОП - це певна послідовність технологічних переходів обробки поверхні заготовки, необхідних для досягнення заданих показників якості цієї поверхні.

МОП є технологічною основою технологічного процесу механічної обробки, так як саме в цій частині закладаються фізико-механічні, хіміко-термічні процеси впливу на поверхню заготовки.

Для визначення кількості механічних переходів для отримання необхідної точності і якості поверхні розраховують:

- загальне уточнення розраховується за формулою (1.13):

$$\varepsilon_{0i} = \frac{Ti_{\text{заг}}}{Ti_{\text{дет}}} \quad (1.13)$$

де $Ti_{\text{заг}}$ – допуск на і-й параметр заготовки;

$Ti_{\text{дет}}$ - допуск на і-й параметр деталі за робочим кресленням.

- кількість переходів за лімітуючим показником за формулою (1.14):

$$k_{Ti} = 2lg\varepsilon_{T0i} \quad (1.14)$$

- частне уточнення на кожному j-тому переході за формулою (1.15):

$$\varepsilon_{ij} = \frac{Ti_{(j-1)}}{Ti_j} \quad (1.15)$$

де $Ti_{(j-1)}$ и Ti_j – відповідно технологічні допуски, які забезпечуються на попередньому $(j - 1)$ і даному j -тому переходах.

Маршрут обробки поверхні вважається прийнятим, якщо виконується умова (1.16):

$$\varepsilon_{i0} \leq \prod_{i=1}^k \varepsilon_{ij} \quad (1.16)$$

Проектування маршруту обробки зовнішньої циліндричної поверхні
 $\emptyset 353_{-0,36} \text{ мм}$

Визначимо дані по деталі та заготовці:

Заготовка:

$Td_3 = 3600 \text{ мкм};$

$Ra_3 = 12,5 \text{ мкм};$

Квалітет - IT 16;

Деталь:

$Td_d = 0,35 \text{ мм} = 360 \text{ мкм};$

$Ra_d = 3,2 \text{ мкм}$

Квалітет – h11.

Визначаємо загальні уточнення за формулою (1.13):

$$\varepsilon_{oTd} = \frac{Td_{\text{заг}}}{Td_{\text{дет}}} = \frac{3600}{360} = 10$$

$$\varepsilon_{oRa} = \frac{Ra_{\text{заг}}}{Ra_{\text{дет}}} = \frac{12,5}{3,2} = 3,9$$

Визначаємо кількість переходів за лімітуючим показником за формулою
 (1.14):

$$k_{\text{розр}} = 2lg\varepsilon_{010} = 2$$

Приймаємо кількість переходів $K=2$.

Різниця квалітетів:

$$\Delta = IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = 16 - 11 = 5 = 3 + 2$$

Складаємо послідовність ПТК:

$$IT16 \rightarrow h13 \rightarrow T/O \rightarrow h11$$

$$Ra\ 12,5 \rightarrow Ra\ 6,3 \rightarrow T/O \rightarrow Ra\ 3,2$$

Визначаємо частні уточнення за формулою (1.15):

1) Точіння чорнове:

$$\varepsilon_{Td1} = \frac{Td_{\text{заг}}}{Td_1} = \frac{3600}{890} = 4$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{Ra_{\text{заг}}}{Ra_1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,98$$

2) Термічна обробка;

3) Точіння чистове:

$$\varepsilon_{Td2} = \frac{Td_1}{Td_2} = \frac{890}{360} = 2,5$$

$$\varepsilon_{Ra2} = \frac{Ra_1}{Ra_2} = \frac{6,3}{3,2} = 1,97.$$

Загальне уточнення для перевірки обраного маршруту за формулою (1.16):

$$\varepsilon_{Td0} = \prod_{i=1}^k \varepsilon_{iTd} = \varepsilon_{1Td} \cdot \varepsilon_{2Td} = 4,5 \cdot 2,5 = 11,25$$

$$\varepsilon_{Ra0} = \prod_{i=1}^k \varepsilon_{iRa} = \varepsilon_{1Ra} \cdot \varepsilon_{2Ra} = 1,98 \cdot 1,97 = 3,9$$

$$\varepsilon_{oTd} \leq \Pi \varepsilon_{iTd}$$

$$10 \leq 11,25 - \text{вірно}$$

$$\varepsilon_{oRa} \leq \Pi \varepsilon_{iRa}$$

$$3,9 \leq 3,9 - \text{вірно}$$

Так як перевірка зійшлась, маршрут обробки заданої поверхні вважаємо прийнятим.

Проектування маршруту обробки внутрішньої циліндричної поверхні $\emptyset 343,6^{+0,36}$ мм.

Визначимо дані по деталі та заготовці:

Заготовка:

$$Td_3 = 3600 \text{ мкм};$$

$$Ra_3 = 12,5 \text{ мкм};$$

Квалітет - IT 16;

Деталь:

$$Td_d = 0,36 \text{ мм} = 360 \text{ мкм};$$

$$Ra_d = 3,2 \text{ мкм}$$

Квалітет – Н11.

Визначаємо загальні уточнення за формулою (1.13):

$$\varepsilon_{oTd} = \frac{Td_{\text{заг}}}{Td_{\text{дет}}} = \frac{3600}{36} = 10$$

$$\varepsilon_{oRa} = \frac{Ra_{\text{заг}}}{Ra_{\text{дет}}} = \frac{12,5}{3,2} = 3,9$$

Визначаємо кількість переходів за лімітуючим показником за формулою (1.14):

$$K_{\text{расч}} = 2 \lg \varepsilon_{\text{отд}} = 2$$

Приймаємо кількість переходів $K=2$.

Різниця квалітетів:

$$\Delta = IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = 16 - 11 = 5 = 53 + 2$$

Складаємо послідовність ПТК:

$$IT16 \rightarrow H13 \rightarrow T/O \rightarrow H11$$

$$Ra\ 12,5 \rightarrow Ra\ 6,3 \rightarrow T/O \rightarrow Ra\ 3,2$$

Визначаємо частні уточнення за формулою (1.15):

1) Розточування чорнове:

$$\varepsilon_{Td1} = \frac{Td_{\text{заг}}}{Td_1} = \frac{3600}{890} = 4$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{Ra_{\text{заг}}}{Ra_1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,98.$$

2) Термічна обробка;

3) Розточування чистове:

$$\varepsilon_{Td1} = \frac{Td_{\text{заг}}}{Td_1} = \frac{3600}{890} = 4$$

$$\varepsilon_{Ra1} = \frac{Ra_{\text{заг}}}{Ra_1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,98.$$

Загальне уточнення для перевірки обраного маршруту за формулою (1.16):

$$\varepsilon_{Td0} = \prod_{i=1}^k \varepsilon_{iTd} = \varepsilon_{1Td} \cdot \varepsilon_{2Td} = 4,5 \cdot 2,5 = 11,25$$

$$\varepsilon_{Ra0} = \prod_{i=1}^k \varepsilon_{iRa} = \varepsilon_{1Ra} \cdot \varepsilon_{2Ra} = 1,98 \cdot 1,97 = 3,9$$

$$\varepsilon_{oTd} \leq \Pi \varepsilon_{iTd}$$

$$10 \leq 11,25 - \text{вірно}$$

$$\varepsilon_{oRa} \leq \Pi \varepsilon_{iRa}$$

$$3,9 \leq 3,9 - \text{вірно}$$

Так як перевірка зійшлась, маршрут обробки заданої поверхні вважаємо прийнятим. Дані заносимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 - План обробки поверхонь

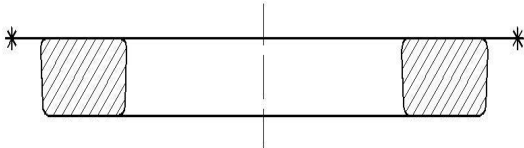
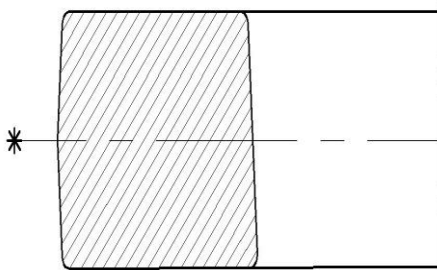
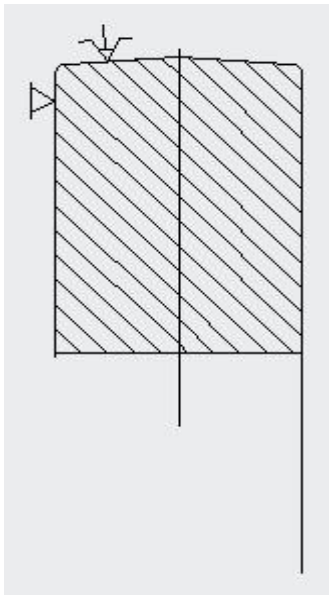
	Показник	Уточнення	Кількість переходів	Різниця показн. ППТК	i	Метод обр.		Td, мкм	Ra, мкм	ε_{iTd}	ε_{iRa}
Зовнішня циліндр. пов. Ø353h11	Td	10	2	16-11= =5=3+2	1	Заготівельна	IT16	3600	12,5	-	-
					2	Чорнове точіння	h13	890	6,3	4	1,98
	Ra	3,9	3	T/O	-	-	-	-	-	-	
			4	Чистове точіння	h11	360	3,2	25	1,97		
	Уточнення									11,25	3,9
Внутр. циліндр. пов. Ø62,048H5	Td	10	2	16-11= =5=3+2	1	Заготівельна	IT16	3600	12,5	-	-
					2	Розточування чорнове	H13	890	6,3	4	1,98
	Ra	3,9	4	T/O	-	-	-	-	-	-	
			3	Розточування чистове	H11	360	3,2	25	1,97		
	Уточнення									11,25	3,9

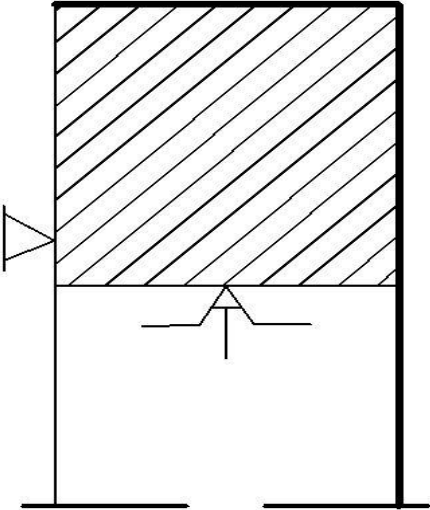
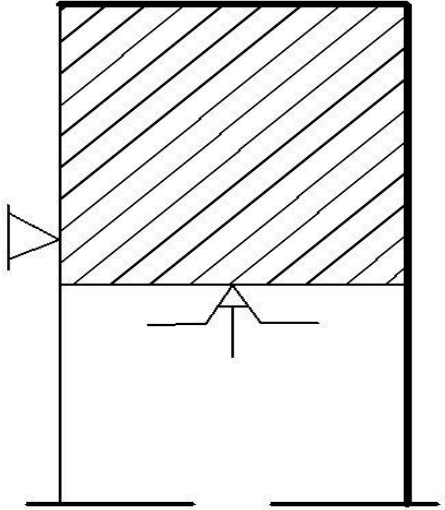
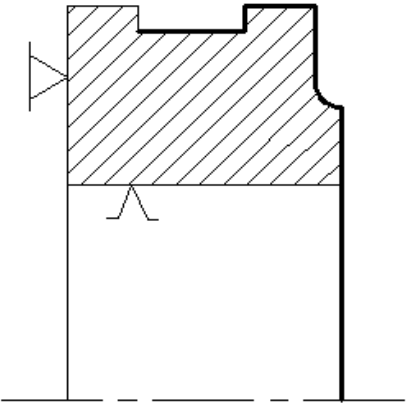
Таблиця 1.4 - Зведена таблиця МОП

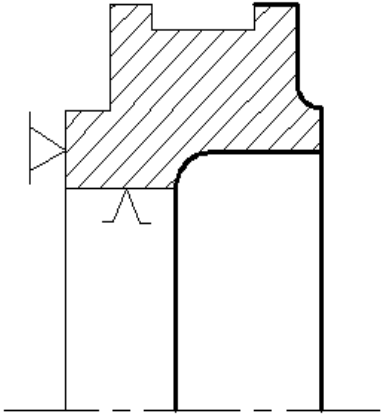
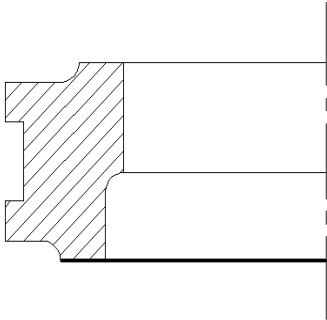
№	Розмір, мм	Вид пов.	Заготовка			Деталь			ε_{oTd}	ε_{oRa}	k	Δ
			Кв.	Td, мкм	Ra, мкм	Кв.	Td, мкм	Ra, мкм				
1	$\varnothing 340,6^{+0,89}$	внутрішня циліндр.	-	-	-	H13	890	3,2	-	-	2	-
2	$19,852_{-0,052}$	торцева	-	-	-	h9	52	0,8	-	-	3	-
3	$\varnothing 353_{-0,36}$	зовнішня циліндр.	-	-	-	h11	360	3,2	-	-	2	-
4	$\varnothing 343,6_{-0,36}$	зовнішня циліндр.	-	-	-	h11	360	3,2	-	-	2	-
5	$\varnothing 337^{+0,36}$	внутрішня циліндр.	IT16	3600	12,5	H11	360	3,2	10	3,9	2	5
6	$\varnothing 342^{+0,144}_{+0,108}$	зовнішня циліндр.	-	-	-	к6	36	0,8	-	-	4	-
7	$12,6^{+0,3}$	торцева	-	-	-	H13	300	3,2	-	-	2	-
8	$3,4_{-0,3}$	торцева	-	-	-	h14	300	3,2	-	-	2	-
9	$2_{-0,14}$	торцева	-	-	-	h12	140	3,2	-	-	2	-
10	$9,2^{+0,15}$	торцева	-	-	-	H11	150	3,2	-	-	2	-
11	$3,4_{-0,3}$	торцева	-	-	-	h14	300	3,2	-	-	2	-
12	$4,5_{-0,3}$	торцева	-	-	-	h14	300	3,2	-	-	2	-
13	$2_{-0,2}$	торцева	-	-	-	h13	200	3,2	-	-	2	-
14	$\varnothing 348^{+0,144}_{+0,108}$	зовнішня циліндр.	-	-	-	к6	36	0,8	-	-	4	-

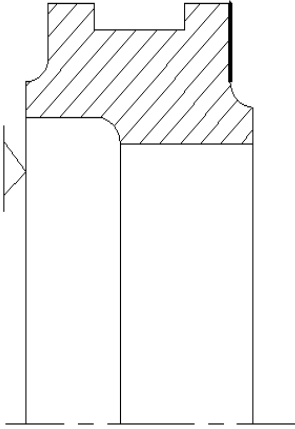
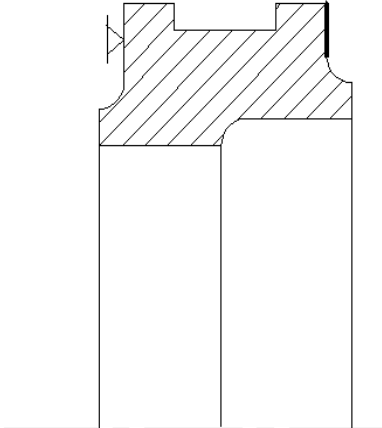
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі

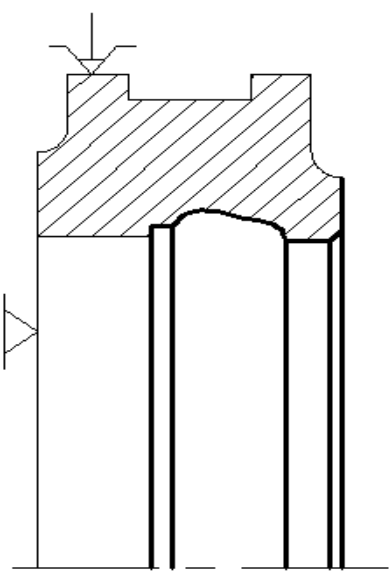
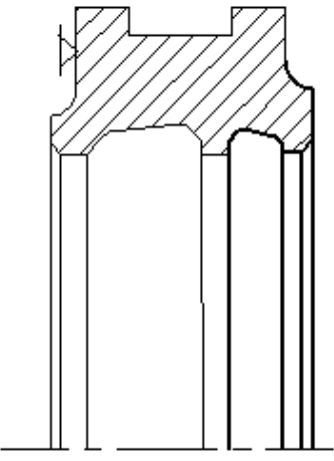
Таблиця 1.5 – Маршрут виготовлення деталі

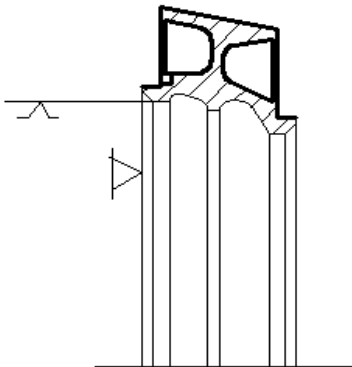
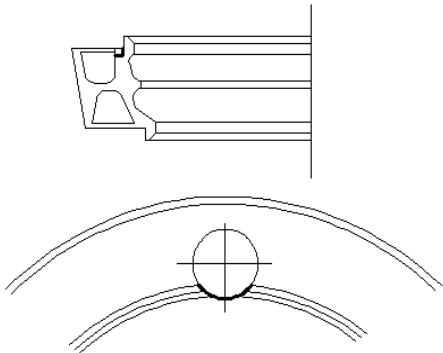
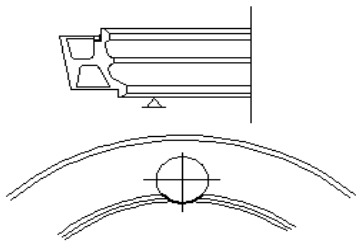
№ оп.	Заводський ТП	№ оп.	Проектний ТП
1	2	3	4
005	Заготівельна  Вільне кування	005	Заготівельна  Кування в закритих штампах
010	Токарна-револьверна  Токарно-револьверний R-100	010	Токарна-револьверна По заводу Токарно-револьверний R-100

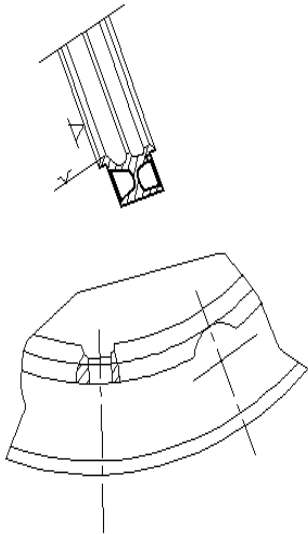
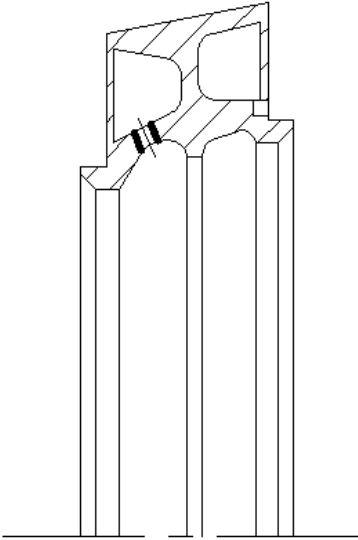
015	Токарно-револьверна  Токарно-револьверний R-100	015	Токарно-револьверна  Токарно-револьверний- R100
020	Токарна з ЧПУ  АТПр-800Н H22-IM	020	Токарна з ЧПУ По заводу АТПр-800Н H22-IM

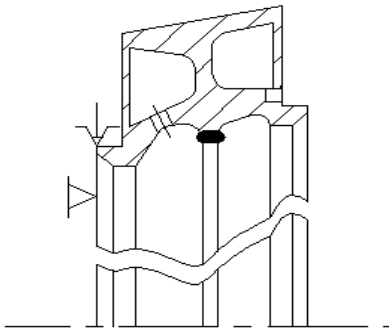
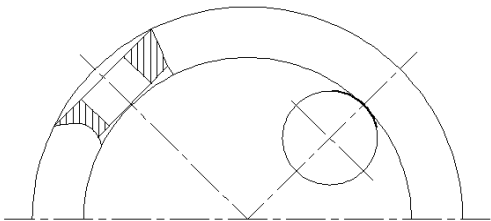
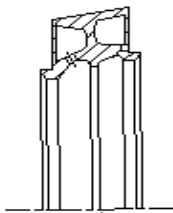
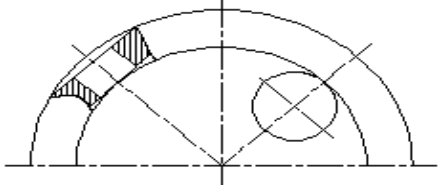
025	Токарна з ЧПУ  АТПр-800Н Н22-ІМм	025	Токарна з ЧПУ По заводу АТПр-800Н Н22-ІМ
030	Травлення	030	Травлення
035	Отжиг	035	Отжиг
040	Притирочна  Установка притирочна	040	Притирочна По заводу Установка притирочна

045	Миття УЗВ ванна	045	Миття УЗВ ванна
50	Токарна  Токарний 163	50	Токарна В операцію 20 Токарний 163
055	Токарна  Токарний 163	055	Токарна В операцію 25 Токарний 163

60	Токарна з ЧПУ  Токарний з ЧПУ ДФ-3	60	Токарна з ЧПУ По заводу Токарний з ЧПУ ДФ-3
65	Токарна з ЧПУ  Токарний з ЧПУ ДФ-3	65	Токарна з ЧПУ По заводу Токарний з ЧПУ ДФ-3

70	Токарна з ЧПУ  Токарний з ЧПУ ДФ-3	70	Токарна з ЧПУ По заводу Токарний з ЧПУ ДФ-3
075	Розточна  Координатно-розточний 2620А	075	Розточна По заводу Координатно-розточний 2620А
080	Слюсарна  Верстак	080	Слюсарна По заводу Верстак

085	Розточна  Координатно-розточний 2620А	085	Розточна По заводу Координатно-розточний 2620А
090	Слюсарна  Верстак	090	Слюсарна По заводу Верстак

1	2	3	4
095	Розточна   Координатно-розточний 2620А	095	Розточна По заводу Координатно-розточний 2620А
100	Слюсарна   Верстак		Слюсарна По заводу Верстак

1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів

Розрахунок припусків та між операційних розмірів на $\varnothing 369,14h8 (-0,089)$ (зовнішній діаметр) аналітичний спосіб для вільного кування.

Призначаємо маршрут обробки. Вибираємо операційні допуски.

Маршрут обробки:

Заготівка поковка $h17$ ($T_d = 3000\text{мкм}$);

Точіння чорнове $h14$ ($T_d = 1400\text{ мкм}$);

Точіння напів чистове $h12$ ($T_d = 570\text{мкм}$);

Точіння чистове $h8$ ($T_d = 89\text{мкм}$).

Вибираємо величини, які характеризують якість поверхонь:

$$(R_z + h) = 1500\text{мкм};$$

$$(R_z + h)' = (250 + 240)\text{мкм};$$

$$(R_z + h)'' = (125 + 120)\text{мкм};$$

$$(R_z + h)''' = (40 + 40)\text{мкм};$$

Залишкові просторові відхилення розраховуємо за формулою (1.17) :

$$\Delta_{заг} = \Delta_{\kappa} \cdot d ; \quad (1.17)$$

де Δ_{κ} - кривизна штампованих заготовок

$$\Delta_{заг} = \Delta_{\kappa} \cdot d = 0,6 \cdot 369 = 221,4\text{мкм};$$

Для інших операцій:

$$\Delta_{ини} = \kappa_y \cdot \Delta_{заг}; \quad (1.18)$$

$$\Delta' = 0,06 \cdot \Delta_{заг} = 0,06 \cdot 221,4 = 13,3\text{мкм};$$

$$\Delta'' = 0,06 \cdot \Delta_{заг} = 0,065 \cdot 221,4 = 11,1\text{мкм};$$

$$\Delta = 0,06 \cdot \Delta_{заг} = 0,06 \cdot 221,4 = 13,3\text{мкм}$$

Похибка установки:

$$\varepsilon' = 160 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon'' = 110 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon''' = 100 \text{ мкм}$$

Визначаємо величину мінімального припуску по переходам:

$$2Z'''_{\min} = 2 \left[(R_z + h)'' + \sqrt{\Delta_{\Sigma}''^2 + \varepsilon'''^2} \right] = 2 \left[(125 + 120) + \sqrt{11,1^2 + 110^2} \right] = 691 \text{ мкм};$$

$$2Z''_{\min} = 2 \left[(R_z + h)' + \sqrt{\Delta_{\Sigma}'^2 + \varepsilon''^2} \right] = 2 \left[(250 + 240) + \sqrt{13,3^2 + 110^2} \right] = 1202 \text{ мкм};$$

$$2Z'_{\min} = 2 \left[(R_z + h) + \sqrt{\Delta_{\Sigma}^2 + \varepsilon'^2} \right] = 2 \left[(1500 + 120) + \sqrt{221,4^2 + 160^2} \right] = 3546 \text{ мкм}$$

Визначення граничних проміжних розмірів по технологічним переходам та остаточні розміри заготовки:

$$D'''_{\min} = D'''_{\max} - Td''' = 369,14 - 0,089 = 369,051 \text{ мм};$$

$$D'''_{\max} = 369,14 \text{ мм};$$

$$D''_{\min} = D'''_{\min} + 2Z'''_{\min} = 369,051 + 0,69 = 369,74 \text{ мм};$$

$$D''_{\max} = D''_{\min} + Td'' = 369,74 + 0,57 = 370,31 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D''_{\min} + 2Z''_{\min} = 369,74 + 1,2 = 370,94 \approx 371 \text{ мм};$$

$$D'_{\max} = D'_{\min} + Td' = 370,94 + 1,4 = 372,34 \text{ мм};$$

$$D^{3a2}_{\min} = D'_{\min} + 2Z'_{\min} = 370,94 + 3,55 = 374,49 \text{ мм};$$

$$D^{3a2}_{\max} = D^{3a2}_{\min} + Td = 374,49 + 3 = 377,49 \text{ мм}$$

Визначаємо одержані граничні припуски:

$$2Z'_{\max} = D_{3a2\max} - D'_{\max} = 377,49 - 372 = 5,15 \text{ мм};$$

$$2Z'_{\min} = D_{3a2\min} - D'_{\min} = 374,49 - 371 = 3,49 \text{ мм};$$

$$2Z''_{\min} = D'_{\min} - D''_{\min} = 371 - 369,47 = 1,53 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max} = D'_{\max} - D''_{\max} = 372,34 - 370,31 = 2,03 \text{ мм};$$

$$2Z'''_{\min} = D''_{\min} - D'''_{\min} = 369,74 - 369,051 = 0,689 \text{ мм};$$

$$2Z'''_{\max} = D''_{\max} - D'''_{\max} = 370,31 - 369,14 = 1,17 \text{ мм}$$

Одержані дані заносимо до таблиці 1.5

Таблиця 1.6 – Припуски і граничні розміри

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Елементи припуску			Розрахунки припуски	Розрахунки припуски min	Допуск max	Граничні розміри				Виконавчий розмір
		R_z	Δ	ε_i				Dmax	Dmin	2Zmax	2zmin	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ø369.14 (-0,089)	Заготівка а поковка	150 0	2 2 1 , 4	— — —	— — —	374, 49	3 0 0 0	377,49	374,49	82 87	5709	376 ^{+1,49} _{-1,51}
Ø369.14 (-0,089)	Точіння чорнове h14	250 +24 0	1 3 , 3	16 0	35 46	370, 94	1 4 0 0 0	372,34	371	5150	3490	372,34h4 _{-1,4}
Ø369.14 (-0,089)	Точіння напів чистове h12	125 +12 0	1 1 , 1	11 0	12 02	369, 74	5 7 0	370,31	369,74	2030	1530	370,31h12 _{-0,57}

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ø369.14 (-0,089)	Точіння чистове h8	40+ 40	8 , 9	10 0	69 1	369, 051	8 9	369,14	369,051	1170	689	369,14 h8

Розрахунок припусків та між операційних розмірів на розмір 26,5h14(-0,6)(довжений)

Призначаємо маршрут обробки. Вибираємо операційні допуски.

Маршрут обробки:

Заготівка поковка h16 (Td = 1300мкм) ;

Точіння чорнове h14 (Td = 520мкм) ;

Точіння чорнове h14 (Td = 520 мкм) ;

Точіння чистове h8 (Td = 300мкм) ;

Точіння чистове h8 (Td = 89300мкм).

Вибираємо величини , які характеризують якість поверхонь:

$R_z=160$ мкм; $h=200$ мкм;

$R_z'=100$ мкм; $h'=100$ мкм;

$R_z''=25$ мкм; $h''=25$ мкм

Залишкові просторові відхилення:

$\Delta_{\Sigma} = 18$ мкм ;

$\Delta'_{\Sigma} = 15$ мкм ;

$\Delta''_{\Sigma} = 13$ мкм .

Похибка установлення:

$\varepsilon' = 100$ мкм ;

$\varepsilon'' = 90$ мкм .

Визначення величини мінімального припуску по переходам:

$Z''_{\min} = (R_z + h)' + \Delta'_{\Sigma} + \varepsilon'' = (100 + 100) + 15 + 90 = 350$ мкм;

$$Z'_{\min} = (R_z + h) + \Delta_{\Sigma} + \varepsilon' = (160 + 200) + 18 + 100 = 478 \text{ мкм}.$$

Визначаємо граничні проміжні розміри по технологічним переходам та остаточні розміри заготовки:

$$a''_{\min 2} = 25,6 \text{ мм}$$

$$a''_{\max 2} = 26,5 \text{ мм}$$

$$a''_{\min 1} = d''_{\min} + z''_{\min} = 25,9 + 0,305 = 26,205 \text{ мм}$$

$$a'_{\min 2} = d''_{\min 1} + z''_{\min} = 26,205 + 0,305 = 26,51 \text{ мм}$$

$$a'_{\min 1} = d'_{\min 2} + z_{\min} = 26,51 + 0,478 = 26,988 \text{ мм}$$

$$a_{\min 3a2} = d'_{\min 1} + z'_{\min} = 26,988 + 0,478 = 27,466 \text{ мм}$$

$$a''_{\max 1} = d''_{\min 1} + Td'' = 26,205 + 0,3 = 26,505 \text{ мм}$$

$$a'_{\max 2} = d'_{\min 2} + Td' = 26,51 + 0,52 = 27,03 \text{ мм}$$

$$a'_{\max 1} = d'_{\min 1} + Td' = 26,988 + 0,52 = 27,508 \text{ мм}$$

$$a_{\max 3a2} = d_{\min 3a2} + Td = 27,466 + 1,3 = 28,766 \text{ мм}$$

$$\text{Номинальний розмір заготовки: } 28^{+0,766}_{-0,534}$$

Визначаємо одержані граничні припуски:

$$Z'_{\max} = a_{\max 3a2} - a'_{\max} = 28,766 - 27,508 = 1,258 \text{ мм};$$

$$Z'_{\min 2} = a'_{\max 1} - a'_{\max 2} = 27,508 - 27,03 = 0,478 \text{ мм};$$

$$Z''_{\max} = a'_{\max 2} - a''_{\max 1} = 27,03 - 26,415 = 0,615 \text{ мм};$$

$$Z''_{\max} = a''_{\max} - a''_{\max 2} = 26,505 - 26,5 = 0,005 \text{ мм};$$

$$Z'_{\min} = a_{\min 3a2} - a'_{\min 1} = 27,466 - 26,988 = 0,478 \text{ мм};$$

$$Z'_{\min 2} = a'_{\min 1} - a'_{\min 2} = 26,988 - 26,51 = 0,478 \text{ мм};$$

$$Z''_{\min} = a'_{\min 1} - a''_{\min 1} = 26,51 - 26,205 = 0,305 \text{ мм};$$

$$Z''_{\min} = a''_{\min 1} - a''_{\min 2} = 26,25 - 25,9 = 0,35 \text{ мм};$$

Одержані дані заносимо до таблиці 1.7:

Таблиця 1.7 – Припуски та технологічні розміри

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Елементи припуску			Розрахунковий припуск, мкм		Розрахунковий розмір мм	Допуск, мкм	Граничні розміри		Граничні припуски		Виконавчий розмір
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
26,5 ^{+0,6}	Заготівка поковка	160	200	18	-	-	27,46 ₆	1300	28,76 ₆	27,46 ₆	2356	1133	28 ^{+0,76} ₆ -0,534
	Точіння чорнове, Н14(/)	100	100	15	100	478	26,988	520	27,508	26,988	1258	478	27,508 _{0,52}
	Точіння чистове (/) ₂	100	100	15	100	478	26,51	520	27,03	26,51	478	478	27,03 _{-0,52}
	Точіння чистове Н8(/) ₁	25	25	12	90	305	26,205	210	26,415	26,205	615	305	26,415 _{0,21}
	точіння чистове, Н8(/) ₂	25	25	12	90	305	25,9	210	26,5	25,9	5	250	26,5 _{-0,21}

Розрахунки припусків по таблицям

Розрахунок припусків і між операційних розмірів табличним способом на Ø330Н11(^{+0,36})(внутрішній діаметр).

Призначаємо маршрут обробки. Обираємо операційні допуски.

Маршрут обробки:

Заготівка поковка h16 (Td = 3000мкм) ;

Точіння чорнове h14 (Td = 1300 мкм) ;

Точіння напівчистове h12 (Td = 520мкм) ;

Точіння чистове h8 (Td =81мкм).

Визначаємо мінімальні припуски по таблицям.

$$2Z'_{\min} = 1,1 \text{ мм}$$

$$2Z''_{\min} = 0,3 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min} = 0,18 \text{ мм}$$

Визначаємо граничні проміжні розміри по технологічним переходам та остаточним переходам та остаточні розміри заготовки:

$$D'''_{\max} = D''_{\min} - T_D = 330 + 0,36 = 330,36 \text{ мм};$$

$$D''_{\max} = D'''_{\max} + 2Z'''_{\min} = 330,36 - 0,18 = 330,18 \text{ мм};$$

$$D''_{\min} = D''_{\max} + T_D = 330,18 - 0,52 = 329,66 \text{ мм};$$

$$D'_{\max} = D''_{\max} + 2Z''_{\min} = 330,18 - 0,3 = 329,88 \text{ мм};$$

$$D'_{\min} = D'_{\max} + T_D = 329,88 - 1,3 = 328,58 \text{ мм};$$

$$D^{3a2}_{\max} = D'_{\max} + 2Z'_{\min} = 329,88 - 1,1 = 328,78 \text{ мм};$$

$$D^{3a2}_{\min} = D^{3a2}_{\max} + T_D^{3a2} = 328,78 - 3 = 325,78 \text{ мм}.$$

Визначаємо мінімальний розмір заготовки $\varnothing 327_{(-1,22}^{+0,36})$

Визначаємо одержані граничні припуски:

$$2Z'_{\min} = D^{3a2}_{\max} - D'_{\max} = 329,88 - 328,78 \text{ мм};$$

$$2Z'_{\max} = D^{3a2}_{\min} - D'_{\min} = 328,58 - 325,78 = 2,8 \text{ мм};$$

$$2Z''_{\max} = D'_{\min} - D''_{\min} = 329,66 - 328,58 = 1,08 \text{ мм};$$

$$2Z''_{\min} = D'_{\max} - D''_{\max} = 330,18 - 329,88 = 0,3 \text{ мм};$$

$$2Z'''_{\min} = D''_{\max} - D'''_{\min} = 330,36 - 330,18 = 0,18 \text{ мм};$$

$$2Z'''_{\max} = D''_{\min} - D'''_{\max} = 330 - 329,66 = 0,34 \text{ мм}.$$

Одержані дані заносимо до таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Припуски та розміри

Розрахунковий розмір	Технологічний перехід	Табличний припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничні розміри		Граничні припуски		Виконавчий розмір
					$D_{\max}$	$D_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$	
38,9 $h8^{+1,6}$	Заготівка поковка Н16	-	325,78	3000	328,58	325,78	4220	1580	327
	Точіння чорнове h14(/)	1,1	328,58	1300	329,88	328,58	2800	1100	329,88
	Точіння напівчистове, h12	0,3	329,66	520	330,18	329,66	1080	300	330,18
	Точіння тонке, h8	0,18	330	81	330,36	330	340	180	330,36

1.6 Розрахунок режимів різання

Визначення режимів різання та основного часу аналітичним способом на операцію 70 - токарну, Токарний з ЧПУ DF-3:

1й Перехід:

1. Різець прохідний упорний з пластинами із твердого сплаву ВК8.

$h=25; b=16; L=120; l=15; R=1.0;$

2. Визначаємо глибину різання:

$$t=8,8-8,25=0,55\text{мм}$$

3. Визначаємо подачу $S_o = \text{мм/об};$

$$S_o=0,2/0,4 \text{ мм/об}$$

4. Коректуємо значення подачі за паспортом верстату:

$$S_{0\text{BT}}=0,2 \text{ мм/об.}$$

5. Визначаємо швидкість різання за формулою (1.19):

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S_{\text{em}}^Y \cdot t^x} K_v, \text{ м/хв} \quad (1.19)$$

де стійкість інструменту приймається $T=60\text{хв}$;

$$C_v = 317;$$

$$m = 0.15;$$

$$x = 0.20;$$

$$y = 0.20;$$

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання, визначається за формулою (1.20):

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} * K_{\phi} * K_{\phi 1} * K_{rv}, \quad (1.20)$$

де K_{mv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико - механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання вибираємо з [1,с. 261-263,табл.1-4];

K_{nv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання, вводиться тільки при розсвердлюванні та зенкеруванні штампованих або литих отворів вибираємо з [1,с.263,табл.5];

K_{uv} - поправочний коефіцієнт, який враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання вибираємо з [1,с.263,табл.6];

K_{rv} - Поправочний коеф. який враховується для інструменту зі швидкорізальної сталі.

$K_{rv} K_{\phi} K_{\phi 1}$ - поправочні коеф. які враховують вплив геометричних параметрів різця на швидкість різання.

$$K_{MB}=0,35; K_{nv}=1; K_{uv}=0,83; K_{\varphi 1}=0,87; K_{rv}=0,94.$$

Розрахуємо поправочний коефіцієнт K_v за формулою (1.20):

$$K_v = 0,35 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 0,87 \cdot 0,94 = 0,24$$

Розрахуємо швидкість різання за формулою (1.19):

$$V = \frac{317}{60^{0,15} \cdot 0,55^{0,2} \cdot 0,2^{0,2}} 0,24 = 64,18 \text{ м / хв}$$

6. Визначення частоти обертів шпинделя за формулою (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{різ}}}{\pi \cdot D_{\text{max}}}, \text{ хв}^{-1} \quad (1.21)$$

де $V_{\text{різ}}$ - швидкість різання;

D_{max} - діаметр, що оброблюється.

$$n = \frac{1000 \cdot 64,18}{3,14 \cdot 365,72} = 55,88 \text{ хв}^{-1}$$

7. Коректування частоти обертання шпинделя за паспортним даними верстату:

$$n_{\text{em}} = 55 \text{ хв}^{-1}.$$

8. Визначення дійсної швидкості різання за формулою (1.22):

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{em}}}{1000}, \text{ м / хв} \quad (1.22)$$

$$V_{\partial} = \frac{3,14 \cdot 365,72 \cdot 55}{1000} = 63,16 \text{ м / хв}$$

9. Визначити силу різання за формулою (1.23):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_{\text{овт}}^y \cdot v_{\partial}^n \cdot K_p, \quad (1.23)$$

де C_p – коефіцієнт, що враховує умови обробки. $C_p=92$ (1, т. 22, стр. 273).

x, y, n – показники степені, що враховують умови обробки.

$n = 0; x = 1,0; y = 0,75; (1, \text{ т. 22, стр. 273})$

k_p – поправочний коефіцієнт, який враховує вплив конкретних умов обробки, розраховується за формулою (1.24):

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp} \quad (1.24)$$

де $K_{mp}=1,47$ поправочний коефіцієнт, який враховує вплив фізико - механічних властивостей оброблюваного матеріалу на силові залежності, вибираємо з [1, с.264-265];

$K_{\lambda p} = 1; K_{\varphi p} = 1; K_{\gamma p} = 1,1; K_{rp} = 0,93$ - поправочні коефіцієнти, які враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання, вибираємо з [1, с.275].

$$K_p = 1,74 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,5$$

Розрахуємо силу різання за формулою (1.23):

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 0,55^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 63,16^0 \cdot 1,5 = 220,11 \text{ Н}$$

10. Визначення потужності за формулою (1.25):

$$N = \frac{P_z \cdot V_{\partial}}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (1.25)$$

$$N = \frac{220,11 \cdot 63,16}{1020 \cdot 60} = 0,23 \text{ кВт}$$

11. Вибрану потужність перевіряємо по потужності верстату:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шт}}$$

де $N_{\text{шт}}$ - потужність на шпинделі верстату;

$$N_{\text{шт}} = 70 \text{ кВт.}$$

$$0,23 \text{ кВт} < 70 \text{ кВт}$$

12. Визначаємо машинний час за формулою (1.26):

$$T_o = \frac{l + y + \Delta}{n \cdot S_o}, \text{ хв} \quad (1.26)$$

де l - довжина оброблюємої поверхні, $l = 25,72$ мм;

y - величина врізання, $y = 0,55$ мм;

Δ - величина перебігу інструменту, $\Delta = 2$ мм.

$$T_o = \frac{25,72 + 0,55 + 2}{55 \cdot 0,2} = 0,57 \text{ хв}$$

2й перехід

Точити поверхні 2,15:

1.Різець прохідний упорний з пластинами із твердого сплаву ВК8.

$h=25; b=16; L=120; l=15; R=1.0$

2. Знаходимо глибину різання по за формулою (1.27):

$$t = \frac{D_{\text{max}} - D_{\text{min}}}{2}, \text{ мм} \quad (1.27)$$

де D_{max} - максимальний діаметр;

D_{min} - мінімальний діаметр.

$$t = \frac{340 - 335,144}{2} = 2,428 \text{ мм}$$

3. Визначаємо подачу $S_o = \text{мм/об}$:

$$S_o = 0,2/0,4 \text{ мм/об}$$

4. Коректуємо значення подачі за паспортом верстату:

$$S_{0\text{вт}} = 0,2 \text{ мм/об.}$$

5. Визначаємо швидкість різання за формулою (1.19):

$$V = \frac{215}{60^{0,20} \cdot 2,428^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} 0,24 = 50,97 \text{ м / хв}$$

6. Визначення частоти обертів шпинделя за формулою (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{різ}}}{\pi \cdot D_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 50,97}{3,14 \cdot 340} = 47,7 \text{ м / хв}$$

7. Коректування частоти обертання шпинделя за паспортним даними верстату:

$$n_{\text{ем}} = 45 \text{ хв}^{-1}.$$

8. Визначення дійсної швидкості різання за формулою (1.22):

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{ем}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 340 \cdot 45}{1000} = 48,04 \text{ м / хв}$$

9. Розрахуємо силу різання за формулою (1.23):

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 2,428^{1.0} \cdot 0,2^{0.75} \cdot 48,04^0 \cdot 1,5 = 971,69 H$$

10. Визначення потужності за формулою (1.25):

$$N = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60} = \frac{971,69 \cdot 48,04}{1020 \cdot 60} = 0,76 \text{ кВт}$$

11. Вибрану потужність перевіряємо по потужності верстату:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}$$

де $N_{\text{ун}}$ - потужність на шпинделі верстату

$$N_{\text{ун}} = 70 \text{ кВт.}$$

$$0,76 \text{ кВт} < 70 \text{ кВт}$$

12. Визначаємо машинний час за формулою (1.26):

$$T_o = \frac{l + y + \Delta}{n \cdot S_o}, \text{ хв} \quad (1.26)$$

де l - довжина оброблюємої поверхні, $l = 4,856$ мм;

y - величина врізання, $y = 2,428$ мм;

Δ - величина перебігу інструменту, $\Delta = 2$ мм

$$T_o = \frac{4,856 + 2,428 + 2}{45 \cdot 0,2} = 1,03 \text{ хв}$$

3й перехід

Точити поверхні 27,36,30,32,31:

1. Різець прохідний упорний з пластинами із твердого сплаву ВК8.

$$h=28;b=16;L=120;l=15; R=1.0$$

2. Визначаємо глибину різання :

$$t = 0,5 \text{ мм}$$

3. Визначаємо подачу $S_0 = \text{мм/об}$:

$$S_0 = 0,2/0,4 \text{ мм/об}$$

4. Коректуємо значення подачі за паспортом верстату:

$$S_{0\text{вн}} = 0,2 \text{ мм/об.}$$

5. Визначаємо швидкість різання за формулою (1.19):

$$V = \frac{215}{60^{0,20} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} 0,24 = 52,62 \text{ м / хв}$$

6. Визначення частоти обертів шпинделя за формулою (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{різ}}}{\pi \cdot D_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 52,62}{3,14 \cdot 365,72} = 45,82 \text{ хв}^{-1}$$

7. Коректування частоти обертання шпинделя за паспортним даними верстату:

$$n_{\text{вн}} = 45 \text{ хв}^{-1}.$$

8. Визначення дійсної швидкості різання за формулою (1.22):

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{em}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 365,72 \cdot 45}{1000} = 48,04 \text{ м / хв}$$

9. Розрахуємо силу різання за формулою (1.23):

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 51,68^0 \cdot 1,5 = 200,1 \text{ Н}$$

10. Визначення потужності за формулою (1.25):

$$N = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{1020 \cdot 60} = \frac{200,1 \cdot 51,68}{1020 \cdot 60} = 0,16 \text{ кВт}$$

11. Вибрану потужність перевіряємо по потужності верстату:

$$N_{різ} \leq N_{ун}$$

де $N_{ун}$ - потужність на шпинделі верстату

$$N_{ун} = 70 \text{ кВт}$$

$$0,16 \text{ кВт} < 70 \text{ кВт}$$

12. Визначаємо машинний час за формулою (1.26):

$$T_o = \frac{25,72}{45 \cdot 0,2} = 0,86 \text{ хв}$$

4й перехід

Точити поверхні 1,40,26:

1.Різець прохідний упорний з пластинами із твердого сплаву ВК8.

$h=28; b=16; L=120; l=15; R=1.0$

2.Визначаємо глибину різання за формулою (1.26):

$$t = \frac{347 - 342,144}{2} = 2,428 \text{ мм}$$

3. Визначаємо подачу $S_0 = \text{мм/об}$:

$$S_0 = 0,2/0,4 \text{ мм/об}$$

4. Коректуємо значення подачі за паспортом верстату:

$$S_{0\text{вт}} = 0,2 \text{ мм/об.}$$

5. Визначаємо швидкість різання за формулою (1.19):

$$V = \frac{215}{60^{0,20} \cdot 2,428^{0,15} \cdot 0,2^{0,45}} 0,24 = 41,54 \text{ м / хв}$$

6. Визначення частоти обертів шпинделя (1.21):

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{різ}}}{\pi \cdot D_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 41,54}{3,14 \cdot 347} = 38,12 \text{ хв}^{-1}$$

7. Коректування частоти обертання шпинделя за паспортним даними верстату:

$$n_{\text{см}} = 35 \text{ хв}^{-1}.$$

8. Визначення дійсної швидкості різання за формулою (1.22):

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{см}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 347 \cdot 35}{1000} = 38,14 \text{ м / хв}$$

9. Розрахуємо силу різання за формулою (1.23):

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
015	Токарна	Точити пов. 4	Токарно револьверний R-100	8,7	250	0,35	100	1,43
		Точити пов. 5		2	800	0,35	80	0,12
T _о								1,55
020	Токарна	Точити пов. 3	Токарний АТПр-800Н 22-ІМ	0,7	250	0,35	100	0,9
		Точити пов. 5		0,8	1600	0,35	80	0,1
		Точити пов. 7		1,1	400	0,35	100	0,25
		Точити пов. 6		1,1	600	0,35	100	0,12
T _о								1,47
025	Токарна	Точити пов. 11	Токарний АТПр-800Н 22-ІМ	0,5	250	0,35	100	1,17
		Точити пов. 8		1,1	600	0,35	80	0,96
		Точити пов. 10		1,3	1600	0,35	80	0,97
		Точити пов. 9		3,7	600	0,35	80	0,76
T _о								3,92

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
060	Токарна	Точити пов. 15	Токарний DF-3	0,3	250	0,35	100	1,38
		Точити пов. 14		0,4	1600	0,35	80	0,1
		Точити пов. 13		0,4	400	0,35	100	0,55
		Точити пов. 18		5	1600	0,35	80	0,1
		Точити пов. 20		0,2	1000	0,35	100	0,1
		T _o						
065	Токарна	Точити пов. 23	Токарний DF-3	0,4	1600	0,3	52,24	2,4
		Точити пов. 26		0,4	1250	0,3	140,5	1.74
T _o								4.141
070	Токарна	Точити пов. 23	Токарний DF-3	0,2	250	0,35	100	1,38
		Точити пов. 26		0,25	1600	0,35	80	1,1
		Точити пов. 23		0,6	400	0,35	100	1,55
		Точити пов. 26		0,26	1600	0,35	80	1,95
T _o								5,98

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
075	Розточна	Точити пов. 42	Розточний 2620А	0,75	1600	0,35	80	0,82
То								0,82
085	Розточна	Точити пов. 45	Розточний 2620А	0,25	800	0,35	80	0,91
То								0,91
095	Розточна	Точити. пов 46	Розточний 2620А	0,74	1000	0,32	80	0,35
То								0,35

1.7 Розрахунок технічної норми часу

Нормування операції 020 (токарної).

1. Норма часу на технологічну операцію з ЧПУ розраховується за формулою (1.28):

$$T_{\text{ит}} = (T_a + T_{\text{дон}}) \left(1 + \frac{a_{\text{обсл}} + a_{\text{відп}}}{100} \right), \quad (1.28)$$

де $a_{\text{обсл}} = 8\%$ - час на обслуговування робочого місця [4,с.223,табл.45];

$a_{\text{відп}} = 4\%$ - час відпочинку й особистих потреб [4,с.235, табл.46];

T_a – час автоматичної роботи верстату за програмою і розраховується за формулою (1.29):

$$T_a = T_{o.a} + T_{доп.a} \quad (1.29)$$

де $T_{o.a}$ – час основної автоматичної роботи і розраховується за формулою (1.30):

$$T_{o.a} = t_{o.a1} + t_{o.a2} + \dots + t_{o.an} \quad (1.30)$$

$T_{доп.a}$ – час допоміжної автоматичної роботи за програмою, складається з часу на виконання холостих ходів та часу технологічних пауз для зупинки обертання шпинделя, подачі, заміну інструменту та інше (1.31):

$$T_{доп.a} \approx 0,3T_{oa} \quad (1.31)$$

$$T_{доп.a} \approx 0,3 \times 2,8 = 0,84 \text{ хв}$$

$T_{доп}$ – час на виконання ручної допоміжної роботи, яка не перекривається часом автоматичної роботи верстату.

Допоміжний час знаходимо за формулою (1.32):

$$T_{доп} = T_{вст} + T_{вик} + T_{вим}, \quad (1.32)$$

Де $T_{вст} = 0,34 \text{ хв}$ – час на установку, закріплення деталі; установка і закріплення заготовки виконується в мембранному патроні з автоматичним затиском від пневмоприводу [4, с.235, табл.48];

$T_{вик} = 0,32$ – допоміжний час, пов'язаний з виконанням операції [4, с.222, табл.25];

$T_{вим}$ – час, пов'язаний з вимірами (на верстаті виконується 30% контроль) [4, с.227, табл.35];

$$T_{\text{доп}}=0,10+0,14+0,18=0,42 \text{ хв}$$

Штучний час на операцію визначається за формулою (1.28):

$$T_{\text{шт}} = (T_a + T_{\text{доп}}) \left(1 + \frac{a_{\text{обсл}} + a_{\text{відн}}}{100} \right) = (1,47 + 0,42) \left(1 + \frac{12}{100} \right) = 2,12 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заклучний час: $T_{\text{пз}} = 20 \text{ хв}$

Всі останні розрахунки по нормуванню зводимо до таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Норма часу по операціям

№ оп.	Найменування операції	Модель верстату	Норма часу			
			$T_{\text{осн}}$	$T_{\text{доп}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{пз}}$
010	Токарна	R-100	1,55	0,57	2,33	23
015	Токарна	R-100	1,55	0,66	2,43	23
020	Токарна з ЧПК	АТПр- 800 Н22-ІМ	1,47	0,42	2,12	20
025	Токарна з ЧПК	АТПр- 800 Н22-ІМ	3,92	0,75	5,23	20
060	Токарна з ЧПК	DF-3	2,236	0,96	3,58	25
065	Токарна з ЧПК	DF-3	4,141	0,62	5,33	25
070	Токарна з ЧПК	DF-3	5,98	0,65	7,42	25
075	Розточна	2620А	0,82	0,26	1,18	18
085	Розточна	2620А	0,91	0,26	1,28	18
095	Розточна	2620А	0,35	0,27	0,68	20

1.8 Розробка РТК УП

1.8.1 Розробка токарної операції

Операція 20 виконується на токарному верстаті з ЧПК АТПр-800 Н22-1М. Заготівка затискається в спеціальному пристрої. Ескіз обробки показаний на рис. 1.8.

1й перехід: інструмент – різець прохідний упорний з пластиною із твердого сплаву ВК8;

2й перехід: інструмент – різець прохідний розточний з пластиною із твердого сплаву ВК8.

Далі на рис. 1.9-1.13 показано послідовність розрахунків, що були розроблені у програмі Siemens NX:

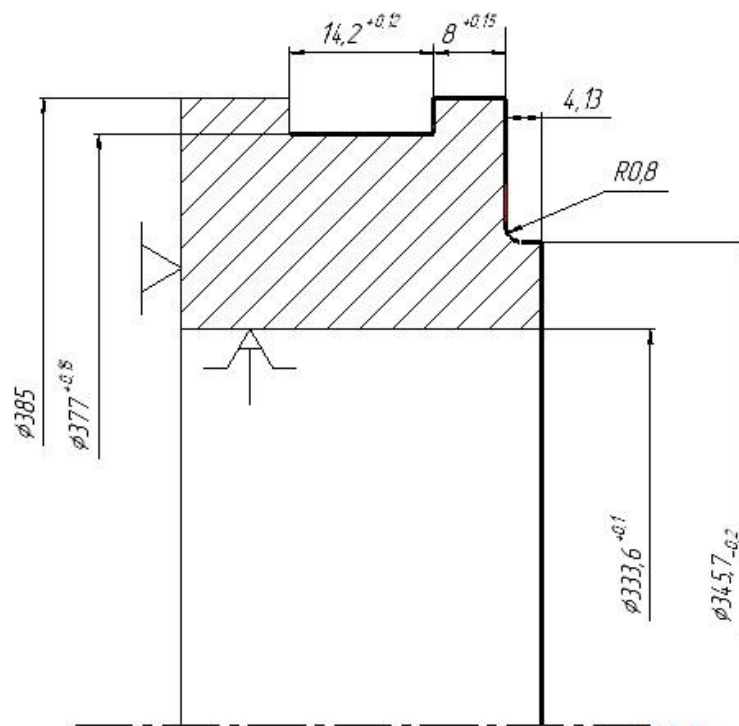


Рисунок 1.8 – Ескіз операції 020 Токарна з ЧПК

Операції розробляються у програмі Siemens NX.



Рисунок 1.9 – Тривимірний ескіз операції 020 Токарна з ЧПУ.

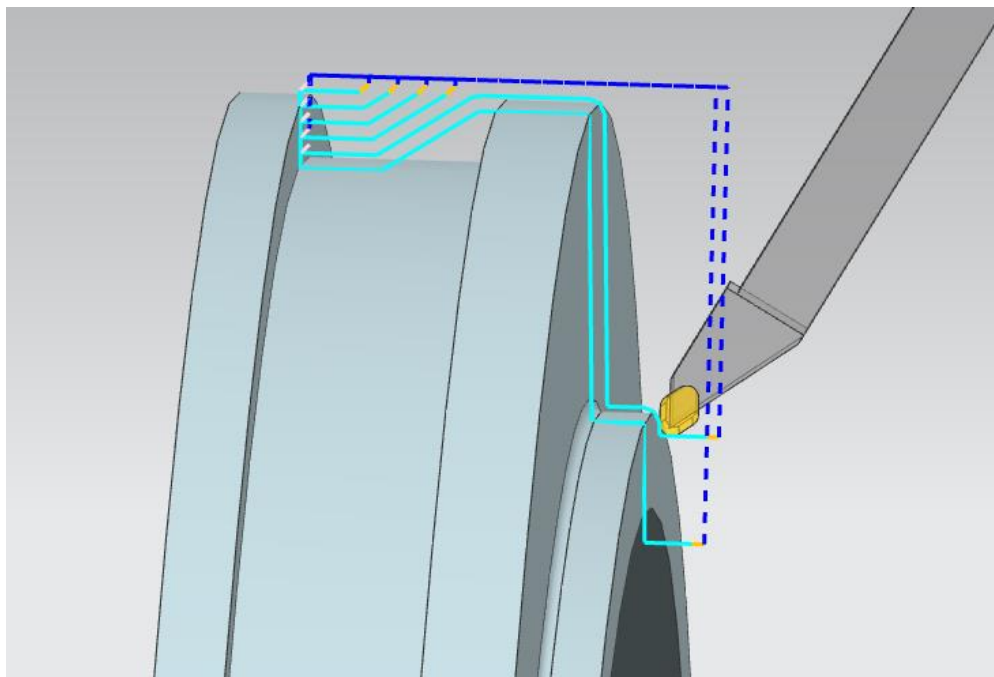


Рисунок 1.10 – траєкторія обробки та орієнтація інструменту відносно поверхні обробки на першому переході

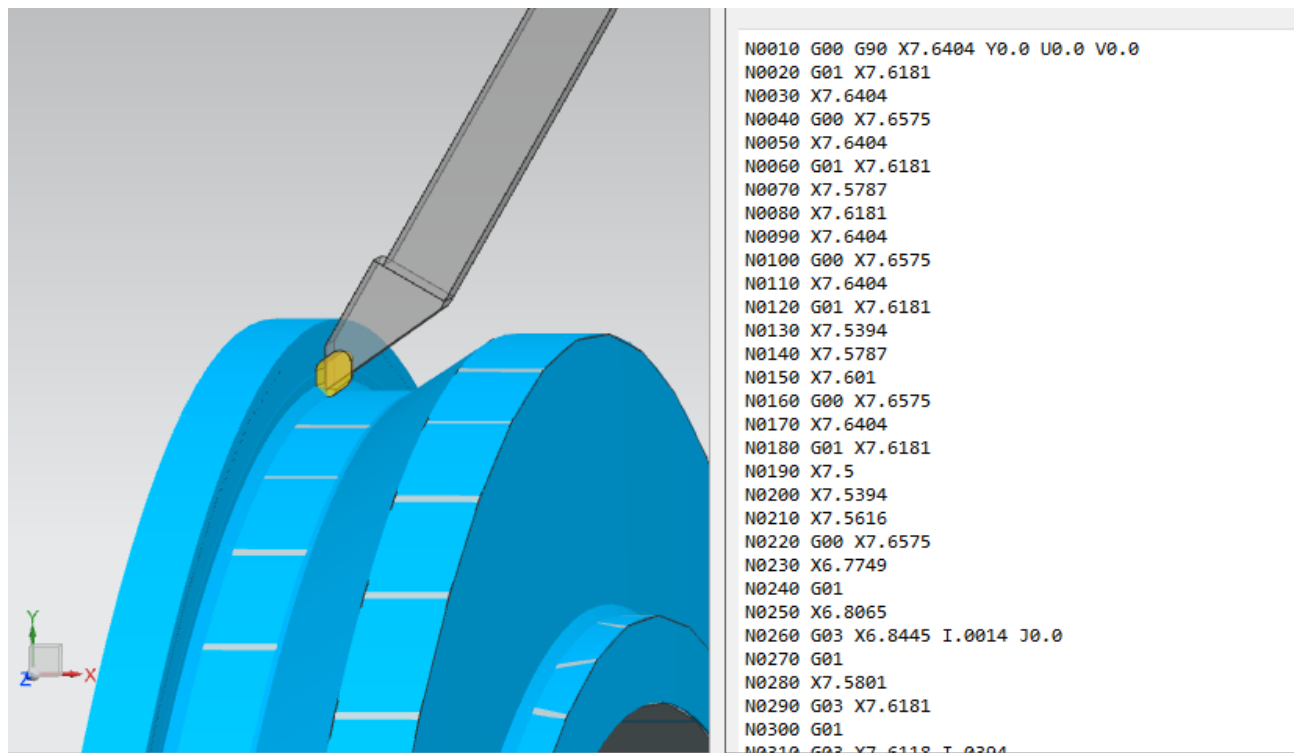


Рисунок 1.11 – Програма обробки на першому переході.

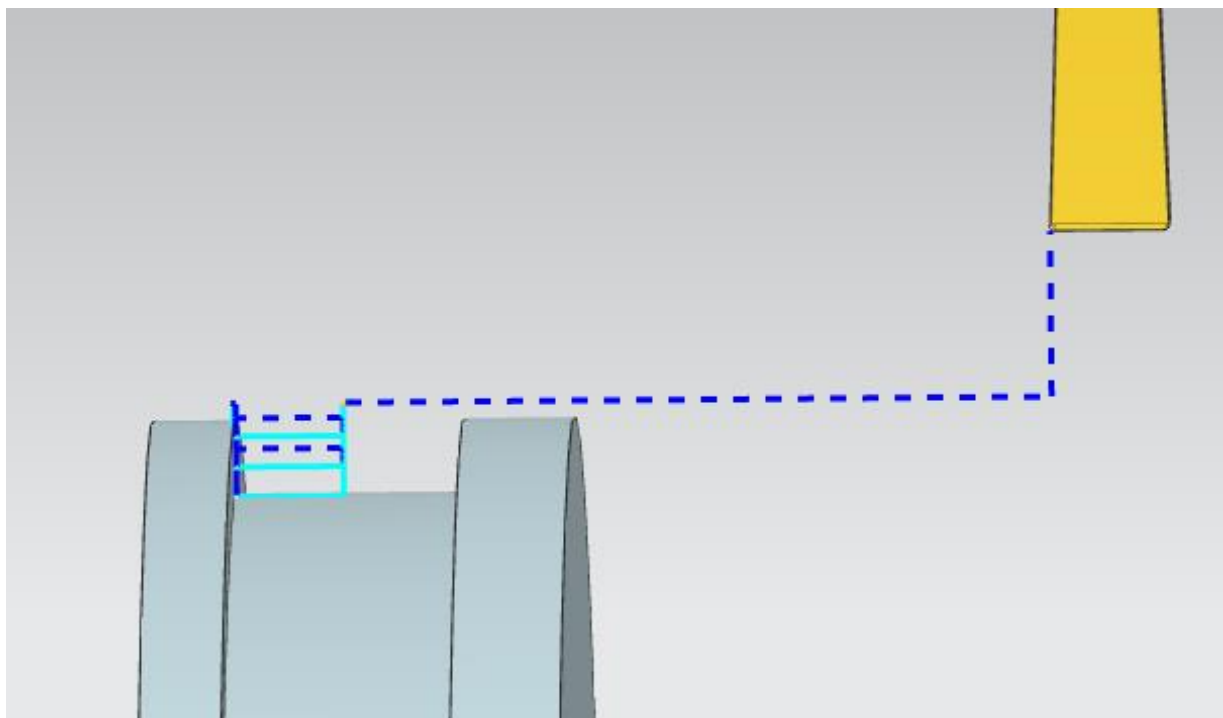


Рисунок 1.12 – Траєкторія обробки та орієнтація інструменту відносно поверхні обробки на другому переході

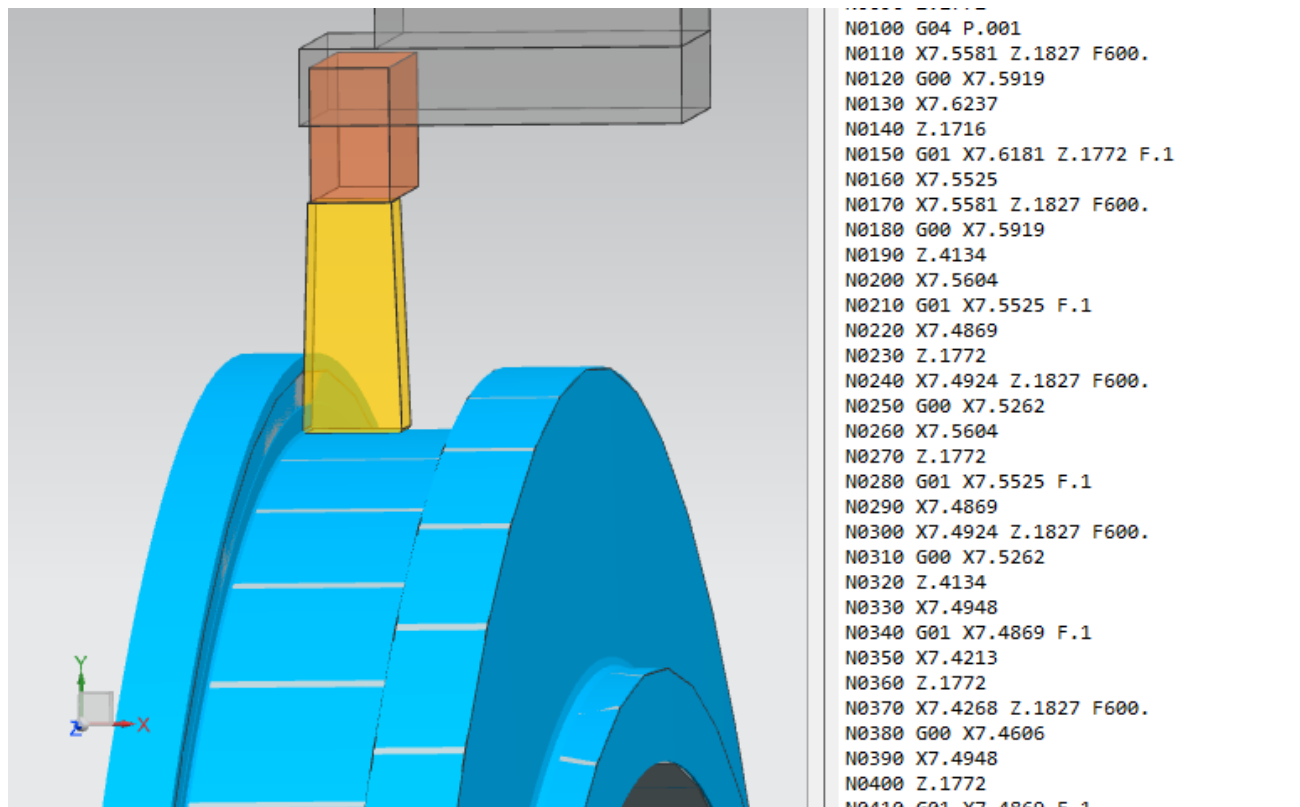


Рисунок 1.13 – Программа обработки на другом переходе

1.8.2 Розробка свердлильної операції

Операція 75 (свердлильна з ЧПК) виконується на верстаті 2620А. Ескіз обробки показаний на рис. 1.14.

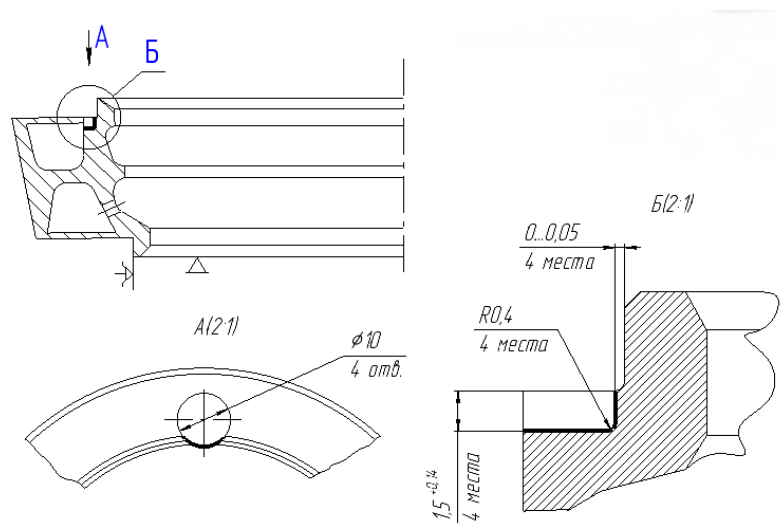


Рисунок 1.14 – Ескіз операції 75 свердлильна

На рисунках 1.15-1.17 показана послідовність розрахунків, які були виконані в програмі Siemens NX

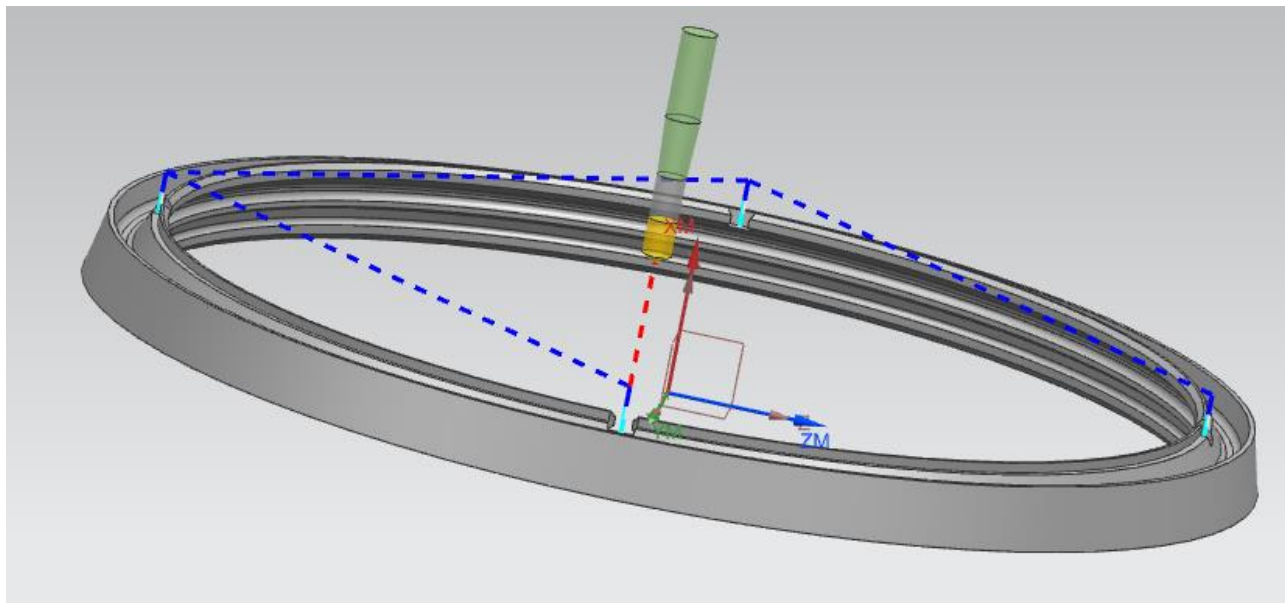


Рисунок 1.15 –Орієнтація інструменту відносно оброблюваної поверхні

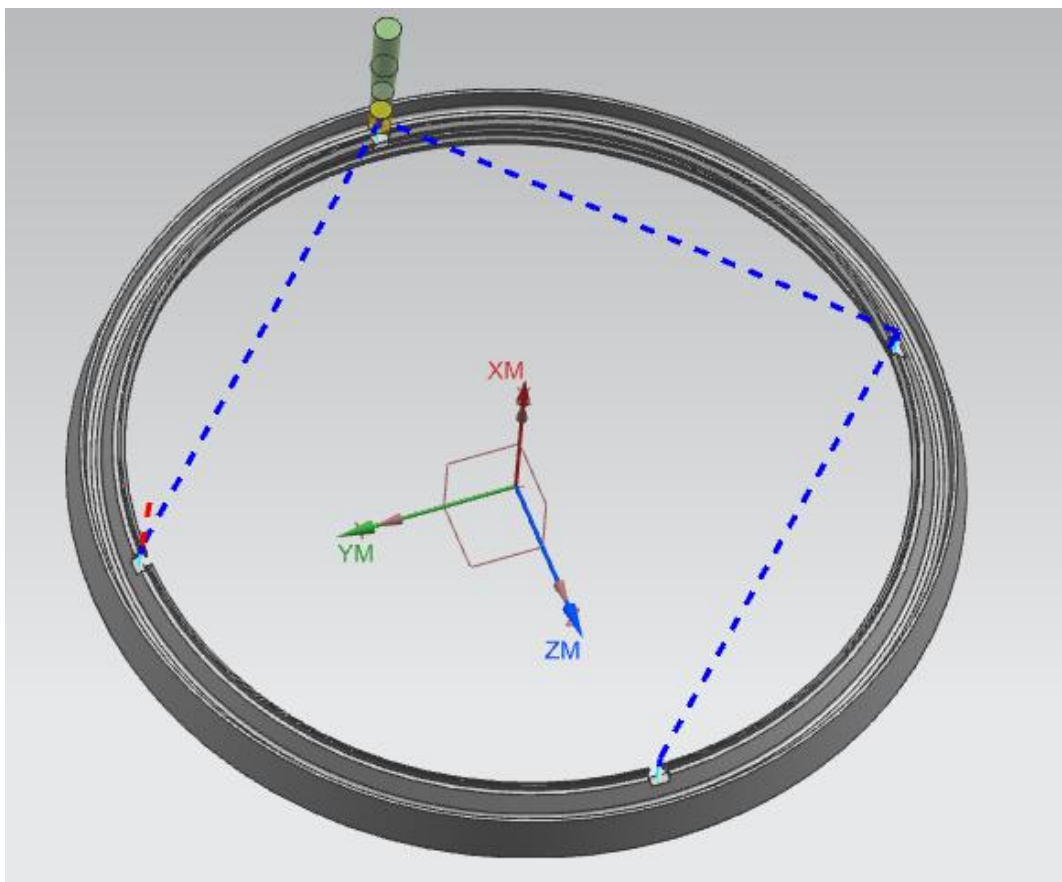


Рисунок 1.16 – Траєкторія обробки за програмою.

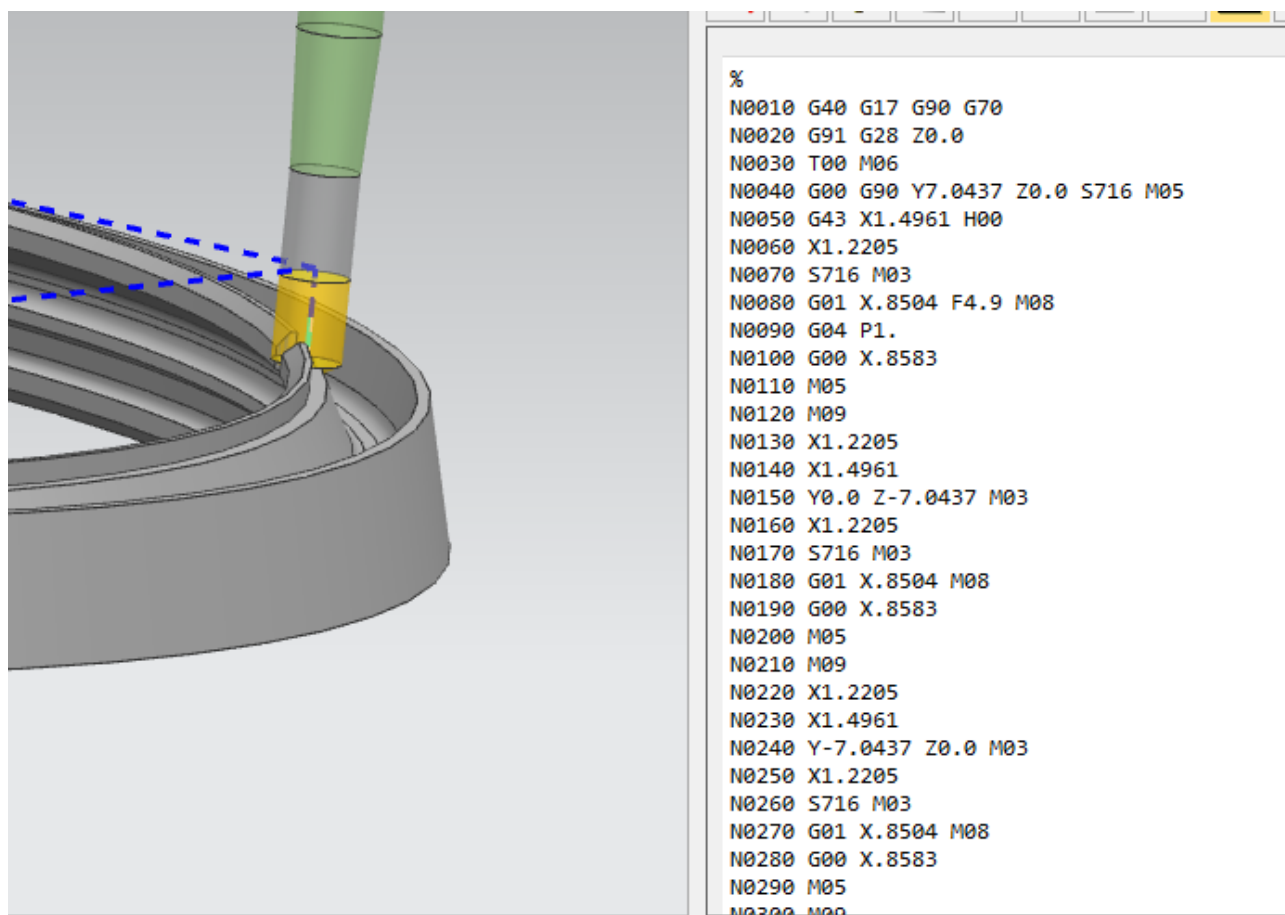


Рисунок 1.17 - Программа обработки

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування

В магістерській роботі для встановлення деталі на токарному верстаті з ЧПК мод. DF-3 використовується мембранний пристрій (рис.2.1).

Дане пристосування являє собою мембранний патрон з пневмоприводом. Воно призначене для закріплення деталі на токарній операції. У авіадвигунобудуванні мембранні патрони використовуються дуже широко. Це пояснюється невисокою складністю, швидкістю дії при використанні механізованих приводів. Приводом мембранного патрона є пневмоциліндр. Основним призначенням силового приводу в пристосуванні є створення вихідної сили, необхідної для розкріплення заготовки.

Пневмоприводи отримали велике поширення. Цьому сприяє те, що у всіх виробничих цехах, авіадвигунобудівних і агрегатних заводах маютья підвідні магістралі стиснутого повітря, який є вихідною енергією і використовується в пневматичних приводах (тиск стисненого повітря 0,4 ... 0,6 МПа).

Пневмопривод включає в себе наступні частини: силовий агрегат - пневмодвигун, що перетворює енергію стисненого повітря в силу на штоку, пневматика - контролюючі прилади, розподільні пристрої й ін, повітропроводи. Як правило, в одну конструкцію з пристосуванням скомпонований пневмодвигун. Решту пристроїв розміщують поза пристосуванням і за допомогою повітропроводів їх з'єднують з пристосуванням.

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування

У цьому пристрої кількість різків залежить від розмірів мембрани, їх може бути від 6 до 12. У шпинделі розташований пневмоциліндр, який за допомогою переміщення штоку вліво вигинає мембрану й стискає її різки, при переміщенні штоку вправо звільняє заготовку. Рух штока вліво дає змогу за допомогою різків мембрани центрувати та затискати заготовку.

У магістерській роботі застосовуємо мембрану для закріплення по внутрішніх поверхнях. Пристрій центрується на верстаті за допомогою Ø116 і

кріпиться за допомогою 6-ти болтів М16. Для вивірки радіального биття на планшайбі є бігова доріжка.

Закріплення: Деталь встановлюється на ріжки мембрани, повітря стравлюється в атмосферу з правої порожнини пневмоциліндра, знімається зусилля з мембрани і ріжки повертаються в вихідне положення. Відбувається закріплення деталі.

Розкріплення: Повітря попадає вліво порожнину пневмоциліндра, поршень зі штоком переміщується вправо, тяга поз.6 по різьбі з'єднана зі штоком теж переміщується вправо давить на мембрану, мембрана вигинається, ріжки сходяться до центру. Відбувається розкріплення деталі.

Недоліки мембранного пристрою:

- недовговічність;
- невеликий хід рижків.
- важкість виготовлення мембрани.

Переваги мембранного пристрою:

- швидкодіюча;
- забезпечує точність обробки-завдяки беззоровому закріпленні деталі, похибка базування =0 ;
- не дорого коштує, порівняно з іншими.

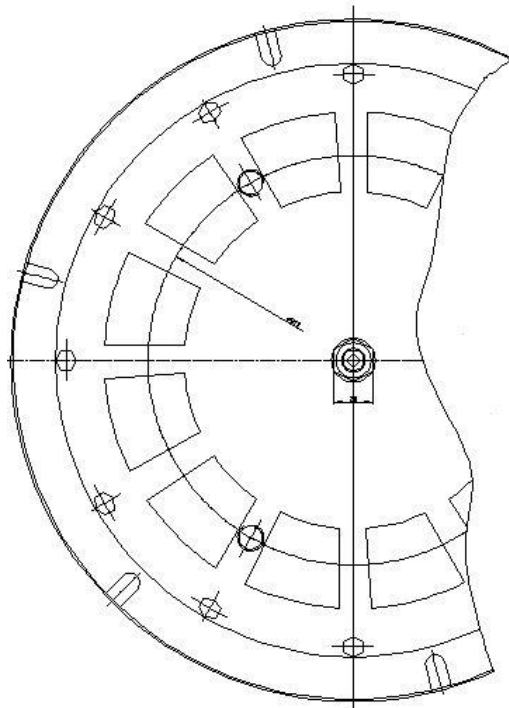
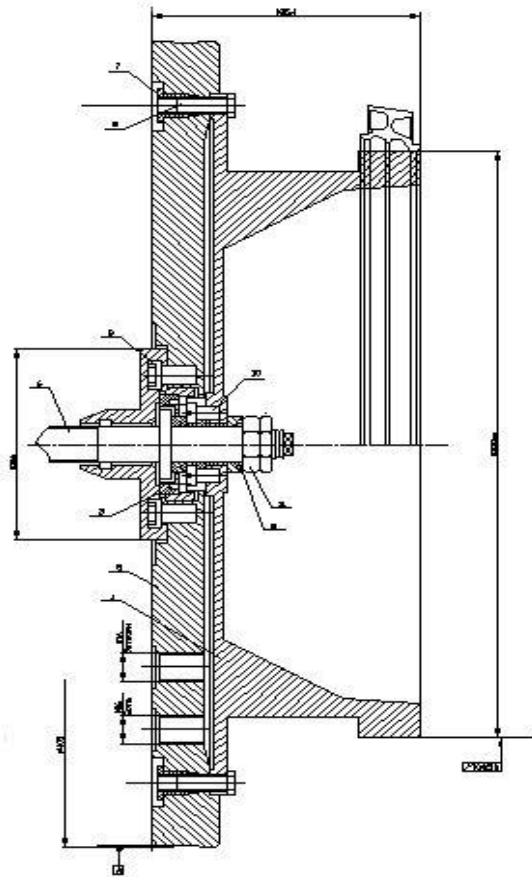


Рисунок 2.1 - Мембранный пристрій

2.1.2 Розрахунок пристосування на точність

Похибка установки - різниця граничних відхилень виміральної бази щодо встановленого на розмір ріжучого інструменту. Вона визначається за формулою (2.1):

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_{баз}^2 + \varepsilon_{закр}^2} \quad (2.1)$$

де $\varepsilon_{баз}$ – похибка базування;

$\varepsilon_{закр}$ – похибка закріплення.

Похибка базування - частина похибки установки, викликана розбіжністю виміральної і настроювальної баз.

Похибка закріплення виникає в тому випадку, коли напрям сили затиску або її складової збігається з розміром обробки.

У моєму випадку похибка базування може виникнути при самоцентрування мембрани пристосування. Ріжкові мембрани забезпечують точне центрування при базуванні по зовнішніх поверхнях, так як затиск здійснюється за рахунок пружної деформації. Точність центрування деталей з базовими поверхнями, виконаними по восьмому квалітету знаходиться в межах 0,04 ... 0,06мм. [8, стор. 279] Отже, похибка базування складе 50 мкм.

Похибка закріплення визначається табличним методом, який враховує чистоту обробки базової поверхні, геометричні розміри заготовки, вид настановних елементів, а також тип затискних пристроїв. [8, стор. 134-136]

$\varepsilon_{зак} = 40$ мкм. Тоді похибка установки складає (2.1):

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{50^2 + 40^2} = 64 \text{ мкм}$$

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску

Радіальна сила на кожному з кулачків розраховується за формулою (2.2):

$$Q = \frac{2kM_p}{nfd}, \text{ Н} \quad (2.2)$$

де $f=0,15$ - коефіцієнт тертя між заготівкою та кулачками;

$k=1,5$ -коефіцієнт запасу.

Розрахуємо радіальну силу на кожний кулачок за формулою (2.3):

$$Q = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 15000}{8 \cdot 0,15 \cdot 62,5} = 600 \text{ Н} \quad (2.3)$$

Момент сил, що вигинають мембрану за формулою (2.4):

$$M = \frac{Qnl}{\pi g} = \frac{600 \cdot 8 \cdot 30}{3,14 \cdot 62,5} = 733,75 \text{ Н*м} \quad (2.4)$$

Найменше значення кута стискання кулачків за формулою (2.5):

$$\varphi = \frac{6kmd(1 - M^2)}{Eh^3(1 + M)} = \frac{6 \cdot 0,49 \cdot 62,5(1 - 0,3^2)}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 4^3 \cdot (1 + 0,3)} = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ рад} \quad (2.5)$$

де $E=2,1 \cdot 10^5$ МПа – модуль пружності матеріалу мембрани.

Кут стискання кулачків з урахування діаметра заготівки та найбільшого проміжку між заготівкою та кулачками за формулою (2.6):

$$\varphi' \approx \varphi + \frac{Td}{2l} + \frac{S_{\max}}{2l} = 1,3 \cdot 10^{-7} + \frac{0,02}{2 \cdot 30} + \frac{0,025}{2 \cdot 30} = 5,55 \cdot 10^{-4} \text{ рад} \quad (2.6)$$

Знаходимо силу на штоці за формулою (2.7):

$$N = \frac{\pi E h^3 \varphi'}{6,9(1 - M^3) 1q \frac{d_1}{d}} = \frac{3,14 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 4^3 \cdot 5,55 \cdot 10^{-4}}{6,9 \cdot (1 - 0,3^2) 1q \cdot \frac{125}{62,5}} = 3,295 H \quad (2.7)$$

2.2 Проектування контрольного пристосування

Контрольні пристрої призначені для перевірки точності заготовок, проміжного і остаточного контролю виготовлених деталей, перевірки складальних операцій, складальних одиниць і машин.

У авіадвигунах деталі проходять стовідсотковий контроль, тому застосування контрольних пристосувань, що дозволяють одночасно перевіряти декілька параметрів без перевстановлення деталі, значно скорочує час контрольних операцій та номенклатуру необхідних пристосувань

На Рис. 2.2 показаний прилад для контролю биття.

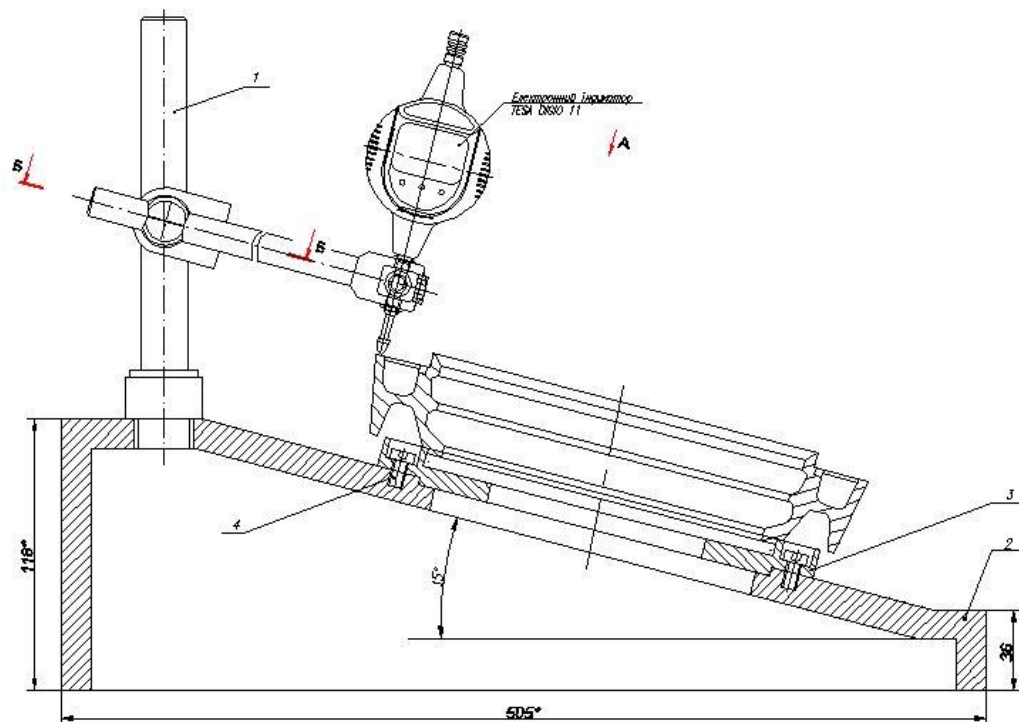


Рисунок 2.2 – прилад для контролю виробів на биття

Опис конструкції і роботи пристрою:

Розроблене пристосування для контролю торцьового биття. Пристрій складається з плити, стійки, призми, штатива, індикатора. Деталь

встановлюється базовим діаметром А (щодо якого проводиться контроль, тим самим забезпечуючи принцип сталості баз) в призму з упором в торець деталі. Для виключення переміщення деталі в осьовому напрямку використовуємо циліндричний упор.

Призма встановлюється в стійку для забезпечення висотних характеристик штатива. Магнітний штатив встановлюється на плиті, що дозволяє регулювати установку вимірювальних засобів в залежності від габаритів контрольованих деталей, тому дане пристосування можна вважати універсальним.

Накінецьник електронного індикатора підводиться до контрольованої деталі, деталь в ручну повертають і виробляють контроль по всій поверхні. Щоб зменшити вплив систематичної складової похибки, рекомендується провести кілька порівняльних вимірювань. При цьому по звітному пристрою зчитується тільки фактичне відхилення від відповідного номінального.

Конструктивно пристосування складається з наступних основних елементів:

- Нерухомий корпус - для установки втулки і рухомого штатива з вимірювальним електронним індикаторним годинником TESA DIGIO 11 (рис. 2.3);

- Втулка - для базування деталі;

- Штатив з рухомим кронштейном - для установки індикатора;

Застосована конструкція дозволяє, переміщаючи стійку і змінюючи просторове положення індикатора, перевірити торцеве, радіальне биття і не паралельність шуканих поверхонь щодо поверхні Б.



Рисунок 2.3 - Ескіз індикатора TESA DIGIO 11

Характеристики індикатора TESA DIGIO 11:

- Рідкокристалічний дисплей з висотою символів 10 мм;
- Установка початку звіту цифрової шкали, обнуління і фіксація значень в будь-якому місці;
- Цифрова шкала і клавіатура повертаються на 270 °;
- Можливість утримання вимірюваного значення;
- 2 опорні точки;
- Максимальна швидкість переміщення 2 м / с;
- Інтерфейс RS-232;
- Термін служби батареї 2 роки;
- Цифровий вихід;
- Можливість введення граничних значень для класифікації за кольором світлодіода:
 - а) зелений - придатний;

б) червоний - брак;

в) жовтий - доопрацювати.

З АВТОМАТИЗАЦІЯ. ВІДВЕДЕННЯ СТРУЖКИ

В умовах автоматизованого виробництва стружка віддаляється різними пристроями, які в сукупності складають окрему транспортну систему. Залежно від розміщення обладнання та організації праці застосовуються дві автоматизовані системи збирання стружки:

- автономні конвеєри виносять стружку з верстатів в загальний магістральний конвеєр, який встановлюється поза виробничого обладнання;
- стружка транспортується магістральним конвеєром, вбудованим безпосередньо в виробничу систему.

Вибір того чи іншого принципу відведення стружки залежить від конкретних умов роботи автоматизованого обладнання (форми і розмірів стружки, застосування або відсутності МОР, необхідність повернення супутників і т.д.).

Транспортні конвеєри для прибирання стружки бувають механічними, пневматичними, гідравлічними і магнітними.

До механічних конвеєрів відносяться стрічкові зі сталеною або прогумованої стрічкою, скребкові, йоржеві, вібраційні, шнекові.

Стрічкові конвеєри (рис. 3.1, а) мають високу продуктивність, можуть транспортувати стружку на великі відстані, прості за конструкцією, безшумні і економічні в роботі. До недоліків цього типу конвеєрів можна віднести швидкий знос стрічки 1 і те, що частина стружки несеться холостий гілкою стрічки під раму 2.

Скребкові конвеєри застосовують для транспортування дрібної роздробленої стружки. Вони бувають двох видів: нескінченна стрічка 1, на якій розташовані скребки (рис. 3.1, б), і штанга 2 зі скребками, що здійснюють зворотно-поступальний переміщення (рис. 3.1, в). Скребкові конвеєри дають можливість транспортувати стружку під значним кутом нахилу і ефективно працюють при перенесенні стружки на невеликі відстані.

Йоржеві конвеєри (рис. 3.1, г) представляють собою металеві жолоби 3 з привареними шипами. Всередині жолоба штанга 2 з йоржами 1 здійснює зворотно-поступальний рух.

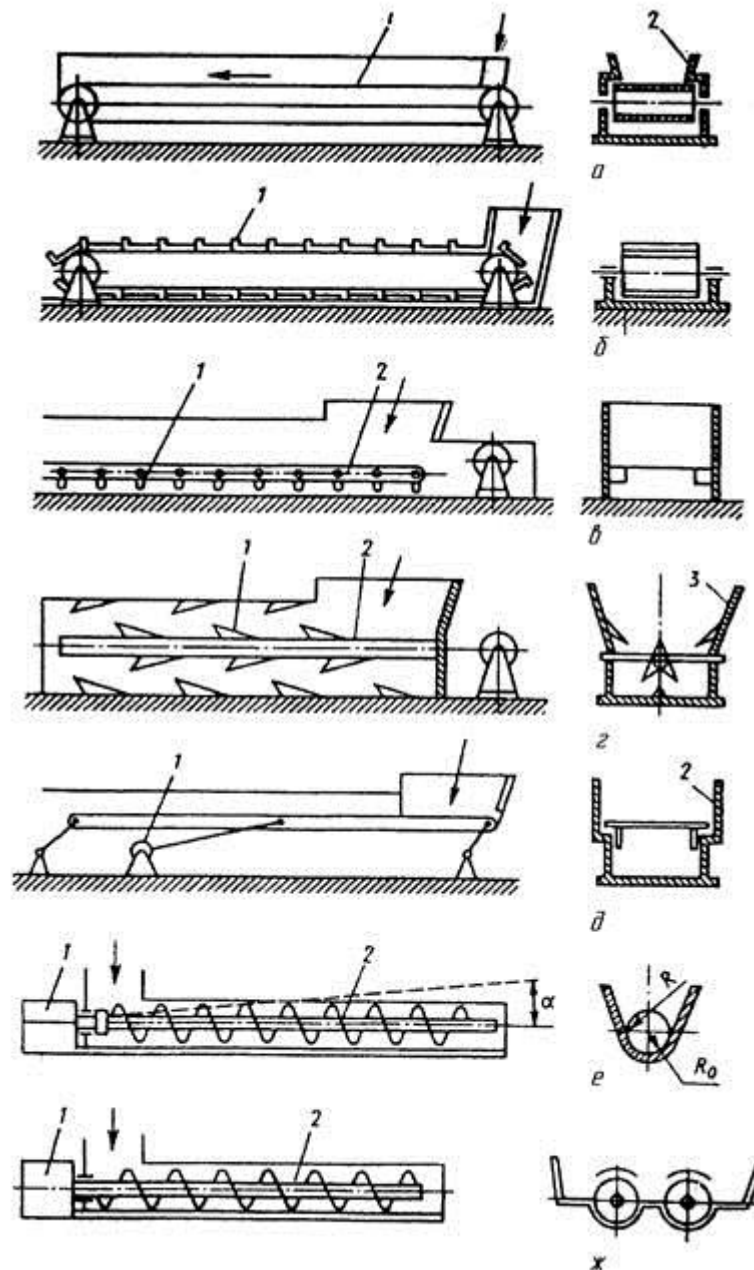


Рисунок - 3.1 Механічні транспортери для відводу стружки

При русі справа наліво (робочий хід) штанга йоржами захоплює стружку і проштовхує її вперед. При русі зліва направо (холостий хід) штанга прослизав по стружці, яка утримується шипами жолоби. Найбільш ефективний цей тип конвеєра при транспортуванні кручений або зливний стружки.

Використовуються для збирання стружки також вібраційні транспортери (рис. 3.1, д), які складаються з ринви на пружних упорах 2, що здійснює

вібраційне рух, і механічного або електромагнітного віброприводу 1. Вони однаково ефективно використовуються для транспортування як дрібної, так і кручений стружки.

Шнекові конвеєри (рис. 3.1, е, ж) складаються з металевого жолоба, в якому розташовується гвинт 2, який одержує обертання від приводу 1. При обертанні гвинт проштовхує стружку по жолобу. Ці конвеєри виконуються з одним гвинтом - одношнекові (е) або двома - двухшнекові (ж). Шнекові конвеєри надійно і ефективно працюють з будь-яким видом стружки.

При обробці деталі на токарному верстаті з ЧПУ моделі АТПр-800Н Н22-ІМ ми використовуємо стрічковий конвеєр з наступних міркувань:

- Компактна конструкція і максимальна продуктивність.
- Ідеальний вибір для використання разом з верстатами з ЧПУ і іншим промисловим обладнанням.
- Доступні виконання зі скребками різної ширини;
- Часті виступи щільно розподілені по всій поверхні стрічки. Така конструкція захищає поверхню від налипання стружки, полегшуючи чистку.
- Обмежувач крутного моменту знижує ризик пошкодження, викликаного неправильним використанням.

Транспортер включає в себе приймальну секцію, відводячу секцію, стрічку транспортера і редуктор. Корпус - зварна конструкція з листового металу товщиною 3 мм. У корпусі вмонтовані рейки, по яких рухаються ролики шарнірного ланцюга транспортера. На ведучому валу встановлено дві зірки, які приводять в рух стрічку транспортера від редуктора. Ведучий вал встановлений на двох самовстановлюваних підшипниках, вмонтованих в кронштейнах. За допомогою натяжних болтів здійснюється натяг стрічки транспортера, яка складається з пластинчастого втулочно-роликового ланцюга. Ланцюг пов'язаний з осями, на які нанизані траки.



Рисунок 3.3 – Стрічковий транспортер

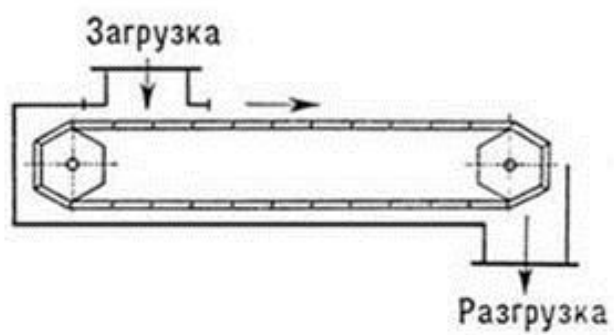


Рисунок 3.4 – Схема стрічкового транспортера

4 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ. БАЛАНСУВАННЯ

Однією з особливостей сучасного авіадвигунобудування є зростання зворотів деталей, що обертаються. Вібрації, які при цьому виникають, створюють додаткові навантаження на деталі, збільшують їх знос, знижують термін служби виробу.

В процесі проектування двигунів прагнуть зменшити шкідливі вібрації, вибираючи найбільш правильні рішення відносно конструкції, точності і технології виготовлення, прагнуть добиватися зниження невірноваженості (вагової симетрії і зменшення зсувів центрів мас деталей, що обертаються, відносно осі обертання).

Виготовлення роторів, а також деталей двигуна, що обертаються, завжди виконуються з погрішностями відносно геометричної осі. У загальному випадку центри мас деталей не лежать на цій осі, головна центральна вісь інерції не збігається з віссю ротора, в жорстких опорах ротора обертаються довкола своєї геометричної осі. Виникають динамічні навантаження на опорах. Такий стан називають невірноваженістю.

Для зменшення невірноваженості при виготовленні і ремонті виробляють балансування тіл обертання. Балансування деталей і роторів авіадвигунів виробляється на спеціальному устаткуванні – балансувальних верстатах.

Одиницею виміру невірноваженості при балансуванні є дисбаланс.

Дисбаланс деталі (ротора) характеризується відношенням маси m на відстань від центру тяги даної маси до осі обертання. Даною масою m може бути маса ротора, або будь-яка локально розташована маса (наприклад, паз на деталі, або інший елемент). Дисбаланс вимірюється в грамі-міліметрах ($г \cdot мм$).

Дисбаланс є векторною величиною і визначається числовим значенням і кутом, що визначає положення вектора дисбалансу в системі координат, пов'язаній з ротором. Для спостерігача центробіжна сила і дисбаланс обертаються. Для ротора вони нерухомі і є для нього статичним навантаженням.

Величину допустимого дисбалансу для кожної деталі (якщо це необхідно), що обертається, визначає конструктор виходячи з навантажень на опори і умов роботи деталі.

Для зменшення дисбалансів ротора роблять коректування мас.

Коректування мас виробляють в одній або в декількох паралельних площинах корекції видаленням, додаванням або переміщенням мас ротора.

Стосовно проставки технічними умовами креслення обумовлюється:

- допустимий залишковий дисбаланс, який не повинен перевищувати 10 г•мм;
- бази балансування - бази, які формують вісь обертання деталі при балансуванні;
- корекція мас для забезпечення дисбалансу робиться шляхом знімання металу в обумовлених кресленням місцях.

Порядок балансування проставки:

1. Устаткування, що використовується і технологічне оснащення.

1.1 Для балансування деталі застосовується верстат балансування ВМ-300 (рис. 4.1) з вимірювальною системою «САПФИР-3» (рис. 4.2). Верстат призначений для балансування деталей масами від 1 до 300 кг. Він має дві опори, призначені для установки на них балансованого виробу, і дозволяє визначати дисбаланс в одній або двох площинах контролю. Вимір дисбалансу відбувається за допомогою зняття свідчень з датчиків вібрації, змонтованих на опорах при обертанні деталі.

Вимірювальна система верстата дозволяє визначати дійсну величину і кут дисбалансу балансованого виробу в одній або двох площинах контролю. (Площина контролю – це площина перпендикулярна осі обертання, в якій виробляють вимір дисбалансу).

1.2 Установка деталі на верстат балансування виробляється із застосуванням технологічного оснащення. Оснащення являю собою балансуєчу оправку, встановлену на опори верстата.

Базування деталі відбувається по спеціальному поясочку балансувальної оправки по посадці, з упором в торець. Кріплення виробляється за допомогою притискних гвинтів.

Відповідно до ГОСТ 22061-76 технологічна оправка має бути відбалансована на клас точності вище за балансовану деталь (залишковий дисбаланс оправки має бути в 2,5 разу нижче або точніше).

1.3 Для забезпечення необхідної точності балансування необхідно забезпечити достатню точність базування деталі.

Точність базування можна визначити розрахунковим методом, за вихідні дані приймаючи масу балансованої деталі і точність балансування: - маса балансованої деталі 776 грам – точність балансування 10 г•мм.

Погрішність установки, при якій дисбаланс деталі перевищує допустиме значення, складе:

$$\Delta = \frac{10 \text{ г}\cdot\text{мм}}{776 \text{ г}} = 0,013 \text{ мм} \quad (4.1)$$

Технологічно приймаємо точність установки деталі на балансувальній оправці 0,005 мм (биття спеціального базового діаметру оправки), який можливо забезпечити технологічно, і затискаємо допуск на залишковий дисбаланс з коефіцієнтом:

$$K=0,005/0,013 =0,384$$

$$\text{Погрішність установки} = 0,384 \cdot 10 = 3,84 \text{ г}\cdot\text{мм}$$

Отже, щоб забезпечити залишковий дисбаланс деталі (не більше 10 г•мм) з врахуванням погрішності установки деталі на балансуєчу оправку деталь необхідно балансувати з точністю не більш:

$$\text{Дост} = 10 \text{ г}\cdot\text{мм} - 3,8 \text{ г}\cdot\text{мм} = 6,2 \text{ г}\cdot\text{мм}$$

Технологічний процес балансування проставки:

1. Встановити на верстат балансування ВМ-300 балансувальну оправку;
 2. Встановити звороти обертання балансувальної оправки 1200 об/хв;
 3. Виконати балансування оправки пластиліном до величини залишкового дисбалансу не більше 2 г·мм по кожній площині (сумарний залишковий дисбаланс – не більше 4 г·мм) ;
 4. Встановити проставку на балансувальну оправку, і закріпити;
 5. Встановити звороти обертання балансувальної оправки 1200 об/хв;
 6. Виконати налаштування верстата на балансування деталі;
 7. Визначити дисбаланс деталі. Величину і кут дисбалансу записати в книзі результатів балансування;
- Т.Т. Допустимий залишковий дисбаланс деталі не більше 6,2 г·мм.
8. В разі дисбалансу деталі більше 6,2 г·мм відзначити фломастером на деталі розташування важкого місця і вказати величину дисбалансу;
 9. Зняти деталь з верстата;
 10. Виконати розмітку місця знімання металу залежно від величини початкового дисбалансу. згідно з таблицею 4.1.

Таблиця 4.1 – Величини знімання металу залежно від величини початкового дисбалансу

Кут дуги припуску	Дисбаланс, що погашається, при зніманні припуску з двох сторін обода
0° (врізання діаметром 50мм)	32 г·мм
5°	49 г·мм
10°	65 г·мм
15°	82 г·мм
20°	98 г·мм
25°	114 г·мм

Продовження таблиці 1.4

30°	130 г·мм
35°	146 г·мм

11.Виконати коректування мас зніманням металу в передбачених кресленням місцях;

12. Перевірити дисбаланс деталі згідно п.п. 4,7;

В разі невідповідності дисбалансу заданому повторити п.п.8,10.



Рисунок 4.1 – Балансувальний верстат ВМ-300



Рисунок 4.2 – Вимірювальна система «САПФИР-3»

5 ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРІЇ ДЕТАЛІ

5.1 Розрахунок на міцність. Визначення напружено-деформованого стану деталі

Вихідні дані:

Деталь - проставка;

Модуль пружності - $E = 1,15 \cdot 10^5$ МПа;

Коефіцієнт Пуассона - $\mu = 0,3$;

Границя міцності - $\sigma_B = 900$ МПа;

Статичний аналіз проводимо в ANSYS Workbench.

Розбиваємо модель на сітку кінцевих елементів Solid186 з середнім розміром елемента 3 мм (рис.5.1).

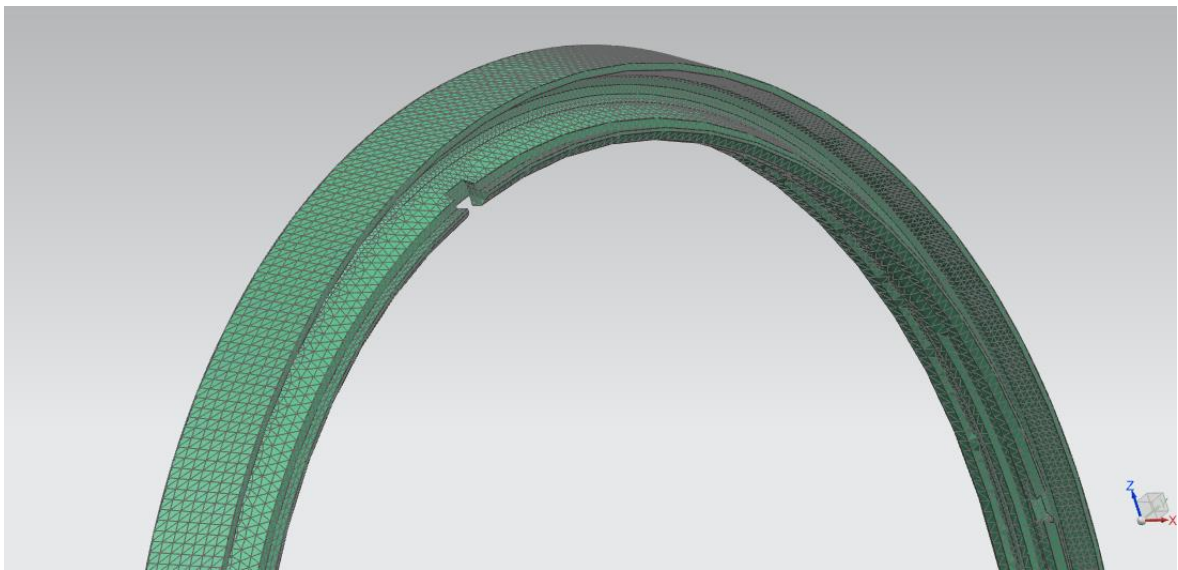


Рисунок 5.1 - Деталь розбита на сітку кінцевих елементів

Закріплюємо по діаметру 334,6 мм, прикладаємо навантаження 3 МПа на зовнішній діаметр (рис. 5.2). Отримуємо картину розподілу напружень на рис. 5.3. Бачимо, що більші напруження в місцях радіусів заокруглення та фасок.

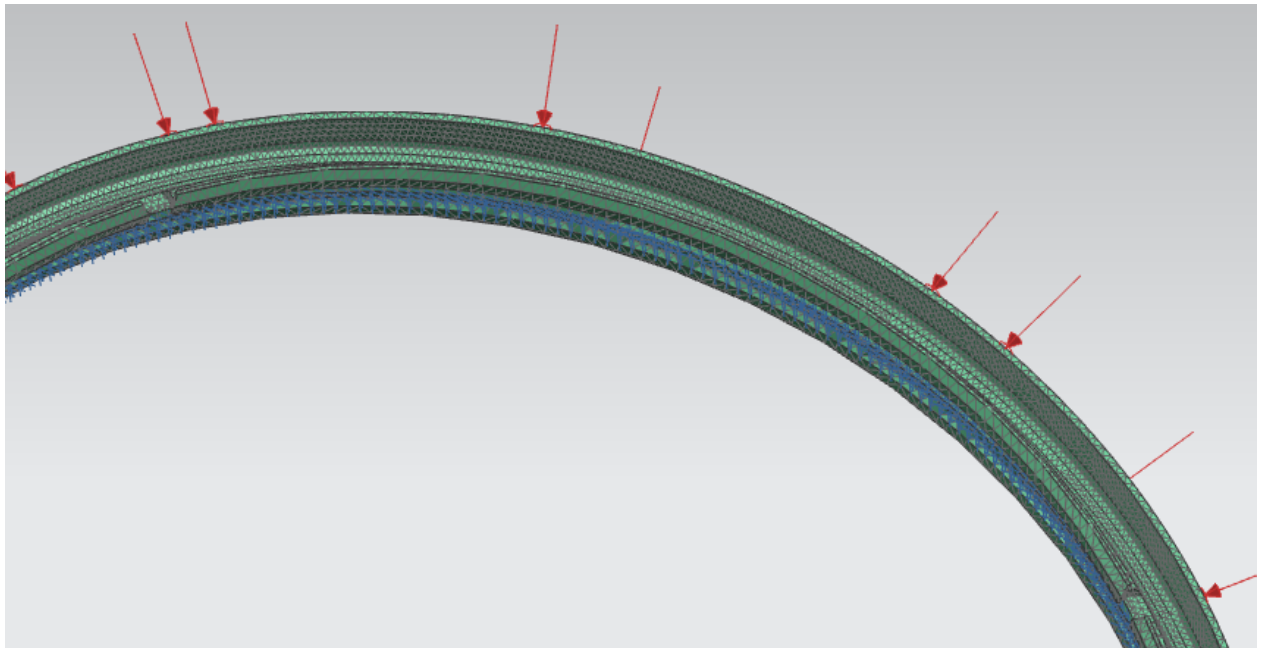


Рисунок 5.2 - Деталь з прикладеним навантаженням

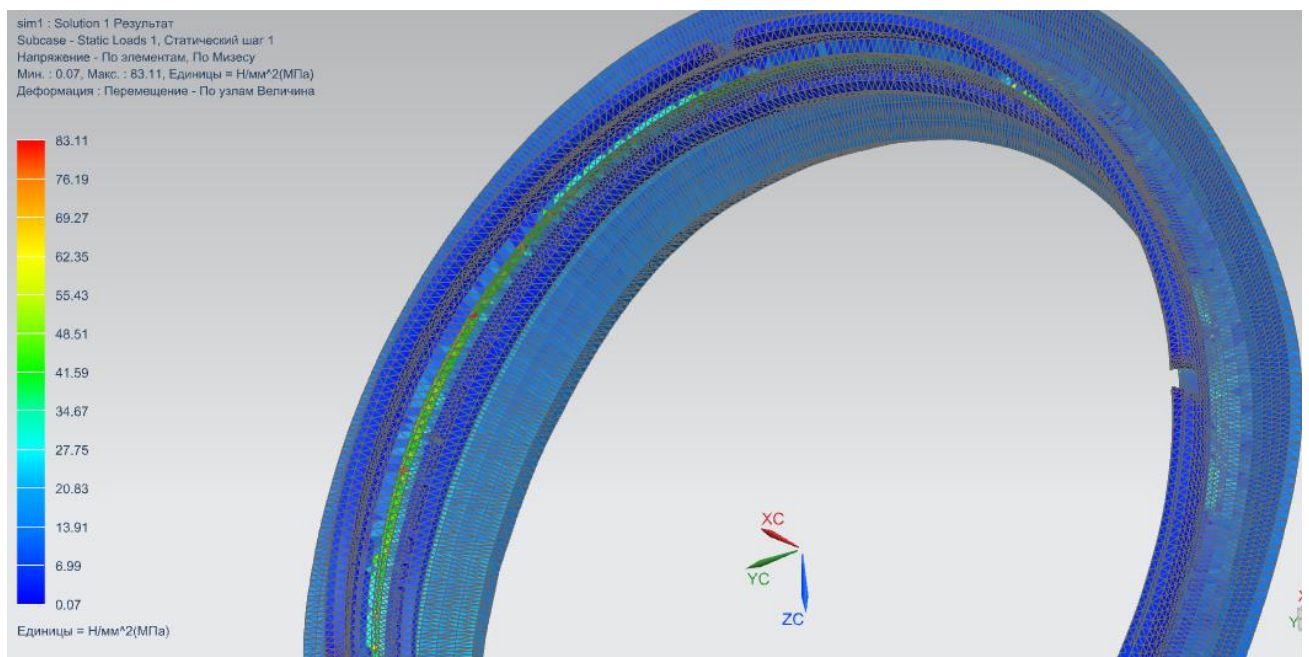


Рисунок 5.3 - Розподіл напружень моделі

Максимальне напруження $\sigma_{max} = 83,11$ МПа.

Розраховуємо коефіцієнт запасу міцності за формулою (5.1):

$$n_{\sigma} = \frac{[\sigma_B]}{\sigma_{max}} \quad (5.1)$$

де, σ_{max} – максимальне напруження;

$[\sigma_B]$ – максимально допустиме напруження.

$$n_{\sigma} = \frac{900}{83,11} = 10,83$$

Допустиме значення запасу міцності для деталей при постійних навантаженнях $[n] = 1,3 \dots 2$.

Отримане значення запасу міцності $n_{\sigma} = 10,83$ лежить в межах допустимого.

Також проводимо розрахунок на міцність з відцентровим навантаженням:

Вихідні дані:

Деталь - проставка;

Модуль пружності - $E = 1,15 \cdot 10^5$ МПа;

Коефіцієнт Пуассона - $\mu = 0,3$;

Границя міцності - $\sigma_B = 900$ МПа;

Статичний аналіз проводимо в ANSYS Workbench.

Розбиваємо модель на сітку кінцевих елементів Solid186 з середнім розміром елемента 3 мм (рис.5.4).

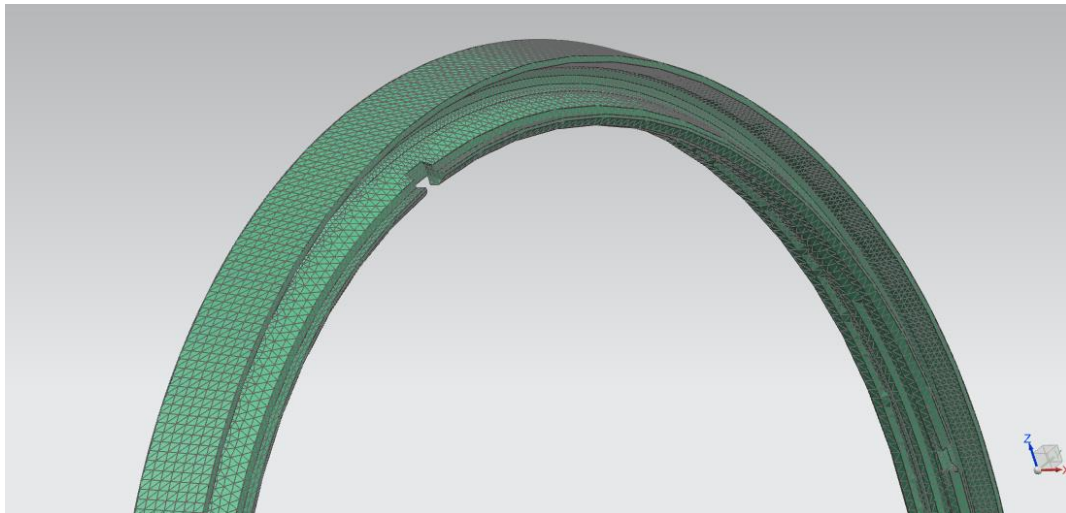


Рисунок 5.4 - Деталь розбита на сітку кінцевих елементів

Закріплюємо по діаметру 334,6 мм, прикладаємо навантаження 3 МПа на зовнішній діаметр (рис. 5.5). Прикладаємо швидкість обертання 600рад/сек.

Отримуємо картину розподілу напружень на рис. 5.3. Бачимо, що більші напруження в місцях радіусів заокруглення та фасок.

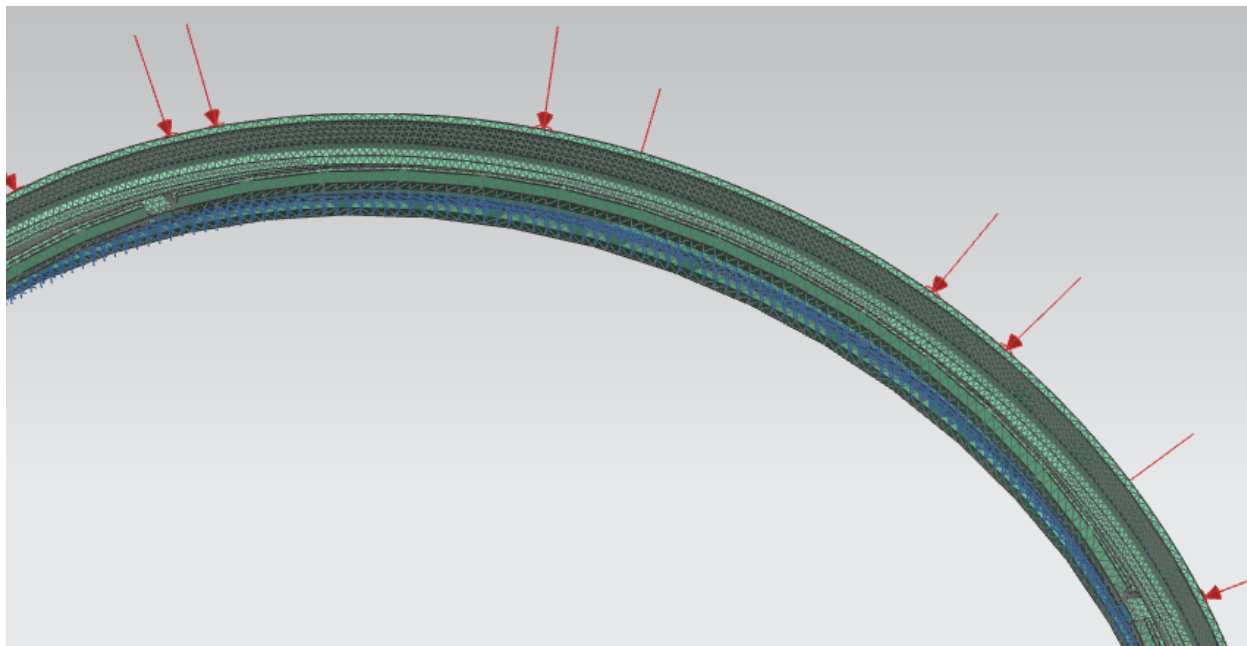


Рисунок 5.5 - Деталь з прикладеним навантаженням

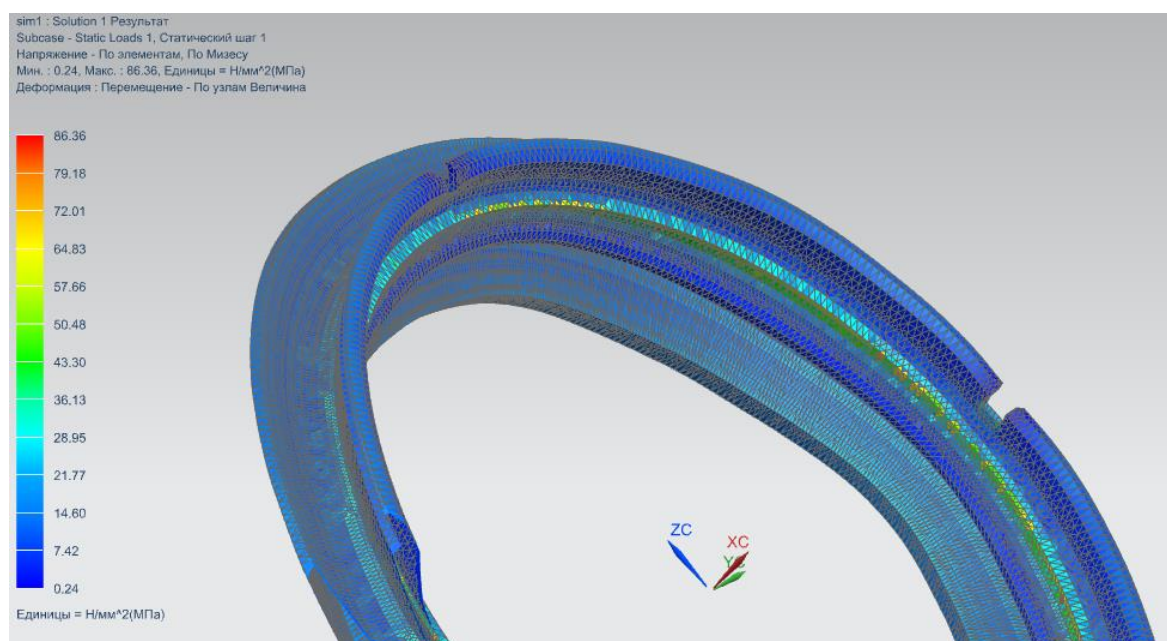


Рисунок 5.6 - Розподіл напружень моделі

Максимальне напруження $\sigma_{max} = 86,36$ МПа.

Розраховуємо коефіцієнт запасу міцності за формулою (5.1):

$$n_{\sigma} = \frac{900}{86,36} = 10,42$$

Допустиме значення запасу міцності для деталей при постійних навантаженнях $[n] = 1,3 \dots 2$.

Отримане значення запасу міцності $n_{\sigma} = 10,42$ лежить в межах допустимого.

5.2 Визначення допустимих навантажень при різних варіантах конструкції

Концентрація напруги залежить від геометрії деталі і є найбільш поширеною причиною руйнування внаслідок втоми. Найбільша концентрація напружень спостерігається в радіусах сполучень. Ці напруження можна зменшити наступними методами:

- збільшення радіусів заокруглення;
- при технології звертати увагу на забоїни та риски, бо вони можуть призвести до розростання тріщин.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

У магістерській роботі передбачається реконструкція та удосконалення ділянки механічного цеху, на ділянці якого організовано виробництво диска КВД двигуна АИ-222.

До найбільш небезпечних можна віднести наступні фактори: фізичні; санітарно-гігієнічні; психофізіологічні; хімічні.

Потенційні небезпеки фізичного характеру:

- захоплення обертовими частинами обладнання виступаючих частин одягу або волосся. Причиною цього є неуважність робітників та порушення правил з Т.Б;
- попадання уламків інструменту або деталі в обличчя внаслідок збою управляючої програми;
- попадання стружки в очі при роботі без захисних окулярів;
- електрична травма при відсутності спецодягу, порушенні правил електробезпеки та поганої ізоляції електродроту;
- порізи рук стружкою внаслідок необережності та відсутності спеціальних захисних рукавичок.

Потенційні небезпеки санітарно-гігієнічного характеру:

- підвищена запиленість в зоні дихання при відсутності засобів захисту;
- підвищений рівень шуму (100 дБА) може призвести до дратівливості, підвищенню кількості помилок, загальної стомлюваності;
- невідповідність параметрів мікроклімату. При відсутності збалансованої системи опалення це може привести до загальних простудних захворювань;
- недостатнє або нераціональне освітлення робочих місць при виконанні робіт різного ступеня точності. Це призводить до підвищеної втоми органу зору, до головних болів, до підвищеної дратівливості, до збільшення кількості помилок.

Потенційні небезпеки хімічного характеру:

- при роботі різальним інструментом в повітря робочої зони потрапляє металевий пил, що в свою чергу може привести до пневмоканіозу;
- аерозолі нафтових масел, які належать до складу мастильно-охолоджуючих рідин (МОР) можуть викликати подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, призводить до зниження імунітету.

Потенційні небезпеки, що пов'язані з порушеннями правил пожежної безпеки:

- несправність електрообладнання та недотримання правил протипожежної безпеки можуть провокувати пожежу.

Потенційні небезпеки, що пов'язані з проявом наслідків надзвичайних ситуацій:

- неправильна поведінка працівників в умовах надзвичайних ситуацій, що перетворюється в паніку та загибель людей.

Потенційні небезпеки психофізіологічного характеру:

- виконання роботи в умовах обмеженого часу, при необхідності аналізувати великі обсяги інформації призводить до стресових ситуацій під час роботи.

6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

Для запобігання вище перерахованих небезпечних виробничих факторів передбачають наступні методи забезпечення безпеки:

При прийомі на роботу і з метою запобігання травматизму, кожен працівник проходить на підприємстві інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання и перевірки знань з питань охорони праці».

Технологічний процес відповідає ГОСТ 12.3.002-75 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности» і НПАОП 28.5-7.19-82 «Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности».

Безпеку технологічного обладнання забезпечують правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, матеріалів та робочих процесів і відповідає ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Плануванням безпосередньо у робочого місця передбачають місця для зберігання тари із заготовками та готовою продукцією, стелажі для зберігання технологічної документації та інструменту.

При розробці планування передбачається організація проходів, забезпечуючи вільний доступ до всіх робочих місць і які є шляхами евакуації особового складу на випадок надзвичайної ситуації. Ширина основних проходів всередині цеху або ділянки згідно СНиП 2.09.02-85 «Производственные здания» повинна становити не менше 1,5м, а ширина проїздів - 2,5м. Розміри будівлі, в якій розташовується цех – 72х72м, при ширині прольоту в 18м і кроці колони всередині будівлі - 12 метрів, а по зовнішніх стінах - 6 метрів. Ширина проходів становить 3,5м, а проїздів – 4м.

Площа і об'єм, що припадає на одного працівника виробничої ділянки забезпечує виконання вимог мінімального обсягу 15 м³ на одного робітника і мінімальні норми виробничої площі 4,5 м² на одного робітника згідно з ДБН В2.2-9-99 «Здания и сооружения. Общие технические требования. Основные положения» забезпечує комфортні умови праці.

На всіх металорізальних верстатах передбачаємо блокування обладнання згідно ГОСТ 12.4.155-85 «ССБТ. Устройства защитного отключения. Классификация. Общие технические требования». Блокуючі пристрої виконують фіксацію робочих частин обладнання у відповідному робочому або неробочому положенні.

На всіх металорізальних верстатах використовуються захисні пристрої у вигляді захисних екранів різних конструкцій з прозорих матеріалів. Вони розташовуються навколо верстатів і призначені для ізоляції систем приводу машин і агрегатів, зони обробки заготовок, огорожі струмоведучих частин, зон інтенсивного випромінювання, зон виділення шкідливих речовин, огорожі робочої зони на висоті. Внутрішня поверхня огороження пофарбована в

яскраві кольори відповідно до ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. "Оборудование производственное. Огородження захисні ", ГОСТ 12.4.026-76 "Кольори сигнальні і знаки безпеки ". У червоний колір фарбують сигнальні лампочки, що попереджають про небезпеку, кнопку «стоп», протипожежний інвентар, струмопровідні шини. Для підйомно-транспортного обладнання, які можуть перебувати на проїжджій частині, допускається застосовувати попереджувальне забарвлення у вигляді червоних і білих смуг. У жовтий - елементи будівельних конструкцій, які можуть бути причиною отримання травм персоналом, внутрішньозаводський транспорт, огорожі, що встановлюються на межах небезпечних зон. В зелений колір фарбують сигнальні лампи, двері евакуаційних і запасних виходів, конвеєри. Синій сигнальний колір слід застосовувати для розпорядчих знаків. Пристосування для кріплення знаків, табличок і блоків повинні бути пофарбовані в сірий або сріблясто-сірий колір.

При установці верстатних пристосувань і різального інструменту, а також при зніманні деталей після обробки, використовуються брезентові рукавиці і бавовняні рукавички, що дозволяють зменшити ймовірність виникнення травм. Для захисту шкіряного покриву від впливу МОР застосовують дерматологічні захисні засоби (профілактичні пасти, мазі, креми). Також, при підвищеному рівні запиленості використовують респіратори згідно до ГОСТ 12.4.034-2001 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка» Крім спецодягу в механічних цехах для захисту органів зору верстатникам видаються спеціальні щитки і окуляри відповідно до ГОСТ 12.4.001 -80 ССБТ "Окуляри захисні. Терміни та визначення ".

Технічні заходи (враховуючи, що електроживлення електрообладнання цеху з верстатами здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц., відповідно до вимог «ПУЕ-2014»), електрообладнання в цеху характеризується як електроустановки до 1000 В, тому згідно вимог «ПУЕ» та ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання в цеху у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом

Згідно до вимог ПУЕ "Правила улаштування електроустановок" та ГОСТ 12.2.007.0-75 * (2001) «ССБТ. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки», ДБН В.2.5-27-2006 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд» механічні цеха відносяться до II групи – приміщення з підвищеною небезпекою.

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці відповідають вимогам наказу МОЗ України 08.04.2014 № 248 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»»

Метеоумови, що характеризуються температурою, вологістю, швидкістю руху повітря і тиском, в виробничих приміщеннях відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам і ГОСТ 12.1.005-88. «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Згідно цих вимог в холодний період року при середній категорії робіт температура повітря повинна бути 18-20°C при відносній вологості 60-40% та швидкості руху повітря 0,2 м/с, а в теплий період року – температура 21-23°C при відносній вологості 60-40% та швидкості руху повітря 0,2 м/с. Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 „Державні санітарні норми параметрів мікроклімату” наступні: температура повітря 17-23°C; відносна вологість – до 75%; швидкість повітря – 0,1-0,3 м/с.

Рекомендовані характеристики залежать від сезону (холодний-теплий) і від виду роботи, яка характеризується енерговитратами людини при виконанні виробничого завдання, при перенесенні важких предметів, інтенсивних рухах.

Забезпечення чистоти повітря і нормалізації параметрів мікроклімату досягається припливно-витяжною системою вентиляції в цеху відповідно до ГОСТ 12.4.021-75 «ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования».

Рівень звукового тиску нормується згідно ГОСТ 12.2.107-85 «ССБТ. Шум. Станки металлорежущие. Допустимые шумовые характеристики».. Рівень шуму в цеху не повинен перевищувати 80 дБА.

Заходи по зниженню шуму:

- установка звукопоглощающих облицовок стелі і стін;
- застосування звукоізолюючих кожухів. Їх виготовляють із дерева, гуми, металу або пластмаси. Внутрішню поверхню стінок кожуха обов'язково облицовують звукопоглинальним матеріалом, а з зовнішньої сторони на кожух наносять шар вібродемпфіруючого матеріалу;
- розміщення найбільш гучних верстатів і механізмів в спеціальних приміщеннях або кабінах;
- застосування резонансних поглиначів і ізоляторів структурного шуму;
- застосування в конструкції механізмів засобів вібро- і звукоізоляції, звукопоглинання.

Для зниження негативного впливу вібрації при роботі з ручним механізованим, електричним і пневматичним інструментом застосовують засоби індивідуального захисту рук від впливу вібрацій. До них відносять рукавиці, рукавички, а також віброзахисні прокладки або пластини, які забезпечені кріпленнями в руці, загальні технічні вимоги до яких визначені ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 «ССБП. Вібраційна безпека. Загальні вимоги».

Згідно з ДБН В.2.5-28-2006 "Природне и штучне освітлення" в цеху використовується природне і штучне освітлення. Коефіцієнт природної освітленості повинен бути не нижче 1,5%. Штучне освітлення забезпечується системою загального рівномірного освітлення. Так як висота механічного цеху більше 6 м, тому в якості джерела штучного освітлення в приміщеннях раціонально використовувати газорозрядні лампи типу ДРЛ. Основною перевагою таких ламп є: світловіддача до 100 лм/Вт і термін експлуатації до 15000 г.

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Комплекс протипожежних заходів для цеху, обладнаного верстатами розроблений згідно вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Виходячи з аналізу речовин та матеріалів, які використовуються при роботі на дільниці обладнаної верстатами:

- згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» на дільниці обладнаної верстатами можлива пожежа класу – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В);

- відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою», воно належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки – простір у приміщенні, у якому перебувають тверді горючі речовини та матеріали.

Оскільки дільниця, яка обладнана верстатами належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має I ступінь вогнестійкості.

У разі виникнення пожежі на дільниці, обладнаної верстатами, для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого – вхідні двері. Згідно СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания», відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», на дільниці, обладнаній верстатами, встановлена система пожежної й охоронної сигналізації, яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі.

Згідно до «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджені наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстровані в

МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 вибираємо вогнегасник ОП-10. Відстань між вогнегасниками та місцем можливого загоряння не повинно перевищувати 70м.

Переваги даного типу вогнегасників:

- висока вогнегасна здатність;
 - універсальність застосування;
 - можливість гасіння електроустаткування, що знаходиться під напругою до 1000В;
 - широкий температурний діапазон застосування: від -40 до +50;
- зручності застосування і простота користування.

До первинних засобів пожежогасіння крім вогнегасників також відносяться ящики з піском, бочки з водою, пожежні покривала, гаки, лопати, сокири, які розташовані в складі пожежних щитків.

6.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Порядок дій сил цивільного захисту при ліквідації наслідків стихійних лих

Ліквідація наслідків будь-яких стихійних лих полягає в таких діях: оповіщенні формувань і населення про небезпеку стихійного лиха; організації управління рятувальними силами в районі лиха; веденні розвідки, встановленні ступеня і масштабів руйнувань, затоплення, зараження, пожеж та інших даних; виявленні об'єктів і населених пунктів, яким загрожують наслідки стихійного лиха; визначенні складу, чисельності сил і засобів, які залучаються для рятувальних та інших робіт; організації медичної допомоги потерпілим і евакуації їх у лікувальні заклади, виведенні населення в безпечні місця та його розміщенні; забезпеченні громадського порядку в районі лиха; організації матеріального, технічного і транспортного забезпечення; проведенні інших заходів, спрямованих на підготовку і забезпечення рятувальних робіт; ліквідацію наслідків стихійного лиха.

Успіх дій формувань при стихійних лихах значною мірою залежить від своєчасної організації і проведення розвідки.

Завдання для розвідки ставить начальник цивільного захисту об'єкта. Він визначає мету розвідки, які відомості та на який час необхідно одержати, де і на виконанні яких завдань слід зосередити основні зусилля, які для цього використати сили і засоби.

У районі стихійних лих розвідка визначає: межі району лиха і напрямок його поширення; об'єкти і населені пункти, яким загрожує небезпека; місця знаходження людей і ступінь загрози їм; шляхи підходу формувань і техніки до місць роботи; стан пошкоджених будівель і споруд; наявність у них потерпілих, яким необхідна допомога у першу чергу; місця аварій на технологічних лініях, комунально-енергетичних мережах і розміри руйнувань на них; обсяги робіт, умови їх ведення; можливість використання техніки; найбільш зручні місця для розбирання завалів і звільнення потерпілих, а також для прокладання шляхів їх евакуації; стан вододжерел і можливість використання їх для господарських, питних потреб і гасіння пожеж; умови і доцільну черговість ведення робіт. Зібрані дані про характер і обсяг майбутніх робіт розвідники доповідають начальнику в намічені строки.

Після землетрусу потрібно знати, скільки людей необхідно розшукати і врятувати, кількість поранених, сімей, що залишилися без житла, які сили і засоби необхідні для відновлення роботи господарства, підприємства, чисельність людей, яких можна додатково залучити для проведення рятувальних і відновних робіт.

Оскільки під руїнами можуть бути люди, за допомогою населення потрібно провести суцільне обстеження виробничих приміщень, житлових будинків у районі землетрусу.

Під час роботи забороняється без потреби ходити по руїнах, заходити у зруйновані будівлі та споруди, перебувати поблизу будов, які можуть обвалитися. Підходити до зруйнованої будівлі чи споруди дозволяється з найбільш безпечного боку. Під час огляду внутрішніх приміщень, підвалів

забороняється використовувати для освітлення відкриті джерела вогню — факели, свічки, газові лампи і ліхтарі.

Заходячи в дуже задимлене і захаращене приміщення, потрібно обв'язатися мотузкою, вільний кінець якої передати людині, що знаходиться при вході, і періодично подавати сигнал про себе.

Забороняється палити і користуватися іскроутворюючими інструментами, пускати двигуни, машини і механізми поблизу загазованої території або всередині загазованих приміщень.

У будівлях зі зруйнованою або пошкодженою електричною мережею забороняється без гумових рукавиць торкатися електричних проводів і з'єднаних з ними металевих предметів. Роботи проводять тільки після знеструмлення електромережі.

За наявності отруйних чи сильнодіючих ядучих речовин роботи проводять тільки в індивідуальних засобах захисту органів дихання і шкіри. В умовах запилення (будівельний пил та ін.) для захисту органів дихання використовують ватно-марлеві пов'язки, протипилові тканинні маски і респіратори.

Населення потрібно інформувати про режими поведінки. Інформація має бути чіткою, ясною, а в завданні на проведення робіт слід конкретно зазначити: хто, коли і що повинен зробити. Від цього буде залежати успіх проведення рятувальних і невідкладних робіт у районі небезпечного стихійного лиха.

Для врятування населення необхідно терміново залишити зону можливого поширення зсуву чи селевого потоку. З оповіщенням про наближення зсуву чи селевого потоку або при появі перших ознак потрібно погасити печі, вимкнути освітлення та електроприлади, перекрити газові крани, попередити сусідів і направитися в безпечне місце.

Якщо у селевий потік потрапили люди, їм надають допомогу із застосуванням засобів, які є поблизу: канатів, дощок, вірьовок, жердин. Виводити потерпілих із селевого потоку треба за напрямком руху з поступовим наближенням до його краю.

Рятувальні формування ЦЗ і населення повинні бути готові до проведення рятувальних і невідкладних робіт з метою ліквідації наслідків зсуву чи селевого потоку.

Формування цивільного захисту і населення повинні бути готовими у районі урагану, бурі, смерчу до проведення таких робіт: евакуації населення, сільськогосподарських тварин і матеріальних цінностей із небезпечних районів; розшуку і звільнення потерпілих із-під зруйнованих будівель і споруд; надання першої медичної допомоги і доставки їх у лікувальні установи; гасіння пожеж; рятування людей і сільськогосподарських тварин, які перебувають у будівлях, що горять і напівзруйновані; ліквідації аварій на виробничих об'єктах і комунально-енергетичній мережі.

Під час і після снігових заметів органам управління ЦЗ, керівникам господарств і установ, населенню потрібно бути готовими до проведення таких робіт: розшуку пропалих людей і сільськогосподарських тварин; надання першої медичної допомоги; розчищення снігових заметів на дорогах, вулицях, навколо тваринницьких ферм і виробничих будівель; надання допомоги поїздам, автотранспорту, яких снігові заноси застали в дорозі; ліквідації аварій на комунальній і енергетичній мережах.

Під час снігової бурі, особливо вночі, роботи слід виконувати тільки групами з таким розрахунком, щоб кожна людина перебувала в полі зору інших працівників. Для ліквідації снігових заметів застосовують снігоочисні машини, бульдозери, екскаватори, грейдери. Для зв'язку, постачання продуктів, кормів, палива використовують гусеничні трактори. На дорогах виставляють покажчики та орієнтири.

При спільних діях особового складу формувань цивільного захисту і населення, при високій дисципліні та організованості населення можна значно зменшити наслідки стихійного лиха.

В Україні, порівняно з іншими розвинутими країнами, — високий рівень антропогенізації території, техногенне навантаження на природне середовище більше у 5—6 разів, окремо виділяється група природно-техногенних небезпечних явищ, пов'язаних з експлуатацією гребель, водосховищ,

проведенням заходів з меліорації і водопостачання, гірничих добувних робіт. Крім того, завжди є загроза стихійних лих промисловим і сільськогосподарським об'єктам і спорудам. Руйнування або пошкодження об'єктів з небезпечними виробництвами може призвести до пожеж, вибухів, викидів небезпечних речовин, радіоактивного забруднення, затоплення територій. Стихійні лиха можуть бути причиною аварій на електроенергетичних спорудах і мережах, транспортних аварій, великих руйнувань, травм, психічних розладів, паніки (див. стор. 485—486).

Тому захист населення, навколишнього природного середовища, промислових споруд і об'єктів від загрози природних факторів, а також надзвичайних ситуацій техногенного походження є важливі.

6.6 Заходи модернізації виробництва для підвищення безпеки працюючих

Розглянемо конструктивні особливості універсального токарно-гвинторізного верстата моделі 163 та напівавтомат токарний патронний вертикальний з ЧПУ DF-3.

Токарно-гвинторізний верстат моделі 163 призначений для обробки деталей середніх і великих розмірів, в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва. На верстаті можна робити зовнішнє і внутрішнє точіння, включаючи точіння конусів, розточування, свердління і нарізання різьб (метричної, модульної, дюймової та пітчевої).

Максимальні розміри заготовки, що може оброблятися на верстаті - Ø630 x 1400 (2800) мм.

Шпиндель має наскрізний отвір Ø70 мм, він отримує від коробки швидкостей 22 ступені обертання в діапазоні від 10 до 1250 об / хв і 11 швидкостей зворотного обертання в діапазоні від 18 до 1800 об / хв.

У верстаті механізовані основні операції: поздовжнє і поперечне переміщення супорта, переміщення резцових санчат. Є прискорені переміщення супорта в поздовжньому і поперечному напрямках, різцевих салазок, яке здійснюється від індивідуального електродвигуна. Гальмування

шпинделя також проводиться автоматично в момент виключення фрикційної муфти.

Токарний вертикальний напівавтомат з ЧПУ DF-3 призначений для чорнової та чистової обробки в патроні за кілька проходів зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей з прямолінійними і криволінійними утворюючими по 2му класу точності.

Напівавтомат має вертикальну компоновку, яка значно підвищує його технологічні можливості та дає важливі експлуатаційні переваги.

Два супорти (лівий і правий) однакової конструкції з чотирьохпозиційними револьверними головками виконують вертикальне та горизонтальне переміщення. Розташування та метод кріплення ріжучого інструменту на револьверних головках дозволяють проводити обробку на напівавтоматі одночасно обома супортами.

Видалення стружки здійснюється в сторону задньої стінки напівавтомата двома шнековими транспортерами, які встановлені під кожним з супортів.

Потужність головного приводу 7,5 кВт. Максимальний діаметр оброблюваної деталі – 600 мм. Максимальна частота обертів шпинделя – 1410 об/хв. Габаритні розміри верстата: довжина X ширина X висота 1700 x 2000 x 2665 мм.

За рахунок заміни верстата праця робітників стала більш безпечною за рахунок:

- Верстат моделі 163 був з ручним управлінням (пуск і зупинку верстата, перемикання швидкостей і подач, підведення і відведення інструментів, завантаження верстата заготовками і розвантаження оброблених деталей і інші допоміжні операції виконує робітник), верстат моделі DF-3 – з системою ЧПУ (верстат, який працює в автоматичному циклі, для повторення якого потрібне втручання робітника). Це виключає виконання ряду операцій, так як робочий вручну тільки встановлює на верстат заготівлю і знімає оброблену деталь, після чого включає верстат для повторення циклу. (Під циклом розуміють проміжок часу від початку до кінця періодично повторюваної операції незалежно від числа одночасно оброблюваних заготовок)). Це дає змогу уникнути

монотонності праці; зменшує ризики захоплення обертовими частинами обладнання виступаючих частин одягу; попадання уламків інструменту або стружки в обличчя; скорочує час обробки та є економічно ефективним.

- Впроваджена система автоматичного видалення стружки на верстаті DF-

3. Це дає змогу мінімізувати ризики порізів кінцівок.

- Рівень шуму зменшився до нормативних значень (80 дБА). Це зменшує негативний вплив шуму на робочого та інших робітників цеху, кількості помилок та загальну стомлюваність;

- Враховуючи, що на верстаті з ЧПУ оброблювана деталь повністю закрита металевим кожухом з боків та вікном попереду, то працівник повністю ізольований від зони, де оброблюється деталь. Це мінімізує потрапляння металевого пилю в легені та аерозолів нафтових масел у повітря, які належать до складу МОР і можуть викликати подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів..

- При оброблюванні на старому верстаті працівник постійно виконував монотонну працю. При цьому одночасно керував верстатом та спостерігав за процесом обробки (постійно дивився в одне і те ж місце). Це впливає на підвищення втоми органу зору, до головних болів, фізичної перевтоми, до підвищеної дратівливості, до збільшення кількості помилок. Автоматизація виробництва зменшує кількість помилок та призводить до підвищення продуктивності праці.

ВИСНОВОК

Завданням магістерської роботи було розробити дільницю для механічної обробки диска 5-го ступеня КВТ.

В процесі виконання роботи впровадили у виробництво нове, більш прогресивне обладнання, змінили метод отримання заготовки (по базовому ТП пропонується заготовка – штамповка з масою 6,8 кг; у проектованому ТП пропонується заготовка ковка в закритих штампах з масою 6,6 кг). Також у були суміщені операції 40-токарна та 25-токарна у операцію 25-токарна з ЧПУ. Обробка виконується на токарному верстаті з ЧПУ АТПр-800Н22ІМ, за рахунок поширених технологічних можливостей верстату було досягнуто удосконалення базового варіанту технологічного процесу при заданому типі виробництва; було розроблене робоче та вимірювальне пристосування, які дозволяють якісно та швидко закріпити, обробити та виміряти деталь. Це дуже важливо в умовах серійного виробництва.

При розробці ТП були враховані всі вимоги охорони праці та стійкості до надзвичайних ситуацій. Також проаналізували небезпечні фактори, що можуть призвести до трагічних наслідків та їх шляхи вирішення.

В ході роботи були розроблені операції обробки в модулі Siemens NX.

Для швидкого та безпечного видалення стружки була впроваджена система автоматичного видалення стружки.

В спецзавданні було розглянуте балансування на балансувальному верстаті ВМ-300 з вимірювальною системою «САПФИР-3».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А. Г. Косиловой и Г.К.Мещерякова – 4е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986,- 656 с.
2. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учебное пособие для техникумов по предмету «Основы учения о резании металлов и режущий инструмент» под ред. Н.А. Нефедова и К.А. Осипова, - 5-е изд., перераб. И доп- М.: «Машиностроение», 1990.- 448с.
3. «Расчет и конструирование режущего инструмента» Г.А. Алексеев, Е.А. Смальников М.: Машиностроение, 1951, - 598 с.
4. Ю.В. Барановский «Режимы резания металлов» - М.: Машиностроение, 1972, - 405 с.
5. Справочник « Станочные приспособления » в 2-х томах. Под ред. Вардашкина и В.В. Данилевского – М.: Машиностроение, 1984, - 656 с.
6. В.А.Богуслаев «Станочные приспособления», монография г. Запорожье, изд. ОАО « Мотор – Сич », 2000, - 461 с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно, заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках, среднесерийное и крупносерийное производство. Под ред. Н.М. Федосова.
8. Антонов Е.С. Нормативы режимов резания и времени на механическую обработку деталей на станках с программным управлением. М.: Машиностроение, 1983.
9. М.О. Черняев. Методичні рекомендації при виконанні розділу “Охорона праці” в дипломних проектах, - Запоріжжя: ЗАК, 2003.
10. І.В. Рубашко, Л.О. Шилько. Методична розробка до курсового і дипломного проектування. Розрахунок режимів різання аналітичним і табличним способом на різноманітні види обробки . – Запоріжжя: ЗАК,2001.

11. І.В. Рубашко. Методична розробка до курсового і дипломного проектування. Розрахунок припусків та межопераційних розмірів аналітичним та табличним способом. - Запоріжжя: ЗАК, 2003.

12. 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.

13. Стружестрах Е.И Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1961.-Т2.-890с.

14. Стеблюк, М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: підручник. – К.: Знання-Прес, 2007. – 487 с.

15. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://machinetoolparts.ru/4-1-chip-conveyor/193299/>

16. Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.diamech.ru/balancingmachine_light.html

17. Електронний ресурс. Режим доступу: https://studref.com/318120/tehnika/avtomatizatsiya_otvoda_struzhki