



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ЗНТУ)**

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу Вдосконалення технологічного процесу виготовлення деталі «Форсунка» авіаційного турбовального двигуна

Студент Калугіна Альона Олексіївна

Спеціальність і група 131 Прикладна механіка, М-113м

Обсяг проекту (роботи) Повний

Кількість аркушів креслень 6, презентація - 18

Кількість сторінок пояснювальної записки 131

а) короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень: У роботі проведено розробку технологічного процесу на основі базового; розроблено пристосування для закріплення деталі при обробці та пристосування для контролю; було запропоновано автоматизацію систем контролю та оптимізацію геометрії деталі найвразливішої частини деталі.

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 запропоновану оптимізацію геометрії деталі за допомогою модуля NX CAM.

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до роботи
Презентація та пояснювальна записка виконані у відповідності до діючих стандартів

є) відгук про роботу загалом

В цілому магістерська робота студентки групи М-113м Калугіної Альони Олексіївни відповідає вимогам вищої школи

ж) інші зауваження 1-не повністю розкриті питання автоматизації систем контролю,
2-на кресленні деталі не вказано ТУ або ГОСТ на матеріал.

з) оцінка роботи

В цілому магістерська робота студентки групи М-113м Калугіної Альони Олексіївни заслуговує оцінку «добре»

Рецензію склав доцент кафедри ТМБ Патюпкін А.В.
(прізвище, ім'я, по батькові)

11.12 2018 р.

(підпис)

[13:12:06] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №717 [2] (200030 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:12:21] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №722 [2] (200021 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:12:46] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №727 [2] (200040 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:12:59] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №732 [2] (200032 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:13:10] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №737 [2] (200038 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:13:27] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №742 [2] (200049 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:13:55] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №747 [2] (200053 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:14:11] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №752 [2] (200023 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:14:29] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №757 [2] (200039 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:14:44] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №762 [2] (200034 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:15:03] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №772 [2] (200023 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:15:16] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №767 [2] (200047 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:15:57] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №777 [2] (200024 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:17:00] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №782 [2] (200057 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:18:50] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №787 [2] (200033 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:19:04] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №792 [2] (200033 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:19:32] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №797 [2] (200035 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:19:51] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №802 [2] (200035 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:20:08] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №807 [2] (200025 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[13:20:12] Тип проверки: *Стандартная*

[13:20:12] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено оппбок: 25%)**

[13:20:13] Уникальность текста 74% [©] (Пронгнорировано подстановок: 0%)

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



11.12.2018р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний
(повне найменування інституту, факультету)
Технології машинобудування
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

другий (магістерський)
(рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему Виконання технологічного процесу
виготовлення деталі «Горюнка» авіаційного
турбовального двигуна.

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

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

Камузіна А.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник Логошніков В.О.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Латочкін А.В.
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
20 18 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (зона навчання вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Технології машинобудування
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) Другий (магістерський)
 Спеціальність 131 Трихмарна механіка
 (код і назва)
 Напрямок підготовки _____
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Т.М.Б.

д-р Перес Д
 "12" 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Кашуліній Антоні Алексійовичі
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розроблення технологічного процесу
виробництва деталі "Фреунка" авіаційного
турбовального двигуна
 керівник проекту (роботи) Логвинів 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) 06. Чудня 2018р

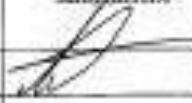
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Технічна документація з перри-
шета;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Технологічна частина; конструкторська частина;
проекування робочого пристосування, контрольного пристосуван-
ня; автоматизація системи контролю; оптимізація геометрії
деталі; спеціалізовані види керуванням контролем;
оформлення проєкту та безпека у надзвичайних ситуаціях

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

Креслення деталі креслення робочого пристосування,
креслення контрольного пристосування; Креслення
маршруту обробки деталі; Предметні;

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1,2,3,4,5	Логошинів В.О.		
6	Шмирко В.І. к.т.н., доц.	15.10.2018	16.12.18
Нормоконтроль	Коржова О.Б., к.т.н., доц.		10.12.18

7. Дата видачі завдання 27 березня 2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Технологічна частина	8.10.2018 р.	
2.	Конструкторська частина	15.10.2018 р.	
3.	Автоматизація системи контролю	16.10.2018 р.	
4.	Специфікація. Методи перевірки	8.11.2018 р.	
5.	Оптимізація геометрії деталі	21.11.2018 р.	
6.	Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях	30.11.2018 р.	

Студент

 Логошинів В.О.
(signature) (PRINTED TO SIGNATURE)

Керівник проекту (роботи)

 Логошинів В.О.
(signature) (PRINTED TO SIGNATURE)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 131 сторінка, 48 рисунків; 16 таблиць; 3 додтки; 24 джерела.

Тема проекту: Вдосконалення технічного процесу виготовлення деталі «Форсунка» авіаційного турбовального двигуна. Деталь виготовляється зі легованої сталі 10X18H9Л.

Метою дипломного проекту є розробка технологічного процесу обробки деталі на базі заводського варіанту технологічного процесу при заданому типі виробництва.

Вдосконалення технологічного процесу відбувається за рахунок:

а) Зменшення маси заготовки від заводського $m=0,08\text{кг}$, до вибраного та розрахованого $m=0,065\text{кг}$.

б) Розробка пристосувань для закріпленні деталі при обробці та пристосуванні для контролю.

в) Автоматизації систем контролю за допомогою координатно-виміральної машини КВМ-100П.

в) Оптимізації геометрії, найвразливішої частини деталі.

В магістерській роботі для визначення маси заготовки були розраховані припуски, для визначення норм часу, були розраховані режими різання, зусилля затиску верстатного пристосування.

ПРИПУСК, СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ,
ТЕХНОЛОГІЧНІ БАЗИ, ОПЕРАЦІЙНІ КАРТИ, NX САМ,
ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, РІЖУЧІЙ ІНСТРУМЕНТ, СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	
ВСТУП	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі	8
1.2 Вибір типу виробництва і форми організації роботи	10
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки	11
1.4 Проектування технічного маршруту обробки поверхонь	18
1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність	18
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	23
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі	33
1.5 Розрахунок припусків і технологічних розмірів	33
1.6 Розрахунок режимів різання	43
1.7 Розрахунок технологічної норми часу	55
1.8 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК, з використанням NXCAM	63
1.8.1 Розробка токарної операції	63
1.8.2 Розробка свердлильної операції	68
1.8.3 Розробка фрезерної операції	73
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	79
2.1 Проектування робочого пристосування	79
2.1.1 Конструкція та принцип роботи пристосування	79
2.1.2 Розрахунок пристосування на точність	79
2.1.3 Визначення необхідної сили затиску	81
2.2 Проектування контрольного пристосування	86
3 АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ	89
4 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ. ВИДИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ	95
4.1 Аналіз літературних джерел	95
4.2 Види виявляємих дефектів металу	96
4.3 Можливі шляхи рішення	96
5 ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРІЇ ДЕТАЛІ	105
5.1 Розрахунок на міцність. Визначення напружено-деформованого стану деталі	105
5.2 Визначення допустимих навантажень прирізних варіантах конструкції	108
6 ОХОРОНА ПРИЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	111
ВИСНОВОК	129
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	130
ДОДАТОК А. Специфікація на робоче пристосування	
ДОДАТОК Б. Специфікація на контрольне пристосування	
ДОДАТОК В. Комплект технологічних карт	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

РД - Ручне дугове зварювання покритими електродами;
КТ- Контактне зварювання;
РАД- ручне аргонодугове зварювання неплавким електродом;
АФ - автоматичне зварювання під флюсом;
ТУ- технічні умови;
МОП- маршрут обробки поверхонь;
МОЗ- маршрут обробки заготовки;
ЄСКД- Єдина система конструкторської документації;
КВМ- координатно-вимірювальна машина;
ЗІЗ- засоби індивідуального захисту;
ЗОР- змащувально-охолоджуюча рідина;
ОЦ- обробні центри;
НС- надзвичайна ситуація;
ЦО- цивільна охорона;
ЦЗ- цивільний захист;

ВСТУП

Підвищення експлуатаційних характеристик турбогвинтових двигунів: енергоозброєності, ресурсу, надійності і економічності при одночасному забезпечення ефективності їх серійного виробництва, є одним з найважливіших завдань розвитку і конкурентоспроможності авіаційної техніки, при переході до ринкової економіки. Реалізація поставленого завдання супроводжується ускладненням конструкції виробу, посиленням норм точності, оптимізацією запасів міцності деталей, застосуванням нових матеріалів, що у свою чергу вимагає дослідження технічних рішень, спрямованих на зниження собівартості виготовлення як деталей і вузлів, так і усього виробу в цілому. В цілях зниження собівартості виготовлення двигунів, доцільно проводити автоматизацію окремих технологічних операцій і економічне обґрунтування прийнятих рішень.

Пріоритетними напрямками при рішенні поставленої задачі нині і в найближчому майбутньому являються:

- підвищення технологічності конструкції створюваних виробів;
- розробка безвідходних і малоенергоємних технологій;
- розробка і впровадження прогресивних методів механічної, електричної і світлолучової обробки важкооброблюваних сталей і сплавів;
- використання високопродуктивного і точного устаткування;
- механізація ручної праці;
- автоматизація трудомісткого контролю;
- застосування ефективних обробних, зміцнюючих і обробно-зміцнюючих методів обробки навантажених деталей ГТД, з метою підвищення їх надійності за рахунок резервів міцності матеріалу;
- поліпшення планування і організації виробництва;

З урахуванням викладеного, був розроблений технологічний процес виготовлення форсунки сучасного двигуна ТВЗ- 117.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

1.1.1 Опис двигуна ТВЗ-117. Принцип роботи. Опис конструкції вузла

Деталь - форсунка, встановлюється на турбовальний двигун ТВЗ-117. турбовальний двигун ТВЗ-117 призначений для установки на гвинтокрили Мі-14, Мі-24. Особливістю конструкції є наявність вільної турбіни, кінематично не пов'язаної з ротором турбокомпресора. Потужність, що розвивається вільною турбіною, передається головному редуктору і складає ефективну потужність двигуна. Двигун складається з осьового компресора, камери згорання, вузла турбін, вихлопного пристрою, приводів допоміжних пристроїв, систем мастила, паливної системи, системи відбору повітря, приладів контролю роботи двигуна, системи запуску.

Форсунка встановлюється в корпус приводу регулятора оборотів вільної турбіни. Вона призначена для подання олії через жеклюючі (недозуючі) отвори $\varnothing 0,8\text{мм}$ на підшипники. Отвори $\varnothing 3\text{мм}$ призначені для подання мастила на форсунку для підведення мастила на зубчасті колеса. На форсунці виконані канавки для установки гумових кілець, що забезпечують герметичність. Конструкція двигуна представлена на рис.1.1

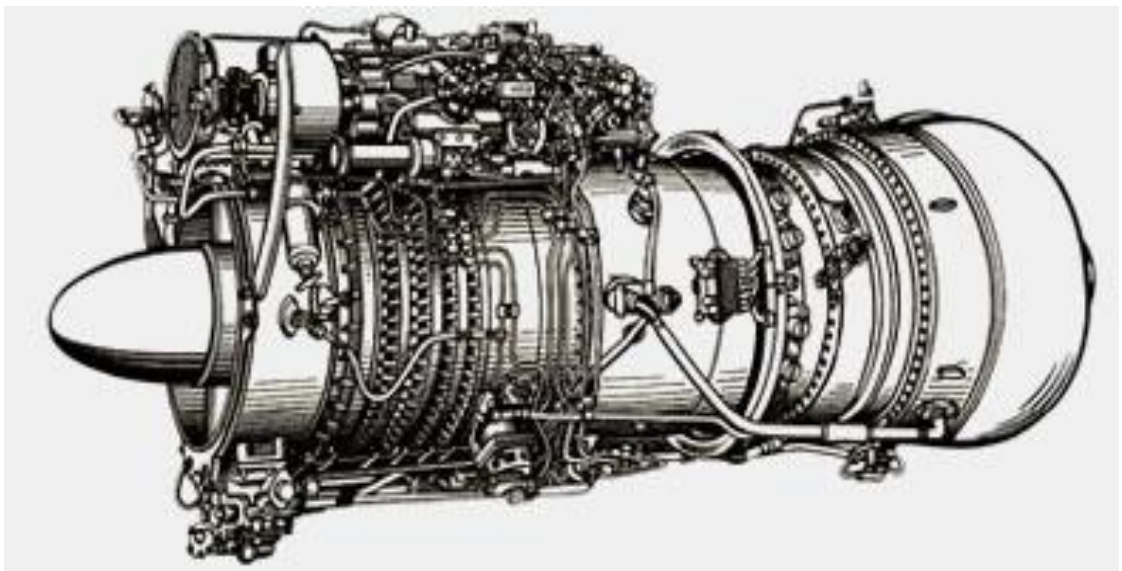


Рисунок 1.1 - Конструкція двигуна ТВЗ-17

1.1.2 Матеріал деталі. Хімічний склад і властивості матеріалу

Матеріал форсунки - сталь корозійностійка, жаростійка до 750°C, відповідає вимогам експлуатації, що сприяє надійній роботі двигуна, впродовж тривалого періоду. Зварюється без обмежень. Способи зварювання:

- Ручне дугове зварювання покритими електродами (РД);
- Контактне зварювання (КТ);
- Ручне аргондугове зварювання неплавким електродом (РАД)
- Автоматичне зварювання під флюсом (АФ)

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сплаву 10X18H9Л

Масова доля % по ГОСТ 977-88								
C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Fe
≤0,14	0,2-1,0	1,0-2,0	≤0,03	≤0,035	17,0-20,0	8,0-11,0	≤ 0,3	інше

Таблиця 1.2 - Основні механічні властивості сплаву 10X18H9Л

Режим термо-обробки				Переріз, мм	$\sigma_{0.2}$, $H / мм^2$	σ_B , $H / мм^2$	δ , %	ψ , %	КСИ $Дж / см^2$
	Операція	t°,C	Охолоджуюча середа		Не менше				
ГОСТ 977-88	Закалка	1050-1100	Воздух, вода, мастило	До 100	177	441	25	35	98

1.1.3 Опис вживаних термічних операцій. Їх призначення. Режими.

В процесі виготовлення застосовується наступна термообробка. Після лиття здійснюється термообробка згідно табл.1.3. Нормалізація викликає перекристалізацію сталі і, отже, усуває крупнозернисту структуру. Застосовується для поліпшення властивостей сталевих відливок.

Прискорене охолодження на повітрі призводить до розпаду аустеніту при нижчих температурах, що перевищує дисперсність феритно-цементної суміші. Частково пригнічується виділення фериту в доевтектоїдних сталях, що підвищує міцність, і твердість нормалізованої сталі.

Таблиця 1.3- Поетапна нормалізація згідно ТУ

Операція	Обладнання	Середа	Режим роботи
Створення вакууму в эл.печі Час створення вакууму не більше 60хв	Ipsen 10.0VPT- 4035/36HV Эл.печь VG-200V Эл.печь FHV- 90GHS Эл.печь СЭВ-53	вакум $1 \times 10^{-3} \dots 1 \times 10^{-5}$ мбар вакуум $1,33 \times 10^3 \dots 1,33 \times 10^{-5}$ мбар	
1сегмент швидкість нагріву			20°/хв
2сегмент-нагрев температура витримки час витримки			950±20 1 ⁰⁰ -2 ⁰⁰
3сегмент-выдержка температура витримки час витримки середовище витримки		Динамический вакуум (1...9)х10 ⁻² бар	1050±10 1 ⁰⁰ -1 ³⁰
4сегмент- охлаждение швидкість охладження			300°/хв
5сегмент температура закінчення процесу			≤50°

1.2 Вибір типу виробництва і форми організації робіт

Тип виробництва заздалегідь визначають на початковій стадії розробки технологічного процесу залежно від річного обсягу випуску і маси деталі. Річна програма випуску деталі "Форсунка"

N=5000штук, маса деталі 0,04кг, що відповідає серійному типу виробництва згідно таблиці. 2.2 методичних вказівок [6, таблиця.2.2, стр.22].

Остаточно тип виробництва визначається по коефіцієнту закріплення операцій на ділянці або потоковій лінії. Коефіцієнт закріплення - це відношення усіх деталей - операцій, що виконуються або повинні виконуватися упродовж місяця на ділянці, до числа робочих місць :

$$K_{з.о.} = \frac{O}{M}, \quad (1.1)$$

де O- кількість деталей-операцій;

M- кількість робочих місць на ділянці.

Для серійного виробництва $K_{з.о.} = 11...20$ згідно [6, стр.22].

Організаційну форму виконання робіт на ділянці встановлюють залежно від принципу розміщення робочих місць і характеру руху оброблюваних заготовель.

Серійному виробництву відповідає непотокова і групова форма організації. Запуск заготовки у виробництво здійснюється партіями з певною періодичністю.

Кількість заготовок в партії для одночасного запуску визначається по формулі, штук:

$$n = \frac{a \cdot N}{250}, \quad (1.2)$$

де - періодичність запуску деталей у виробництво або кількість днів, на які необхідно забезпечити запас деталей для роботи складального цеху; Приймаємо, a = 3 днів;

N -годовая програма випуску;

250 - кількість робочих днів в році.

$$n = \frac{3 \cdot 5000}{250} = 60 \text{ штук}$$

1.3 Вибір виду і методу отримання заготовки

Метод отримання тієї або іншої заготівлі залежить від службового призначення деталі і вимог, що пред'являються до неї, від її конфігурації і розмірів, виду конструкційного матеріалу, типу виробництва і інших чинників. Одну і ту ж деталь можна виготовити із заготівель отриманих різними способами. Одним із засадничих принципів вибору заготівлі є орієнтація на такий спосіб виготовлення, який забезпечить їй максимальне наближення до готової деталі. В цьому випадку істотно скорочується витрата металу, об'єм механічної обробки і виробничий цикл виготовлення деталі.

В цьому випадку істотно скорочується витрата металу, об'єм механічної обробки і виробничий цикл виготовлення деталі.

1.3.1 Визначення розмірів і маси заготівки

Для отримання деталі "Форсунка" використовується два види литва, а саме: по моделях, що виплавляються, і в кокіль.

Клас розмірної точності і ряд припусків визначаємо по [7, таблиця.4.5, стр.47] і занесемо в таблицю.1.5.

Таблиця 1.5 - Клас точності розмірів і ряд припусків

Спосіб лиття	Клас розмірної точності	Ряд припусків
Відливання по моделях	8	2
В кокіль	9	3

Допуски на лінійні розміри відливок призначаємо по ГОСТ 26645-83 залежно від класу точності і номінального розміру, і занесемо в таблицю.1.6.

Таблиця 1.6 - Допуски лінійних розмірів

Номінальний розмір, мм	Допуск, мм	
	Відливання по моделях	У кокіль
Ø11,9	±0,45	±0,55
Ø4,6	±0,35	±0,45
Ø8	±0,4	±0,5
52	±0,6	±0,8
28	±0,55	±0,7
25	±0,5	±0,6
3	±0,32	±0,4

Припуски вибираємо залежно від допуску і ряду припусків по [7, таблиця.4.9, стр.61] і занесемо в табл.1.7.

Таблиця 1.7- Припуски на механічну обробку виливки (на сторону)

Номінальний розмір, мм	Припуск, мм	
	Лиття по моделях	У кокіль
Ø11,9	1,5	2,5
Ø4,6	1,7	2,6
Ø8	1,3	2
52	3	3,5
25	1,4	2,2
3	1,3	2

Визначаємо масу заготовки

$$m = V \cdot \rho \quad (1.3)$$

де V - об'єм заготовлі;

ρ - щільність матеріалу

$$\rho = 7,82 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

Визначаємо об'єм заготовки. Відливки по моделях, що витоплюються, представлене на рис.1.2

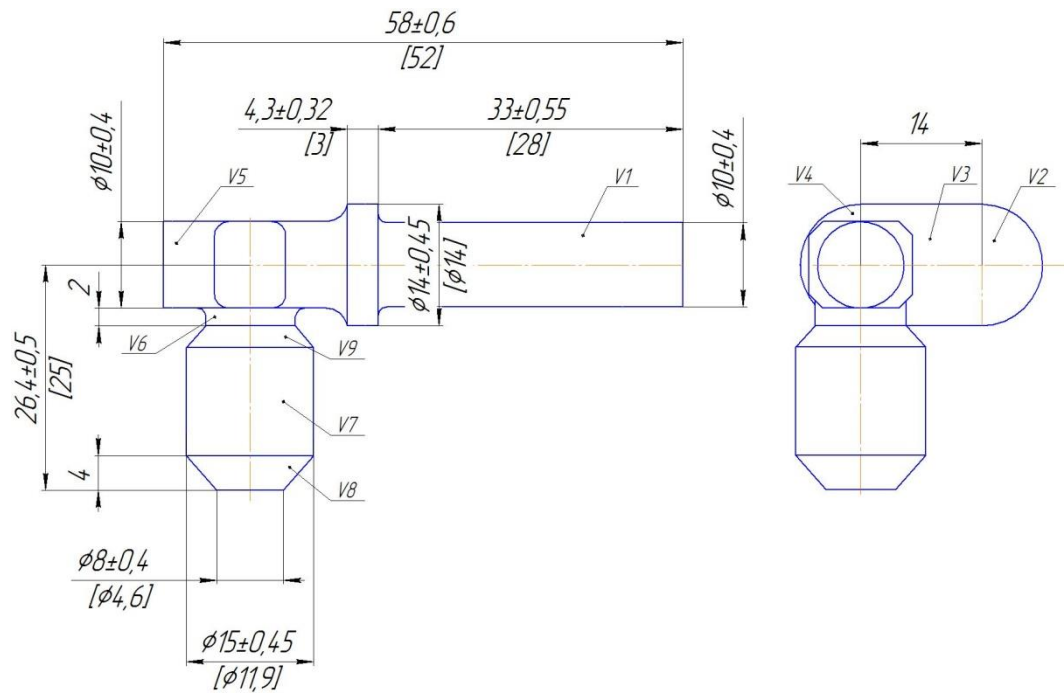


Рисунок 1.2 – Відливка по моделях, що витоплюються, для деталі "Форсунка"

$$\begin{aligned}
 V = V_1 + V_2 + \dots + V_8 + V_9 &= \pi(R_1^2 \cdot h_1 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot R_2^2 \cdot h_2 + a \cdot b \cdot h_2 + R_3^2 \cdot h_3 + R_4^2 \cdot h_4 + R_5^2 \cdot h_5 + \\
 &+ \frac{1}{3} \cdot h_6 \cdot (r_5^2 + r_6 \cdot r_5 + r_6^2) + \frac{1}{3} \cdot h_7 \cdot (r_5^2 + r_5 \cdot r_7 + r_7^2) = 3,14 \cdot (5^2 \cdot 32,8 + 7^2 \cdot 4,3 + 14 \cdot 14 \cdot 4,3 + \\
 &+ 5^2 \cdot 21 + 5^2 \cdot 2 + 7,5^2 \cdot 11,4 + \frac{1}{3} \cdot 4 \cdot (7,5^2 + 7,5 \cdot 4 + 4^2) + \frac{1}{3} \cdot 2 \cdot (7,5^2 + 7,5 \cdot 5 + 5^2)) = \\
 &2575 + 190 + 843 + 1641 + 157 + 2014 + 427 + 496 = 8343 \text{ мм}^3
 \end{aligned}$$

$$m = 8343 \cdot 0,782 \cdot 10^{-6} = 0,065 \text{ кг}$$

Другий метод – лиття у кокіль. Виливка представлена на рис.1.3

$$\begin{aligned}
 V &= 3,14 \cdot (6^2 \cdot 34 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 9,5^2 \cdot 5 + 19 \cdot 14 \cdot 5 + 6,3^2 \cdot 20 + 6,3^2 \cdot 2 + 8,5^2 \cdot 11 + \\
 &+ \frac{1}{3} \cdot 4 \cdot (8,5^2 + 8,5 \cdot 4,9 + 4,9^2) + \frac{1}{3} \cdot 4 \cdot (8,5^2 + 8,5 \cdot 6,3 + 6,3^2)) = \\
 &+ 3,14 \cdot (1281 + 1416 + 1330 + 2493 + 249 + 2496 + 577 + 694) = 10535 \text{ мм}^3
 \end{aligned}$$

$$m = 10535 \cdot 0,782 \cdot 10^{-6} = 0,08 \text{ кг}$$

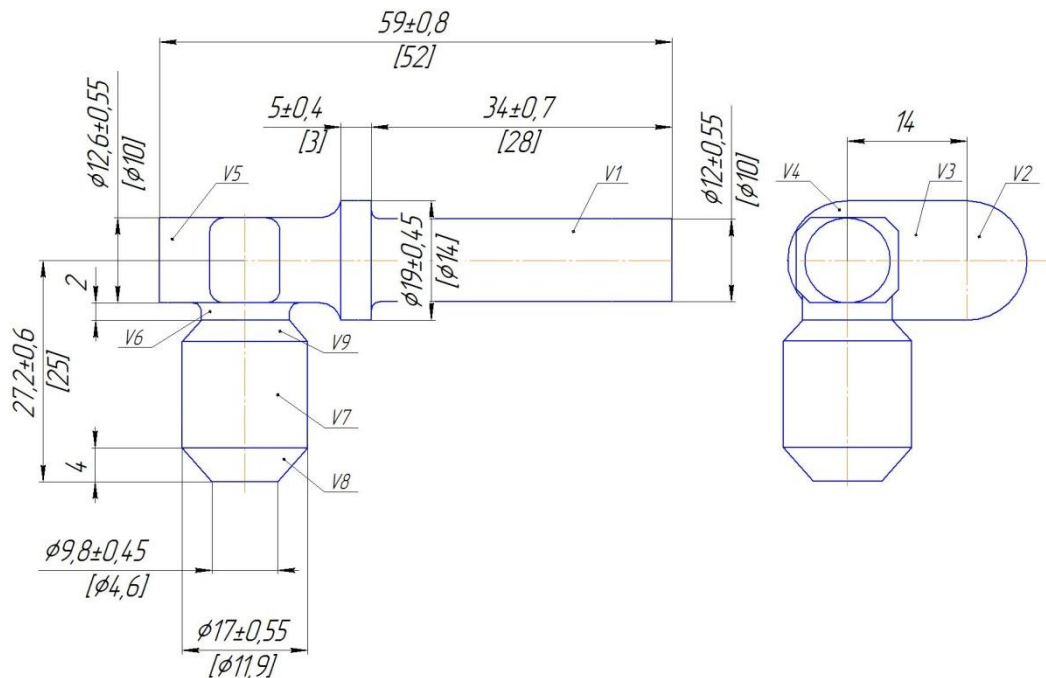


Рисунок 1.3 - Лиття в кокіль деталі "Форсунка"

1.3.2 Визначення вартості заготовок

Вартість заготовок, що отримуються литтям можна визначити по формулі :

$$C = \frac{C_6}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II} - (Q - q) \cdot \frac{S_{omx}}{1000}, \quad (1.4)$$

де C_6 - базова вартість 1т заготовки, грн;

Q - маса заготовки, кг;

K_T - коефіцієнт, що враховує клас точності;

K_M - коефіцієнт, що враховує матеріал заготівлі;

K_C - коефіцієнт, що враховує групу складності;

K_B - коефіцієнт, що враховує масу заготівлі;

K_{II} - коефіцієнт, що враховує розмір річної програми випуску;

q - маса готової деталі, кг;

$S_{отх}$ - вартість 1т стружки, грн

Визначення коефіцієнта використання матеріалу :

$$\eta = \frac{q}{Q}, \quad (1.5)$$

Визначаємо для кожного з методів коефіцієнти [1, таблиця.1.6-1.11, таблиця.1,12-1,23, стр.14-18], дані заносимо в таблицю.1.8.

Таблиця 1.8 - Коефіцієнти вартості заготовки

Метод отримання	K_T	K_M	K_C	K_B	K_P	C_6	$S_{отх}$
Лиття в кокіль	1,0	2,4	1,0	1,0	0,5	3350	140
Лиття по моделях	1,1	1,23	0,74	0,9	0,83	4350	140

Визначаємо собівартість виготовлення заготовки і коефіцієнт використання матеріалу по формулах 1.4-1.5. Дані занесемо в звідну таблицю.1.9

$$C_1 = \frac{3350}{1000} \cdot 0,08 \cdot 1,0 \cdot 2,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 - (0,08 - 0,04) \cdot \frac{140}{1000} = 0,32 \text{ грн}$$

$$C_2 = \frac{4350}{1000} \cdot 0,065 \cdot 1,1 \cdot 1,23 \cdot 0,74 \cdot 0,9 \cdot 0,83 - (0,065 - 0,04) \cdot \frac{140}{1000} = 0,2 \text{ грн}$$

$$\eta_1 = \frac{0,04}{0,08} = 0,5$$

$$\eta_2 = \frac{0,04}{0,065} = 0,62$$

Таблиця 1.9 - Порівняльні показники двох методів отримання заготовок

Показники	Позначення	Одиниці виміру	Метод	
			кокіль	По моделях
Маса заготовки	Q	кг	0,08	0,065
Вартість заготовки	C	грн	0,32	0,2
Коефіцієнт використання матеріалу	η		0,5	0,62

При порівнянні двох методів отримання заготовок, отримані значення

$C_1 > C_2$ и $\eta_1 < \eta_2$, отже приймаємо другий метод - лиття по моделях, що виплавляються, і розраховуємо річну економію по вартості виготовлення заготовок і річну економію матеріалу.

Річна економія за вартістю виготовлення заготовок розраховується по формулі:

$$\mathcal{E}_c = (C_1 - C_2) \cdot N = (0,32 - 0,2) \cdot 5000 = 580 \text{ грн} \quad (1.6)$$

Річна економія матеріалу розраховується по формулі

$$M = \frac{q \cdot (\eta_1 - \eta_2)}{\eta_1 \cdot \eta_2} \cdot N = \frac{0,04 \cdot (0,62 - 0,5)}{0,62 \cdot 0,5} \cdot 5000 = 77,4_{кг} \quad (1.7)$$

Найбільш раціональним є виготовлення заготовки литтям по моделях, що виплавляються, оскільки річна економія за вартістю в порівнянні з литтям в кокіль - 2150 грн, а річна економія матеріалу - 77,4кг.

1.3.3 Вибір баз

Робота по вибору технологічних баз починається з вибору чорнової і установчої бази для першої операції. Чорнова база повинна забезпечуватися на першій операції, яка в подальшому є важливою установчою базою для подальшої обробки поверхонь деталі.

Тому за чорнову базу приймається необроблена поверхня Ø10мм. Ескіз чорновий бази показано на рис.1.4.

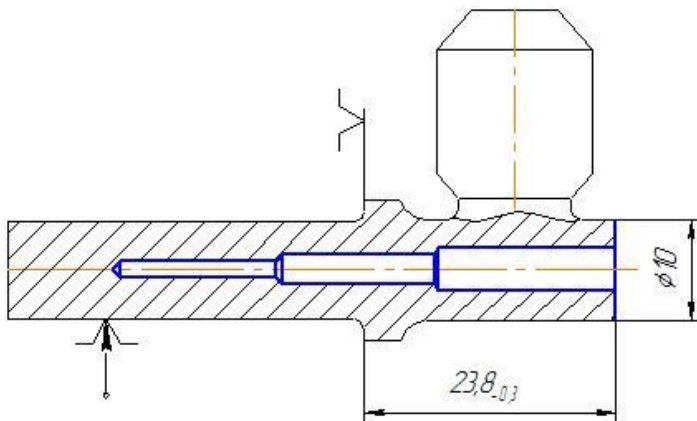


Рисунок 1.4 - Ескіз чорнової бази

Головним принципом вибору чистових баз є принцип сталості баз, що підвищує точність обробки і сприяє використанню однотипних пристроїв та схем установки. За чистову базу приймаються торці, отримані на операції 025. Заготівка встановлюється в центрах. Ескіз чистової бази показано на рис.1.5.

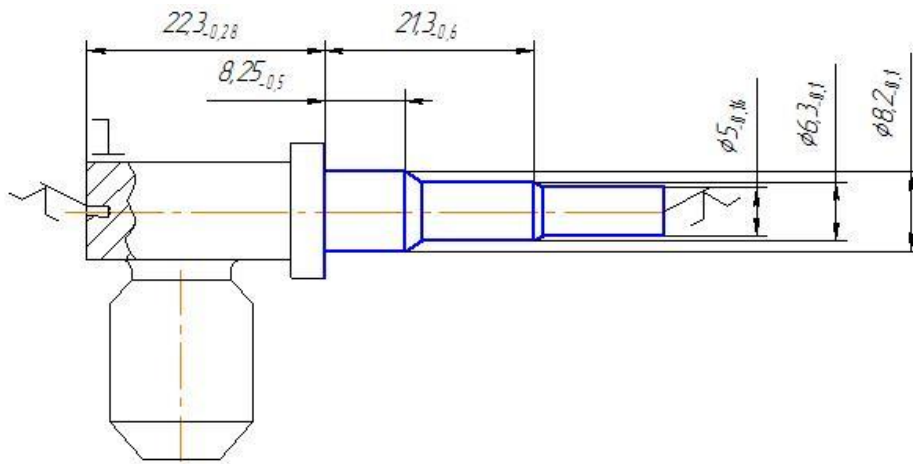


Рисунок 1.5 - Ескіз чистової бази

1.4 Проектування плану обробки

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Технологічність конструкції деталі можна визначити за наступними пунктами:

- оброблюваність матеріалу.

Група матеріалу III - сталь легована, конструктивна 10X18H9Л.

Оброблюваність матеріалу - задовільна, коефіцієнт оброблюваності 1,0 ... 0,8, можливість отримання необхідної шорсткості – легко;

- поверхні, які використовуються в якості технологічних баз - прості (циліндричні, плоскі);

- принцип єдності баз дотримується в більшості операцій;
- деталь має жорстку конструкцію;
- багатоінструментальна і багатопозиційна обробка поверхонь можлива;
- спеціальний ріжучий інструмент використовується;
- доступ ріжучого інструменту до оброблюваних поверхонь свободний.
- допуски і граничні відхилення в більшості випадків відповідають стандартним значенням;

Викреслюємо ескіз деталі і виконуємо технологічну розмітку рис.1.6.

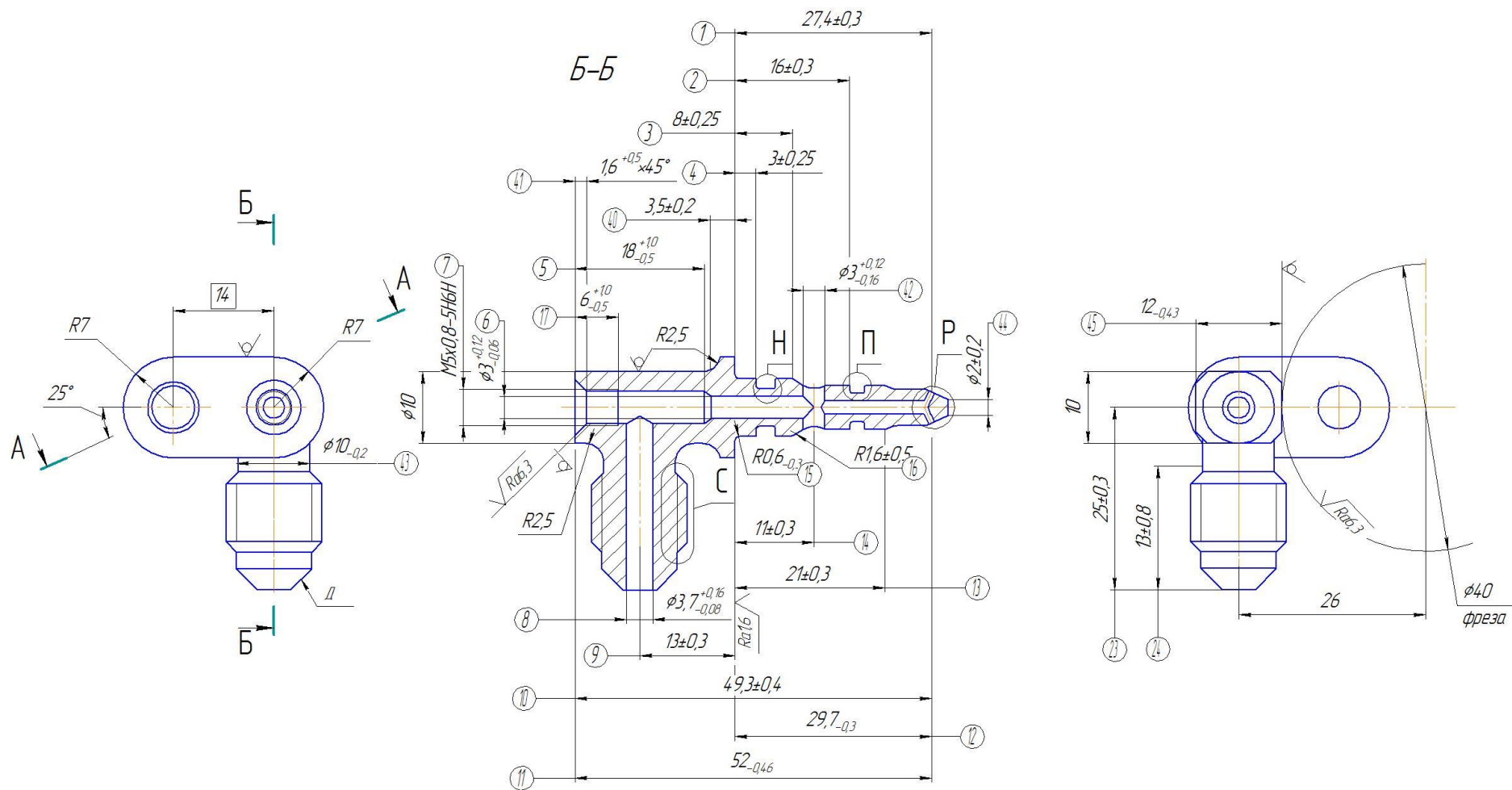


Рисунок 1.6 - Технологічна розмітка основних поверхонь

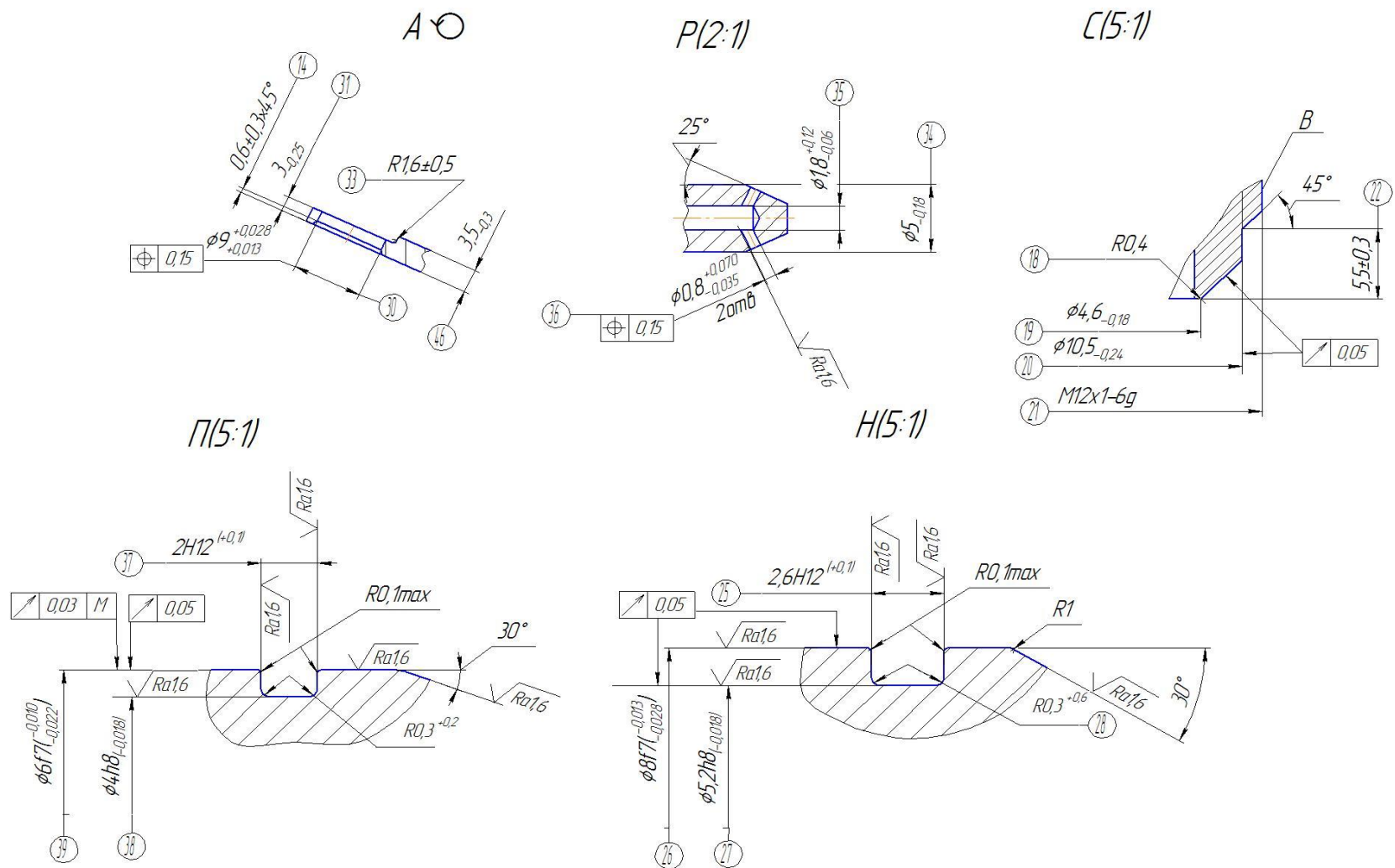


Рисунок 1.6 - Технологічна розмітка основних поверхонь (Продовження)

Технологічність конструкції можна оцінити за допомогою ряду показників. Для цього дивимося рис.1.6 і табл.1.10.

Таблиця 1.10 - Характеристика формотворчих поверхонь

Номер поверхні	Виконавчий розмір, мм	Квалітет	Допуск, мм	Розмір шорсткості, мкм	Клас шорсткості
20	$\varnothing 10,5_{-0,24}$	h12	0,24	3,2	5
43	$\varnothing 10_{-0,2}$	h12	0,2	3,2	5
30	$\varnothing 9^{+0,028}_{-0,013}$	F7	0,015	3,2	5
26	$\varnothing 8^{+0,013}_{-0,028}$	f7	0,015	1,6	6
39	$\varnothing 6^{+0,013}_{-0,028}$	f7	0,015	1,6	6
27	$\varnothing 5,2_{-0,018}$	h8	0,018	1,6	6
34	$\varnothing 5_{-0,18}$	h13	0,18	3,2	5
19	$\varnothing 4,6_{-0,18}$	h13	0,18	1,6	6
38	$\varnothing 4_{-0,018}$	h8	0,018	1,6	6
9	$\varnothing 3,7^{+0,18}$	H8	0,18	3,2	5
42	$\varnothing 3^{+0,105}_{-0,03}$	D11	0,075	3,2	5
44	$\varnothing 2 \pm 0,2$	js15	0,04	3,2	5
35	$\varnothing 1,8^{+0,105}_{-0,03}$	D11	0,075	3,2	5
36	$\varnothing 0,8^{+0,016}_{-0,006}$	F7	0,022	1,6	6
11	$52_{-0,46}$	h13	0,46	3,2	5
10	$49,3 \pm 0,4$	js14	0,8	3,2	5
12	$27,4 \pm 0,3$	js14	0,6	1,6	6
23	$25 \pm 0,3$	js14	0,6	3,2	5
13	$21 \pm 0,3$	js14	0,6	1,6	6
5	$18^{+1,0}_{-0,5}$	h14	1,5	3,2	6
2	$16 \pm 0,3$	js14	0,6	1,6	6
9	$13 \pm 0,3$	js14	0,6	1,6	6
24	$13 \pm 0,8$	js17	1,6	3,2	5

Продовження табл.1.10

Номер поверхні	Виконавчий розмір, мм	Квалітет	Допуск, мм	Розмір шорсткості, мкм	Клас шорсткості
14	11±0,3	js14	0,6	1,6	6
3	8±0,25	js13	0,5	1,6	6
17	6 ^{+1,0} _{-0,5}	h14	1,5	3,2	5
22	5,5±0,3	js14	0,6	3,2	5
46	3,5 _{-0,3}	h14	0,3	3,2	5
40	3,5±0,2	js15	0,4	3,2	5
4	3±0,25	js15	0,5	1,6	6
31	3 _{-0,25}	h14	0,25	3,2	5
25	2,6 ^{+0,12}	H12	0,12	1,6	6
37	2 ^{+0,12}	H12	0,12	1,6	6

Коефіцієнт використання заготовки $\eta = 0,62 < 0,8$ значно нижче нормативного.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі:

$$K_{KЭ} = \frac{Q_{yэ}}{Q_э} \geq 0,6, \quad (1.8)$$

де $Q_э$ - загальна кількість конструктивних елементів;

$Q_{yэ}$ - кількість уніфікованих елементів, обробка яких можлива стандартним інструментом.

$$K_{KЭ} = \frac{23}{34} = 0,67 \geq 0,6$$

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{mo} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} \geq 0,8, \quad (1.9)$$

де A_{cp} - середнє значення квалітету точності $A_{cp} = 11,6$;

$$K_{mo} = 1 - \frac{1}{11,6} = 0,91 \geq 0,8$$

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{mo} = \frac{1}{B_{cp}} \leq 0,32, \quad (1.10)$$

де B_{cp} - середнє значення показників шорсткості $B_{cp} = 5,47$;

$$K_{mo} = \frac{1}{5,47} = 0,0053 \leq 0,32,$$

Так як нерівності виконуються, то деталь вважається технологічною.

1.4.2 Проектування технологічного маршруту обробки поверхонь

Загальна уточнення за показниками якості і точності поверхні визначається:

$$\varepsilon_{0Td} = \frac{Td_3}{Td_0}, \quad (1.11)$$

де Td_0 и Td_3 - допуск геометричного розміру, відповідно деталі і заготовки.

$$\varepsilon_{\Delta 0} = \frac{\Delta_3}{\Delta_0}, \quad (1.12)$$

де Δ_0 и Δ_3 - похибка форми і взаємного розташування деталі і заготовки.

$$\varepsilon_{0Ra} = \frac{Ra_3}{Ra_0}, \quad (1.13)$$

де Ra_0 и Ra_3 – шорсткість, відповідно деталі і заготовки.

За найбільшим показником визначаємо кількість переходів

$$k_p = 2 \cdot \lg \cdot \varepsilon_0, \quad (1.14)$$

Умова збіжності МОП

$$\varepsilon_0 = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i, \quad (1.15)$$

План обробки зовнішньої циліндричної поверхні 26-Ø8f7($_{-0,028}^{-0,013}$)мм

Биття - 0,05мм; шорсткість Ra1,6 мкм; клас чистоти ∇6. Заготовка-виливок: Ø10±0,4мм; квалітет точності розміру заготовки IT16 по [2, табл.3.1, стор.13]; шорсткість Ra12,5мкм по [2, табл.3.7, стор.23]; клас чистоти ∇3.

Використовуючи формули 1.11-1.14, визначимо загальне уточнення за показниками якості і точності поверхні.

$$\varepsilon_{0Td} = \frac{800}{15} = 53,3;$$

$$\varepsilon_{0\Delta} = \frac{0,8}{0,05} = 16;$$

$$\varepsilon_{0Ra} = \frac{12,5}{1,6} = 7,8;$$

$$k_p = 2 \cdot \lg 53,3 = 3,4 \quad k_{np} = 3$$

Розрахункова різниця квалітетів: $\Delta_{кв.} = IT_{заг} - IT_{дет} = IT16 - f7 = 9_{кв.} = 4 + 3 + 2$

Розрахункова різниця класів чистоти: $\Delta_{кл.} = \Delta_{дет} - \Delta_{заг} = \Delta 6 - \Delta 3 = 3_{кл.}$

Для вибору найменувань технологічних переходів використовуємо [2, табл.3.6, стор.22].

0.Заготовка

1.То

2.Точіння чорнове

3.Точіння чистове

4.Шліфування попереднє

Для кожного переходу визначаємо допуск по [2, табл.3.1, стор.13], шорсткість по [2, табл.3.7, стор.23], биття по [8, табл.2, стор.7]

Для кожного переходу визначимо уточнення за показниками якості і точності використовуючи формули 1.11-1.15

2-й перехід - точіння чорнове $Td_1=120\text{мм}$, $\Delta_1=0,2\text{мкм}$, $Ra_1=6,3\text{мкм}$,

$$\varepsilon_{Td_1} = \frac{800}{120} = 6,66$$

$$\varepsilon_{\Delta_1} = \frac{0,8}{0,2} = 4$$

$$\varepsilon_{Ra_1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,984$$

3-й перехід - точіння чистове $Td_2=30\text{мм}$, $\Delta_2=0,1\text{мкм}$, $Ra_2=3,2\text{мкм}$,

$$\varepsilon_{Td_2} = \frac{120}{30} = 4$$

$$\varepsilon_{\Delta_2} = \frac{0,2}{0,1} = 2$$

$$\varepsilon_{Ra_2} = \frac{6,3}{3,2} = 1,968$$

4-й перехід – шліфування $Td_3=15\text{мм}$, $\Delta_3=0,05\text{мкм}$, $Ra_3=1,6\text{мкм}$,

$$\varepsilon_{Td_3} = \frac{30}{15} = 2$$

$$\varepsilon_{\Delta_3} = \frac{0,1}{0,05} = 2$$

$$\varepsilon_{Ra_3} = \frac{3,2}{1,6} = 2$$

Необхідна умова для забезпечення МОП виконується

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Td_j} = 6,66 \cdot 4 \cdot 2 = 53,3 \geq \varepsilon_{0Td} = 53,3$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{\Delta_j} = 4 \cdot 2 \cdot 2 = 16 \geq \varepsilon_{0\Delta} = 16$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Ra_j} = 1,984 \cdot 1,968 \cdot 2 = 7,81 \geq \varepsilon_{0Ra} = 7,81$$

Результати розрахунків занесені в табл.1.11.

Аналогічно розраховуємо для плоскої циліндричної поверхні 11-52h13(-0,46)мм; шорсткість Ra3,2мкм; клас чистоти ∇5. Заготовка- вилівка: Ø58±0,6мм; квалітет точності розміру заготовки IT16 по [2, табл.3.1, стор.13]; шорсткість Ra12,5мкм по [2, табл.3.7, стор.23]; клас чистоти ∇3.

Використовуючи формули 1.11-1.14, визначимо загальне уточнення за показниками якості і точності поверхні.

$$\varepsilon_{0Td} = \frac{1200}{460} = 2,6;$$

$$\varepsilon_{0Ra} = \frac{12,5}{1,6} 7,8;$$

$$k_p = 2 \cdot \lg 7,8 = 1,7 \quad k_{np} = 2$$

Розрахункова різниця квалітетів: Δкв.=IT_{заг} - IT_{дет}=IT15-h13=2кв.=1+1

Розрахункова різниця класів частоти: Δкл.=Δ_{дет}-Δ_{заг}=Δ5-Δ3=2кл.

Для вибору найменувань технологічних переходів використовуємо [2, табл.3.6, стор.22].

0.Заготовка

1.ТО

2.Точіння чорнове

3.Точіння чистове

Для кожного переходу визначаємо допуск по [2, табл.3.1, стор.13], шорсткість по [2, табл.3.7, стор.23], биття по [8, табл.2, стор.7]

Для кожного переходу визначимо уточнення за показниками якості і точності використовуючи формули 1.11-1.15

2-й перехід - точіння чорнове Td₁=740мм, Ra₁=6,3мкм,

$$\varepsilon_{Td_1} = \frac{1200}{740} = 1,62$$

$$\varepsilon_{Ra_1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,984$$

3-й перехід – точіння чистове Td₂=480мм, Δ₂=0,04мкм, Ra₂=3,2мкм,

$$\varepsilon_{Td_2} = \frac{740}{460} = 1,6$$

$$\varepsilon_{Ra_2} = \frac{6,3}{3,2} = 1,968$$

Необхідна умова для забезпечення МОП виконується

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Td_j} = 1,62 \cdot 1,6 = 2,6 \geq \varepsilon_{0Td} = 2,6$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Ra_j} = 1,984 \cdot 1,968 = 7,8 \geq \varepsilon_{0Ra} = 7,8$$

Результати розрахунків занесені в табл.1.11

Аналогічно розраховуємо для отворів 30- Ø9F7($^{+0,028}_{-0,013}$)мм;биття - 0,15 мм; шорсткість Ra3,2мкм; клас чистоти ∇5. Заготовка- виливок:Ø14 ± 0,4 мм; квалітет точності розміру заготовки IT16 по [2, табл.3.1, стор.13]; шорсткість Ra12,5мкм по [2, табл.3.7, стор.23]; клас чистоти ∇3.

Використовуючи формули 1.11-1.14, визначимо загальне уточнення за показниками якості і точності поверхні.

$$\varepsilon_{0Td} = \frac{900}{41} = 22;$$

$$\varepsilon_{0\Delta} = \frac{0,9}{0,15} = 6;$$

$$\varepsilon_{0Ra} = \frac{12,5}{3,2} = 3,9;$$

$$k_p = 2 \cdot \lg \cdot 22 = 2,6 \quad k_{np} = 2$$

Розрахункова різниця квалітетів: $\Delta_{кв.} = IT_{заг} - IT_{дет} = IT16 - F7 = 9_{кв.} = 8 + 1$

Розрахункова різниця класів частоти : $\Delta_{кл.} = \Delta_{дет} - \Delta_{заг} = \Delta 5 - \Delta 3 = 2_{кл.}$

Для вибору найменувань технологічних переходів використовуємо [2, табл.3.6, стор.22].

0.Заготовка

1.ТО

2.Свердління

3.Зенкерування

Для кожного переходу визначаємо допуск по [2, табл.3.1, стор.13], шорсткість по [2, табл.3.7, стор.23], биття по [8, табл.2, стор.7]

Для кожного переходу визначимо уточнення за показниками якості і точності використовуючи формули 1.11-1.15

2-й перехід – свердління $Td_1=58$ мм, $\Delta_1=0,2$ мкм, $Ra_1=6,3$ мкм,

$$\varepsilon_{Td_1} = \frac{900}{58} = 15,5$$

$$\varepsilon_{\Delta_1} = \frac{0,9}{0,2} = 4,5$$

$$\varepsilon_{Ra_1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,984$$

3-й перехід – зенкерування $Td_2=41$ мм, $\Delta_2=0,15$ мкм, $Ra_2=3,2$ мкм,

$$\varepsilon_{Td_2} = \frac{58}{41} = 1,41$$

$$\varepsilon_{\Delta_2} = \frac{0,2}{0,15} = 1,33$$

$$\varepsilon_{Ra_2} = \frac{6,3}{3,2} = 1,968$$

Необхідна умова для забезпечення МОП виконується

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Td_j} = 15,5 \cdot 1,41 = 22 \geq \varepsilon_{0Td} = 22 \quad \prod_{j=1}^2 \varepsilon_{\Delta_j} = 4,5 \cdot 1,33 = 6 \geq \varepsilon_{0\Delta} = 6$$

$$\prod_{j=1}^2 \varepsilon_{Ra_j} = 1,984 \cdot 1,968 = 3,9 \geq \varepsilon_{0Ra} = 3,9$$

Аналогічно розраховуємо для інших поверхонь і результати заносимо в табл.1.11

Таблиця 1.11- Маршрути обробки поверхонь

Характер и показники точності і якості поверхні в деталі і в заготовці	Показник <i>j</i>	Уточнення <i>ε_{jo}</i>	Кількість переходів <i>k</i>		Різниця показників і ППТК	МОП		Допуск			Уточнення			
			Розрахункові	Прийняті		i	Метод обробки	Td	Δ	Ra	Td	Δ	Ra	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Нар.цил.пов.34 Ø5h13(_{-0,18}),Ra3,2мкм Заготовка:Ø10±0,4, Ra12,5мкм, IT 16	Td	4,4	1,29	2	∇ _{кв} = IT ₃ – IT _Д =IT16– – h13=3квалітета IT16⇒ТО⇒h14⇒h13 ∇ _{кв} =∇ _Д -∇ ₃ =∇5-∇3=2кл Ra12,5⇒ТО⇒Ra6,3⇒ Ra 3,2	0	Заготовка	800	-	12,5	–	–	–	
						1	ТО	-	-	-	-	-	-	
	Ra	3,9		2		Точ.черн.	300	-	6,3	2,66	-	1,984		
				3		Точ. чист.	180	-	3,2	1,66	-	1,968		
									П	4,4	-	3,9		
Нар.цил.пов.39 Ø6f7(_{-0,010} _{-0,022}),Ra1,6мкм биття - 0,05 мм, Заготовка: Ø10±0,4, Ra 12,5км биття - 0,8мм, IT 16	Td	66,6	3,6	3	∇ _{кв} = IT ₃ – IT _Д = IT16 – – f7 = 9 квалітетів IT16⇒ТО⇒f12⇒f9⇒f7 ∇ _{кв} =∇ _Д -∇ ₃ =∇6-∇3=3кл Ra12,5⇒ТО⇒Ra6,3⇒Ra 3,2⇒Ra1,6	0	Заготівка	800	0,8	12,5	–	–	–	
						1	ТО	-	-	-	-	-	-	
	Δ	16		2		Точ.черн.	120	0,4	6,3	6,66	2	1,984		
				3		Точ. чист.	30	0,1	3,2	4	4	1,968		
	Ra	7,8		4		Шліфув.	12	0,05	1,6	2,5	2	2		
											П	66,6	16	7,8

Продовження таблиці 1.11–Маршрути обробки поверхонь

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нар.цил.пов.20 $\varnothing 10,5 h13_{(-0,24)}, Ra3,2$ Заготовка: $\varnothing 15 \pm 0,45, Ra 12,5 \text{ мкм}$ IT 16	Td	3,75			$\nabla_{KB} = IT_3 - IT_D = IT_{16} -$ $- h13 = 3 \text{ квалітета}$ $IT_{16} \Rightarrow TO \Rightarrow h14 \Rightarrow h13$ $\nabla_{KB} = \nabla_D - \nabla_3 = \nabla_5 - \nabla_3 = 2_{\text{кл}}$ $Ra_{12,5} \Rightarrow TO \Rightarrow Ra_{6,3} \Rightarrow$ $Ra 3,2$	0	Заготівка	900	-	12,5	–	–	–
						1	ТО	-	-	-	-	-	-
						2	Точ.черн.	360	-	6,3	2,5	-	1,984
						3	Точ.чист.	240	-	3,2	1,5	-	1,968
	Ra	3,9	1,18	2						П	3,75	-	3,9
Нар.цил.пов.26 $\varnothing 8 f7_{(-0,013 \atop -0,028)},$ $Ra_{1,6 \text{ мкм}}$ биття - 0,05мм, Заготовка: $\varnothing 10 \pm 0,4,$ $Ra 12,5 \text{ мкм},$ биття 0,8мм; IT16	Td	53,3	3,4	3	$\nabla_{KB} = IT_3 - IT_D = IT_{16} -$ $- f7 = 9 \text{ квалітетів}$ $IT_{16} \Rightarrow TO \Rightarrow f_{12} \Rightarrow f_9 \Rightarrow f_7$ $\nabla_{KB} = \nabla_D - \nabla_3 = \nabla_6 - \nabla_3 = 3_{\text{кл}}$ $Ra_{12,5} \Rightarrow TO \Rightarrow Ra_{6,3} \Rightarrow$ $Ra 3,2 \Rightarrow Ra_{1,6}$	0	Заготівка	800	0,8	12,5	–	–	-
						1	ТО	-	-	-	-	-	-
						2	Точ.черн.	120	0,2	6,3	6,6	4	1,984
						3	Точ. чист.	30	0,1	3,2 1,6	4	2	1,968
	Δ	16				4	Шліфув.	15	0,05		2	2	2
	Ra	7,8											
										П	53,3	16	7,8

Продовження таблиці 1.11– Маршрути обробки поверхонь

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нар.цил.пов 20 $\varnothing^{10,5}h13_{(-0,24)},Ra3,2$ Заготовка:Ø15±0,45, Ra 12,5мкм, IT 16	Td	3,75	1,18	2	$\nabla_{KB} = IT_3 - IT_D = IT_{16} -$	0	Заготівка	900	-	12,5	—	—	—
					$- h_{13} = 3 \text{ квалітета}$	1	ТО	-	-	-	-	-	
	$IT_{16} \Rightarrow TO \Rightarrow h_{14} \Rightarrow h_{13}$	2			Точ.черн.	360	-	6,3	2,5	-	1,984		
	$\nabla_{KB} = \nabla_D - \nabla_3 = \nabla_5 - \nabla_3 = 2 \text{ кл}$	3			Точ. чист	240	-	3,2	1,5	-	1,968		
	Ra	3,9			$Ra_{12,5} \Rightarrow TO \Rightarrow Ra_{6,3} \Rightarrow Ra_{3,2}$								
										П	3,75	-	3,9
Нар.цил.пов19 $\varnothing^{4,6}H13_{(-0,18)},Ra1,6$ биття - 0,05мм, Заготовка: Ø8±0,4 Ra 12,5км биття 0,8мм IT16	Td	4,44	2,4	3	$\nabla_{KB} = IT_3 - IT_D = IT_{16} -$	0	Заготівка	800	0,8	12,5	—	—	-
					$- H_{13} = 3 \text{ квалітета}$	1	ТО	-	-	-	-	-	-
	$IT_{16} \Rightarrow TO \Rightarrow H_{15} \Rightarrow H_{14} \Rightarrow$	2			Точ.черн.	480	0,2	6,3	1,6	4	1,984		
	H13	3			Точ. чист.	300	0,1	3,2	1,6	2	1,968		
	$\nabla_{KB} = \nabla_D - \nabla_3 = \nabla_6 - \nabla_3 = 3 \text{ кл}$	4			Шліфув	180	0,05	1,6	1,6	2	2		
	Δ	16	$Ra_{12,5} \Rightarrow TO \Rightarrow Ra_{6,3} \Rightarrow$										
	Ra	7,8	$Ra_{3,2} \Rightarrow Ra_{1,6}$										
										П	4,44	16	7,8

Продовження таблиці 1.11– Маршрути обробки поверхонь

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Пл.цил.пов. 11 52h14(-0,46)Ra 3,2 мкм Заготовка: 60±0,6 IT 16, Ra12,5мкм	Td	2,6	1,18	2	$\nabla_{KB} = IT_3 - IT_D = IT_{16} -$ $- h_{13} = 3$ квалітета $IT_{16} \Rightarrow TO \Rightarrow h_1 \Rightarrow h_{13}$ $\nabla_{KB} = \nabla_D - \nabla_3 = \nabla_5 - \nabla_3 = 2_{кл}$ $Ra_{12,5} \Rightarrow TO \Rightarrow Ra_{6,3} \Rightarrow$ $Ra_{3,2}$	0	Заготівка	1200					
						1	ТО	-	-	12,5	-	-	-
	2	Точ.черн. торца А,Б				740	-	-	-	-	-	-	
	3	Точ. чист. Б				460	-	-	6,3	1,62	-	1,984	
	Ra	3,9							-	3,2	1,6	-	1,968
										П	2,6	-	3,9
Пл.цил.пов. 4 3h13(-0,25), Ra 1,6 Заготовка:4,3±0,32 IT 16, Ra12,5мкм	Td	2,56	1,78	2	$\nabla_{KB} = IT_3 - IT_D = IT_{16} -$ $- h_{13} = 3$ квалітетів $IT_{16} \Rightarrow TO \Rightarrow h_{14} \Rightarrow h_{13}$ $\nabla_{KB} = \nabla_D - \nabla_3 = \nabla_6 - \nabla_3 = 3_{кл}$ $Ra_{12,5} \Rightarrow TO \Rightarrow Ra_{3,2} \Rightarrow$ $Ra_{1,6}$	0						-	
						1	Заготівка	640	-	-	12,5	-	-
	2	ТО				-	-	-	-	-	-	-	
	3	Точ.черн Шліфув.				300	-	-	3,2	2,13	-	3,9	
	Ra	7,81							-	1,6	1,2		2
										П	2,56	-	7,81

Продовження таблиці 1.11– Маршрути обробки поверхонь

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Отвір 30 $\varnothing 9F7^{(+0,028)}_{(-0,013)} \text{ мм,}$ Ra3,2мкм биття -0,15мкм Заготовка: $\varnothing 14 \pm 0,45$ IT 16, Ra12,5мкм Биття-0,8мкм	Td Ra	22 3,9	 2,6	 2	$\nabla_{\text{KB}} = \text{IT}_3 - \text{IT}_\text{д} = \text{IT}16 -$ – F7 = 9 квалітетів $\text{IT}16 \Rightarrow \text{TO} \Rightarrow \text{F}8 \Rightarrow \text{F}7$ $\nabla_{\text{KB}} = \nabla_\text{д} - \nabla_3 = \nabla_5 - \nabla_3 = 2\text{кл}$ $\text{Ra}12,5 \Rightarrow \text{TO} \Rightarrow \text{Ra}6,3 \Rightarrow$ Ra 3,2	0 1 2 3	Заготівка ТО Свердління Зенкерув.	900 - 58 41	0,9 - 0,2 0,15	12,5 - 6,3 3,2	- - 15,5 1,41	- - 4,5 1,3 3	- - 1,984 1,968
										П	22	6	3,9

1.4.3 Проектування маршруту обробки заготовки (МОЗ)

МОЗ - це загальний план, в якому на основі компоновання раніше розроблених МОП встановлено склад і послідовність операцій технологічного процесу, вказані тип і модель верстата, встановлені технологічні комплекси, розроблені схеми установок, наведені вхідні та вихідні характеристики оброблюваних поверхонь.

Грунтуючись на призначених раніше технологічних базах, необхідно визначити технологічні комплекси поверхонь - одна або кілька поверхонь, які обробляють за одну установку.

На подальшому етапі проектування МОЗ розробляються схеми установок, і проводиться вибір технологічного обладнання. Вибір моделі верстата для конкретної операції залежить від конструктивних особливостей верстата, що досягається точності обробки, встановленої потужності, габаритів заготовки, собівартості верстата, відповідність робочої зони верстата розмірами заготовки. Якщо цим вимогам відповідають кілька різних верстатів, то необхідну модель вибирають з таких міркувань:

- відповідність робочої зони верстата розмірами заготовки;
- відповідність верстата по продуктивності заданого масштабу виробництва;
- можливість роботи на оптимальних режимах різання;
- відповідність верстата по потужності;
- мінімальна собівартість обробки;
- реальна можливість придбання верстата;
- необхідність використання верстатів, наявних.

Маршрут виготовлення деталей - дивитись графічну частину магістерської роботи.

1.5 Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів

Величина операційних припусків використовується при розрахунку операційних виконавчих розмірів. Ці розміри необхідні для настройки і налагодження верстатів, вибору ріжучого інструменту, розрахунку режимів різання, оформлення документації.

Припуск призначається на кожну поверхню деталі, що обробляється. Загальним припуском z_0 на обробку називається шар матеріалу, що

знімається з поверхні заготовки в процесі механічної обробки. Операційний припуск z_i - це шар матеріалу, що знімається з заготовки при виконанні однієї технологічної операції. Операційний припуск може приймати значення: номінальне z_i^H , мінімальне $z_i^{\min}$ і максимальне $z_i^{\max}$. Значення $z_i^{\min}$ задається в нормативних таблицях. При відомих $z_i^{\min}$ можливо розрахувати:

$$\begin{aligned} 2z_i^H &= Td_{i-1} + 2z_i^{\min}, \\ 2z_i^{\max} &= Td_i + 2z_i^H. \end{aligned} \quad (1.16)$$

де Td_i и Td_{i-1} - технологічні допуски, які забезпечуються в данній та попередній операціях.

Для зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь значення номінальних розмірів розраховується:

$$\begin{aligned} d_{i-1} &= d_i + 2z_i^H, \\ D_{i-1} &= D_i + 2z_{i-1}^H. \end{aligned} \quad (1.17)$$

Вірність проведення розрахунку перевіряється за формулою:

$$\begin{aligned} 2z_i^{\max} - 2z_i^{\min} &= Td_{i-1} + Td_i, \\ d_{az}^H - d_{dem}^H &= 2z_0^H. \end{aligned} \quad (1.18)$$

Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 8 f 7_{-0,028}^{-0,013} мм$, Ra1,6мкм. Заготівки $\varnothing 10 \pm 0,4 мм$, Ra12,5мкм, IT16. Маршрут обробки данної поверхні наведено в табл.1.11.

Визначаємо мінімальні припуски по [1, табл.3.2-3.3, стр.42-43].

$$2z_1^{\min} = 1,25 мм \quad 2z_2^{\min} = 0,2 мм \quad 2z_3^{\min} = 0,1 мм$$

Визначаємо номінальний і максимальний припуск використовуючи формулу (1.16):

$$\begin{aligned} 2z_1^H &= 0,4 + 1,25 = 1,65 мм & 2z_1^{\max} &= 0,8 + 1,25 + 0,12 = 2,17 мм \\ 2z_2^H &= 0,12 + 0,2 = 0,32 мм & 2z_2^{\max} &= 0,32 + 0,03 = 0,35 мм \end{aligned}$$

$$2z_3'' = 0,03 + 0,1 = 0,13 \text{ мм}$$

$$2z_3^{\max} = 0,13 + 0,015 = 0,145 \text{ мм}$$

Визначаємо номінальні розміри використовую формулу (1.17):

$$d_1 = 8 + 0,13 = 8,13 \text{ мм}$$

$$d_2 = 8,13 + 0,32 = 8,35 \text{ мм}$$

$$d_3 = 8,35 + 1,65 = 10 \text{ мм}$$

Виконати перевірку за формулою (1.18):

$$2,17 - 1,25 = 0,92 = 0,8 + 0,12 = 0,92$$

$$0,35 - 0,2 = 0,15 = 0,03 + 0,12 = 0,15$$

$$0,145 - 0,1 = 0,045 = 0,03 + 0,015 = 0,045$$

Загальний припуск

$$10 - 8 = 2 \text{ мм}$$

$$2 = 1,65 + 0,32 + 0,13 = 2$$

Виконавчі розміри

$$d_3 = 10 \pm 0,4 \text{ мм}$$

$$d_2 = 8,35_{-0,12} \text{ мм}$$

$$d_1 = 8,13_{-0,03} \text{ мм}$$

$$d_H = 8_{-0,028}^{-0,013} \text{ мм}$$

Результати розрахунків зведені в табл.1.12 і показані на схеме- рис.1.7

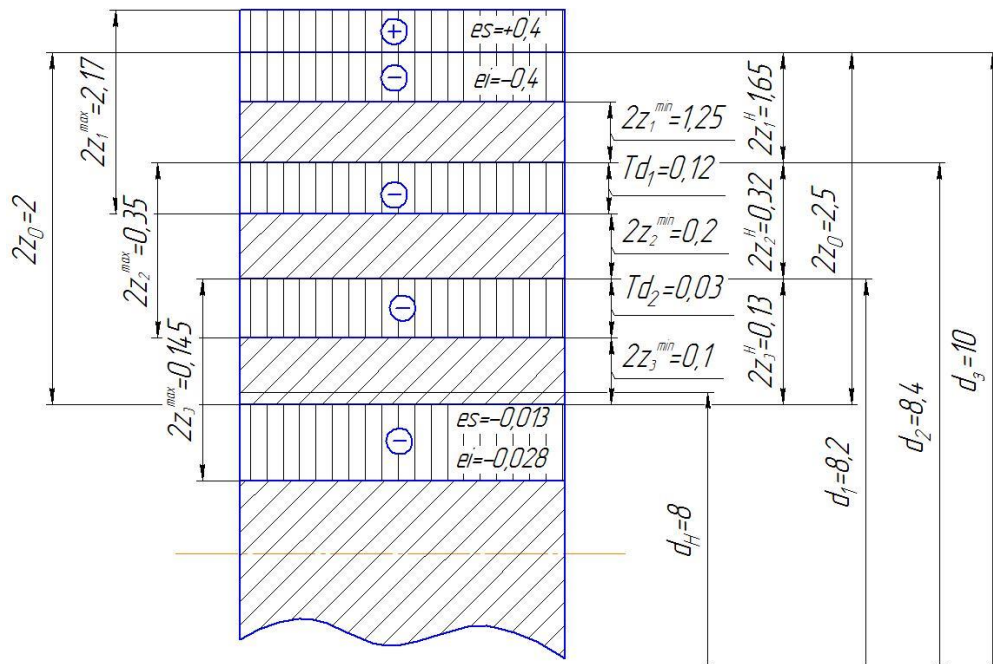


Рисунок 1.7 - Схема розташування допусків, припусків і технологічних розмірів для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 8f7 \begin{smallmatrix} -0,013 \\ -0,028 \end{smallmatrix} \text{мм}$

Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів для отвору $\varnothing 9F7 \begin{smallmatrix} +0,028 \\ -0,013 \end{smallmatrix} \text{мм}$, $Ra3,2 \text{мкм}$. Маршрут обробки даної поверхні наведено в табл.1.11.

Визначаємо мінімальні припуски

$$2Z_1^{\min} = 4,44 \text{мм} \quad 2Z_2^{\min} = 0,1 \text{мм}$$

Визначаємо номінальний і максимальний припуск використовуючи формулу (1.16):

$$2Z_1^H = 8,8 + 0,058 = 8,858 \text{мм} \quad 2Z_1^{\max} = 8,8 + 0,058 = 8,858 \text{мм}$$

$$2Z_2^H = 0,2 + 0,013 = 0,213 \text{мм} \quad 2Z_2^{\max} = 0,041 + 0,2 + 0,058 = 0,299 \text{мм}$$

Визначаємо виконавчі розміри

$$d_1 = 9 + 0,213 = 8,78 \text{мм}$$

$$d_{c6} = 8,8^{+0,058} \text{мм}$$

$$d_3 = 0 \text{мм}$$

Результати розрахунків зведені в табл.1.11 і показані на схеме- рис.1.8

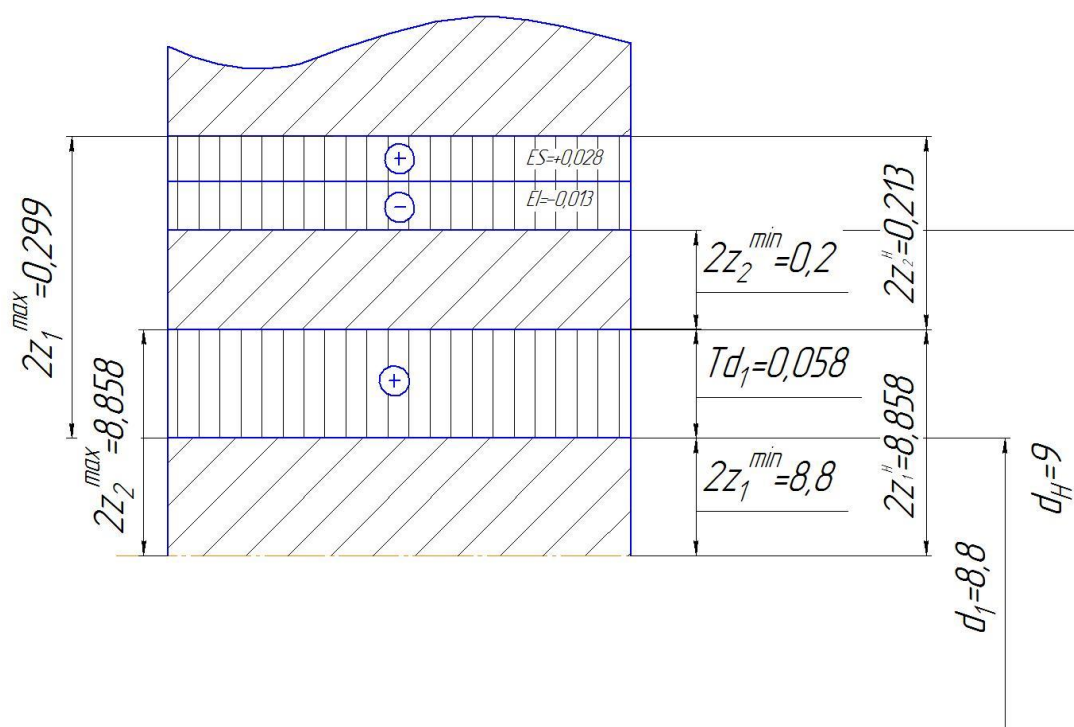


Рисунок 1.8- Схема розташування допусків, припусків і технологічних розмірів для отвору $\varnothing 9F7 \begin{smallmatrix} +0,028 \\ -0,013 \end{smallmatrix}$ мм

Розрахунок міжопераційних припусків і технологічних розмірів для плоскої циліндричної поверхні $52h13 \begin{smallmatrix} -0,46 \end{smallmatrix}$ мм. Маршрут обробки даної поверхні наведено в табл.1.11.

Визначаємо мінімальні припуски

$$2z_1^{min} = 1,5 \text{ мм}$$

$$2z_2^{min} = 1,5 \text{ мм}$$

$$2z_3^{min} = 4 \text{ мм}$$

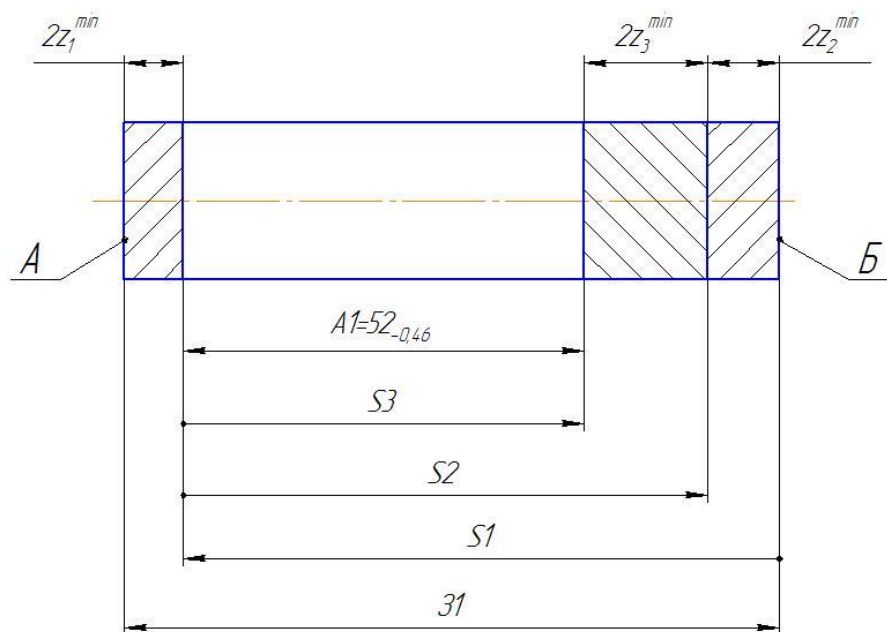
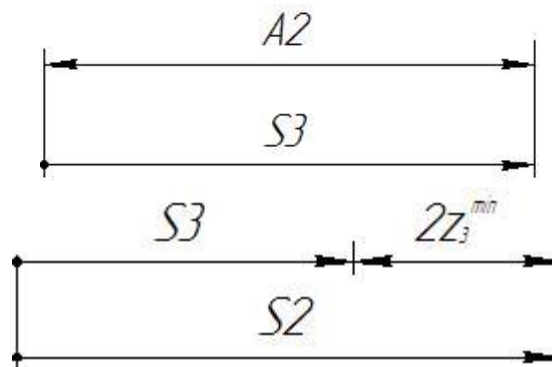


Рисунок 1.9- Розрахункова схема для плоскої циліндричної поверхні $52h13(-0,46)$ мм.

Поверхня обробляється одна за одною - торець А, потім торець Б.
Складаємо розмірні ланцюги починаючи з простих.



$$S_3 = [A2]$$

$$S_3^{\max} = 52 \text{ мм}$$

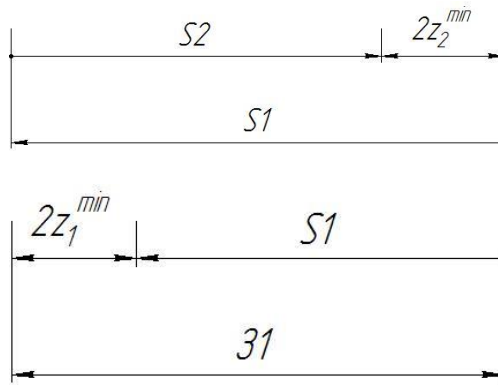
$$S_3^{\min} = 51,54 \text{ мм}$$

$$S_2^{\min} = S_3^{\max} + z_3^{\min} = 52 + 4 = 56 \text{ мм}$$

$$S_2^{\max} = S_2^{\min} + TS_2 = 56 + 0,74 = 56,74 \text{ мм}$$

$$z_3^{\max} = S_2^{\max} - S_3^{\min} = 56,74 - 51,54 = 5,2 \text{ мм}$$

$$S_2 = [S_2^{\max}]_{-TS_2} = 56,8_{-0,74} \text{ мм}$$



$$S_1^{\min} = S_2^{\max} + z_2^{\min} = 56,74 + 1,5 = 58,24 \text{ мм}$$

$$S_1^{\max} = S_1^{\min} + TS_1 = 58,24 + 0,74 = 58,98 \text{ мм}$$

$$z_2^{\max} = S_1^{\max} - S_2^{\min} = 58,98 - 56 = 2,98 \text{ мм}$$

$$S_1 = [S_1^{\max}]_{-TS_1} = 59_{-0,74} \text{ мм}$$

$$3_1^{\min} = S_1^{\max} + z_1^{\min} = 58,98 + 1,5 = 60,48 \text{ мм}$$

$$3_1^{\max} = 3_1^{\min} + TS_{31} = 60,48 + 1,2 = 61,68 \text{ мм}$$

$$z_1^{\max} = 3_1^{\max} - S_1^{\min} = 61,68 - 58,24 = 3,44 \text{ мм}$$

$$3_1^H = 3_1^{\max} - es = 61,68 - 0,6 = 61,08 \text{ мм}$$

$$3_1 = [3_1^H]_{-ei}^{+es} = 61 \pm 0,6 \text{ мм}$$

За допомогою розмірного аналізу і рішення розмірних ланцюгів визначили розміри по переходах торцевих поверхонь.

Для торця А:

-точіння чорнове $S_1 = 59_{-0,74} \text{ мм}$

Для торця Б:

-точіння чернове $S_2 = 56,8_{-0,74} \text{ мм}$

-точіння чистове $S_3 = 52_{-0,46} \text{ мм}$

Таблиця 1.12 - Припуски, операційні розміри і розміри заготовки

№	План обробки елементарної поверхні	Граничні відхилення, мкм		Допуск, мм	Номинал. припуск, мм	Номинал. діаметр, мм	Граничні значення припусків, мм		Виконавчі розміри, мм
		es	ei				$2z_i^{\min}$	$2z_i^{\max}$	
0	Нар. цил. пов.34 $\varnothing 5h13(-0,18)$, Ra3,2мкм Заготовка-відливка, ТО	+0,4	-0,4	800	-	10	-	-	$\varnothing 10 \pm 0,4$
1	Точіння чорнове	0	-0,3	300	4,5	5,5	4,1	5,2	$\varnothing 5,5_{-0,3}$
2	Точіння чистове	0	-0,18	180	0,5	5	0,2	0,68	$\varnothing 5_{-0,18}$
0	Нар. цил. пов.39 $\varnothing 6f7(-0,010_{-0,022})$, Ra1,6мкм Заготовка-відливка, ТО	+0,4	-0,4	800	-	10	-	-	$\varnothing 10 \pm 0,4$
1	Точение чорновое	0	-0,12	120	3,65	6,4	3,25	4,17	$\varnothing 6,4_{-0,12}$
2	Точение чистовое	0	-0,03	30	0,22	6,2	0,2	0,35	$\varnothing 6,2_{-0,03}$
3	Шліфування	-0,010	-0,022	12	0,13	6	0,1	0,142	$\varnothing 6_{-0,022}^{-0,010}$
0	Нар. цил. пов.26 $\varnothing 8f7(-0,013_{-0,028})$, Ra1,6мкм Заготовка-відливка, ТО	+0,4	-0,4	800	-	10	-	-	$\varnothing 10 \pm 0,4$
1	Точіння чорнове	0	-0,12	120	1,65	8,4	1,25	2,17	$\varnothing 8,4_{-0,12}$
2	Точіння чистове	0	-0,03	30	0,32	8,2	0,2	0,35	$\varnothing 8,2_{-0,03}$
3	Шліфування	-0,013	-0,028	15	0,13	8	0,1	0,145	$\varnothing 8_{-0,028}^{-0,013}$

Продовження табл.1.12 – Припуски, операційні розміри і розміри заготовки

№	План обробки елементарної поверхні	Граничні відхилення, мкм		Допуск, мм	Номинал. припуск, мм	Номинал. діаметр, мм	Граничні значення припусків, мм		Виконавчі розміри, мм
		es	ei				$2z_i^{\min}$	$2z_i^{\max}$	
0	Нар. цил. пов.20 $\varnothing 10,5h13(-0,24)$, Ra3,2 Заготовка-відливка, ТО	+0,45	-0,45	900	-	15	-	-	$\varnothing 15 \pm 0,45$
1	Точіння чернове	0	-0,36	360	3,94	11	3,49	4,75	$\varnothing 11_{-0,36}$
2	Точіння чистове	0	-0,24	240	0,56	10,5	0,2	0,8	$\varnothing 10,5_{-0,24}$
0	Нар. цил. пов.19 $\varnothing 4,6H13(-0,18)$, Ra1,6 Заготовка-відливка, ТО	+0,4	-0,4	800	-	8	-	-	$\varnothing 8 \pm 0,4$
1	Точіння чернове	0	-0,48	480	2,32	5,7	1,92	3,2	$\varnothing 5,7_{-0,48}$
2	Точіння чистове	0	-0,3	300	0,68	5	0,2	0,98	$\varnothing 5_{-0,3}$
3	Шліфування	0	-0,18	180	0,4	4,6	0,1	0,58	$\varnothing 4,6_{-0,18}$
0	Пл. цил. пов.11 52h14(-0,46)Ra 3,2 мкм Заготовка-відливка, ТО	+0,6	-0,6	1200	-	61	-	-	$61 \pm 0,6$
1	Точіння чернове	0	-0,74	740	-	59	1,5	2,98	$59_{-0,74}$
2	Точіння чернове	0	-0,74	740	-	56,8	1,5	5,2	$56,8_{-0,74}$
3	Точіння чистове	-0,013	-0,46	460	-	52	4	-	$52_{-0,46}$

Продовження табл.1.12 – Припуски, операційні розміри і розміри заготовки

№	План обробки елементарної поверхні	Граничні відхилення, мкм		Допуск, мм	Номинал. припуск, мм	Номинал. діаметр, мм	Граничні значення припусків,		Виконавчі розміри, мм
		es	ei				$2z_i^{\min}$	$2z_i^{\max}$	
0	Пл. цил. пов 4 3h13 _(-0,25) , Ra 1,6 Заготовка-відливка, ТО	+0,32	-0,32	640	-	4,3	-	-	4,3±0,32
1	Точіння чорнове	0	-0,3	300	0,9	3,4	0,58	1,52	3,4 _{-0,3}
2	Шліфування	0	-0,25	250	0,4	3	0,1	0,65	3 _{-0,25}
0	Отвір 30 Ø9F7 _(^{+0,028}_{-0,013}) мм, Ra3,2мкм Заготовка- відливка, ТО	-	-	-	-	-	-	-	-
1	Свердління	+0,058	0	58	8,85	8,8	8,8	8,85	Ø8,8 ^{+0,058}
2	Зенкерування	+0,028	-0,013	41	0,213	9	0,2	0,219	Ø9 ^{+0,028} _{-0,013}

1.6. Розрахунок режимів різання

1.6.1 Розрахунок режимів різання для операції 025- токарная з ЧПУ

Початкові данні: матеріал – 10X18H9Л; заготовка – виливка по виплавляємим моделям, НВ 296-302; інструмент – різець для контурного точіння з пластиною із твердого сплава с $\varphi=93^\circ$, ГОСТ18881-73 Н=25мм, В=25мм; $r=0,8$, Т15К6; різець для контурного точення с пластиной из твердого сплава с $\varphi=93^\circ$, ГОСТ18881-73 Н=25мм, В=25мм; $r=0,5$, Т15К6; операційний ескіз – рис.1.9;

Технічні характеристики для станка: токарный з ЧПУ 16Б16Ф3, електроніка НЦ-31-01.

- частоти обертання шпинделя: 40; 50; 63; 80; 100; 126; 160; 200; 360; 400; 500; 630; 800; 1000; 1200; 1600; 2000
- поздовжні подачі, мм/об: 2...1200
- поперечні подачі, мм/об: 1...1200
- потужність верстата: 4,2кВт
- кількість інструментів у різцетримачі– 4 шт.

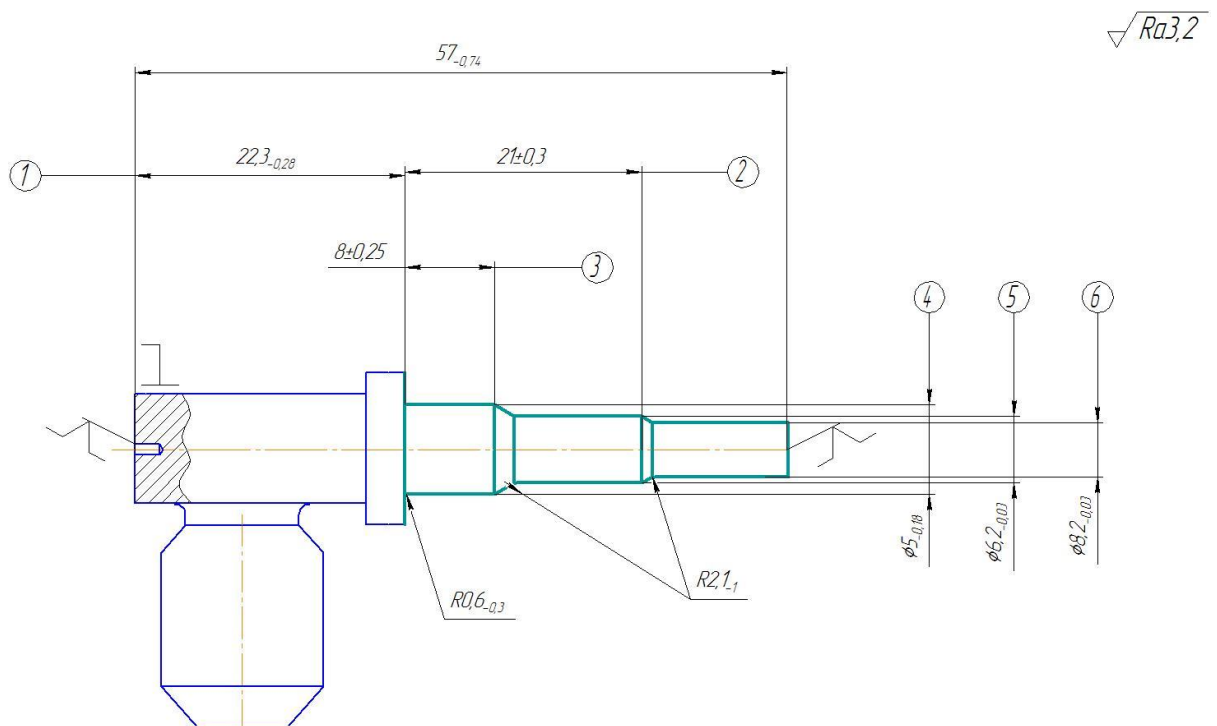


Рисунок 1.9 – Операційний ескіз для операції 025

I-й перехід – точити начорно, витримуючи розміри 1,2,3,4,5,6
Призначення глибини різання дивимося рис.1.10.

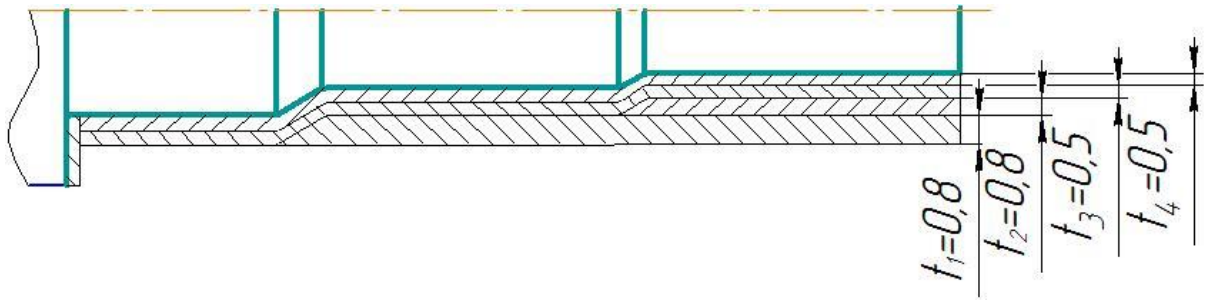


Рисунок 1.10- Схема зняття припусків

Для чорнової обробки глибина різання $t=0,8\text{мм}$

Подача $S_T=0,27\text{мм/об}$ по [9, стр.8]

Поправочні коефіцієнти по [9, стр.8] $k_{s1}=1,25$; $k_{s2}=0,6$.

$$S_p = S_T \cdot k_s = 0,27 \cdot 1,25 \cdot 0,6 = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Швидкість [9, стр.8] $V_T=96\text{м/хв}$

Поправочні коефіцієнти [9, стр.8]

$k_{1V}=1,0$; $k_{2V\phi}=0,8$; $k_{3VII}=1,0$; $k_{4V}=1,0$; $k_{5VII}=1,1$; $k_{6V}=0,53$; $k_{7V}=1,19$; $k_{8V}=1,1$; $k_{9V}=0,9$; $k_{10V}=0,4$.

$$V_p = V_T \cdot k_v = 96 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,53 \cdot 1,19 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 21 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Розраховуємо частоту обертання

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 21}{3,14 \cdot 10} = 668 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (1.19)$$

Приймаємо $n_{cm}=630 \text{ об/хв}$

Розраховуємо фактичну швидкість

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 630}{1000} = 19,7 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (1.20)$$

Сила різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot k_p, \quad (1.21)$$

Де C_p – поправочний коефіцієнт сили різання $C_p=300$ [3,табл.22,стр.273];

x, y, n – коефіцієнти, глибини різання та подачі $x=1,0$; $y=0,75$;

$n=-0,15$ [3,табл.22,стр.273];

k_p – поправочний коефіцієнт.

$$K_p = k_{\varphi p} \cdot k_{mp} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{rp}, \quad (1.22)$$

де k_{mp} – коефіцієнт враховуючий стан заготовок,

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750}\right)^n, \quad (1.23)$$

де σ – міцність матеріалу;

n – показник степені складовою P_z сили різання при обробці різцями

$n = 0,75$ [4, табл..9, стр.264].

$$k_{mp} = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1$$

$k_{\varphi p}$ – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані $k_{\varphi p} = 1,0$ [3,табл.23, стр.275];

$k_{\gamma p}$ – коефіцієнт, який враховує передній кут $k_{\gamma p} = 1$ [3,табл.23,стр.275];

$k_{\lambda p}$ – коефіцієнт, який враховує кут нахилу ріжучої кромки $k_{\lambda p} = 1$,
[3, табл..23, стр.275];

k_{rp} – коефіцієнт, який враховує радіус різця $k_{rp} = 0,93$ [3,табл.23, стр.275].

$$k_p = 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,83$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,8^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 19,7^{-0,15} \cdot 0,83 = 930 \text{ Н}$$

Потужність різання

$$N = \frac{P_z \cdot V_\phi}{1020 \cdot 60} = \frac{930 \cdot 19,7}{1020 \cdot 60} = 0,3 \text{ кВт} \leq N_{cm} \quad (1.24)$$

Довжина робочого ходу

$$L_{p.x.} = l_{рез} + l_{врез} + l_{пер}, \quad (1.25)$$

де $l_{рез}$ – довжина різання;

$l_{врез}$ – врізання інструменту;

$l_{пер}$ – перебіг інструменту.

$$L_{p.x.} = (57 - 22,3 - 8) + (57 - 22,3 - 21) + (57 - 22,3) + 3,5 + 7 = 85 \text{ мм}$$

Основний час

$$t_0 = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n} \cdot i, \quad (1.26)$$

де i – кількість проходів.

$$t_{01} = \frac{85}{0,2 \cdot 630} \cdot 1 = 0,67 \text{ хв}$$

II-й перехід – точити начисто, витримуючи розміри 9,10,11,12,13,14

Призначення глибини різання $t=0,5 \text{ мм}$

Подача $S_T=0,24 \text{ мм/об}$ по [9, стр.8]

Поправочні коефіцієнти по [9, стр.8] $k_{S1}=1,25$; $k_{S2}=0,6$.

$$S_p = S_T \cdot k_S = 0,24 \cdot 1,25 \cdot 0,6 = 0,18 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Швидкість [9, стр.8] $V_T = 96 \text{ м/хв}$

Поправочні коефіцієнти [9, стр.8] $k_{1V}=1,0$; $k_{2V\varphi} = 0,8$; $k_{3VII}=1,0$; $k_{4V}=1,0$;
 $k_{5VII}=1,1$; $k_{6V}=0,53$; $k_{7V}=1,3$; $k_{8V}=1,1$; $k_{9V}=0,9$; $k_{10V}=0,4$.

$$V_p = V_T \cdot k_V = 96 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,53 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 23 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Розраховуємо частоту обертання по формулі (1.19):

$$n = \frac{1000 \cdot 23}{3,14 \cdot 10} = 732 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Приймаємо $n_{cm}=800 \text{ об/хв}$

Розраховуємо фактичну швидкість за формулою (1.20):

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 800}{1000} = 25 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Сила різання розраховується за формулою (1.21):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,18^{0,75} \cdot 25^{-0,15} \cdot 0,83 = 446 \text{ Н}$$

Потужність різання розраховується за формулою (1.24):

$$N = \frac{446 \cdot 25}{1020 \cdot 60} = 0,18 \text{ кВт} \leq N_{cm}$$

Довжина робочого ходу за формулою (1.25):

$$L_{p.x.} = (57 - 22,3) + 3,5 = 38,2 \text{ мм}$$

Основний час розраховується за формулою (1.26):

$$t_{02} = \frac{38,2}{0,18 \cdot 800} \cdot 1 = 0,27 \text{ хв}$$

Розрахункові дані занести в зведену табл.1.13.

1.6.2 Розрахунок режимів різання для операції 050- фрезерна з ЧПУ

Вихідні дані: деталь – форсунка, матеріал -10X18H9Л; заготовка – виливка по витоплювальним моделям, НВ 296-302; інструмент –фреза кінцева з конічним хвостовиком Ø40мм, число зубів $z=6$, Т5К10, ГОСТ 17026-71
операційний ескіз – рис.1.11.

Технічні характеристики верстата: фрезерний з ЧПУ 6Р11Ф3, Н33
–частота обертання шпинделя: 80; 100; 125; 160; 200;250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500
– діапазон подач (поздовжніх, поперечних, вертикальних) 7,5...113,5мм/об
– потужність верстата: 5,5кВт;
- кількість інструментів в магазині -15.

I-й перехід – фрезерувати поверхню витримуючи розмір 31

Глибина фрезерування $t = 7\text{мм}$

Подача на зуб $S_z=0,094\text{мм/об}$ по [9, стр.18]

Поправочні коефіцієнти по [9, стр.18] $k_{szd}=1,68$; $k_{st}=0,95$; $k_{sn}=1,0$.

$$S_p = S_z \cdot k_s = 0,094 \cdot 1,68 \cdot 0,95 = 0,15 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Швидкість [9, стр.8] $V_T=96\text{м/хв}$

Поправочні коефіцієнти [9, стр.8]

$k_{1V}=1,0$; $k_{2V\varphi}=0,8$; $k_{3VII}=1,0$; $k_{4V}=1,0$; $k_{5VII}=1,1$; $k_{6V}=0,53$; $k_{7V}=1,3$; $k_{8V}=1,1$; $k_{9V}=0,9$; $k_{10V}=0,4$.

$$V_p = V_T k_v = 96 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 0,53 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 23 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Розраховуємо частоту обертання за формулі (1.19):

$$n = \frac{1000 \cdot 23}{3,14 \cdot 40} = 183 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Приймаємо $n_{cm}=200 \text{ об/хв}$.

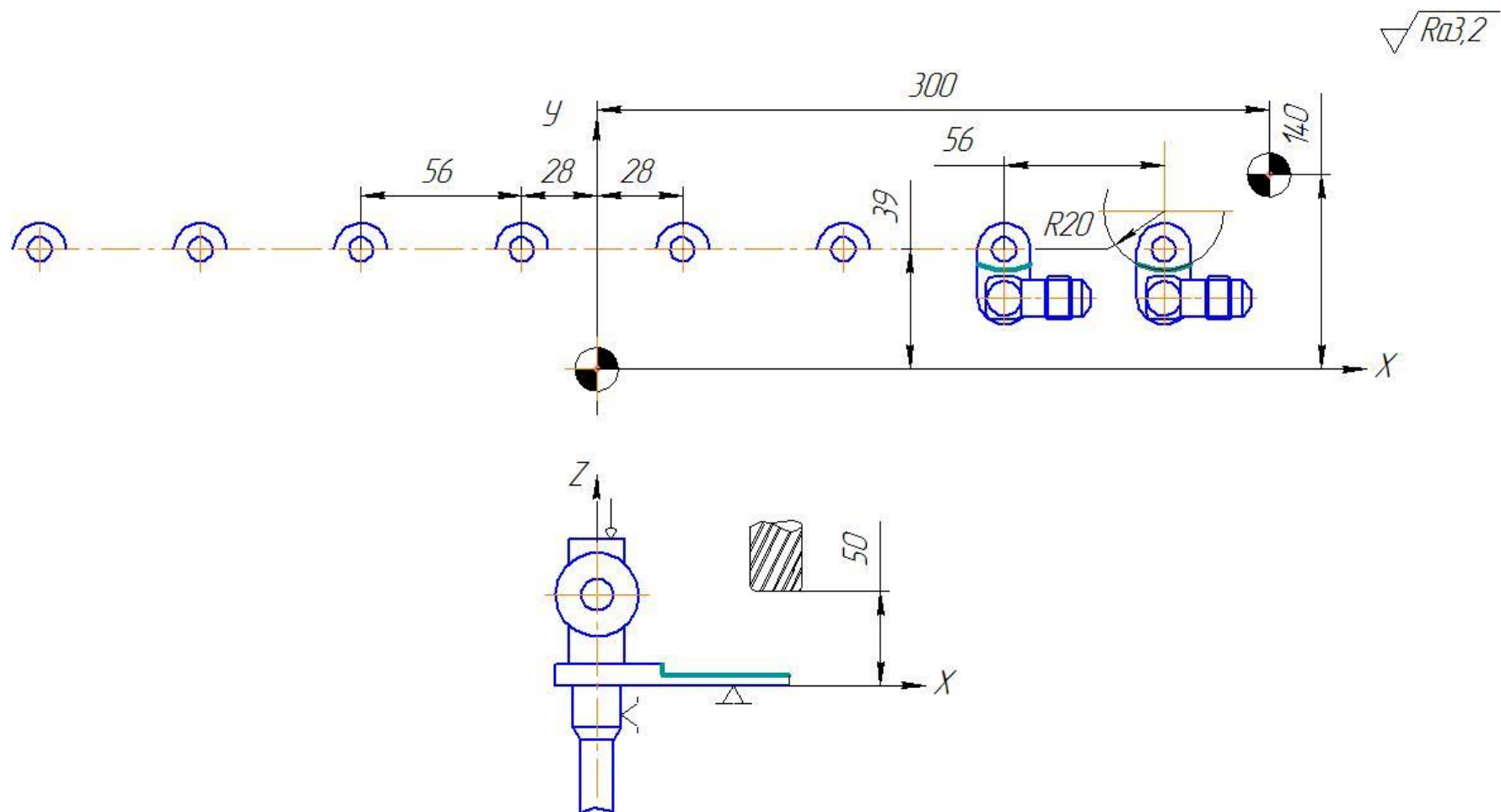


Рисунок 1.11- Операційний ескіз для операції 050

Розраховуємо фактичну швидкість за формулою (1.20):

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 200}{1000} = 25 \frac{м}{хв}$$

Сила різання

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D_{\phi}^q \cdot n^w} \cdot k_{mp}, \quad (1.27)$$

де z – число зубців фрези;

B - ширина фрезерування, $B=7$ мм;

C_p –поправочний коефіцієнт сили різання, $C_p=68,2$ [3,табл.41,стр.291];

x, y, u, q, w - коефіцієнти, $x=0,86; y=0,72; u=1; q=0,86; w=0$ [3,табл.41,стр.291];

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7^{0,86} \cdot 0,086^{0,72} \cdot 0,5^1 \cdot 6}{40^{0,86} \cdot 200^0} \cdot 1 = 78 Н$$

Потужність різання розраховується за формулою (1.24):

$$N = \frac{78 \cdot 25}{1020 \cdot 60} = 0,032 кВт \leq N_{cm}$$

Довжина робочого ходу за формулою (1.25):

$$L_{p.x.} = (2 \cdot (11,25 - 4,5 + 7) + 56) \cdot 8 = 670 мм$$

Основний час розраховується за формулою (1.26):

$$t_0 = \left(\frac{2 \cdot 13,25}{0,15 \cdot 200} + \frac{56}{0,8 \cdot 200} \right) \cdot 8 = 10,2 хв$$

1.6.3 Розрахунок режимів різання для операцію 090 – свердлильна

Вихідні дані: деталь – форсунка, матеріал -10X18H9Л; заготовка – виливка по витоплювальним моделям, НВ 296-302; інструмент– свердло ГОСТ 4010-77,ВК8; операційний ескіз – рис.1.12.

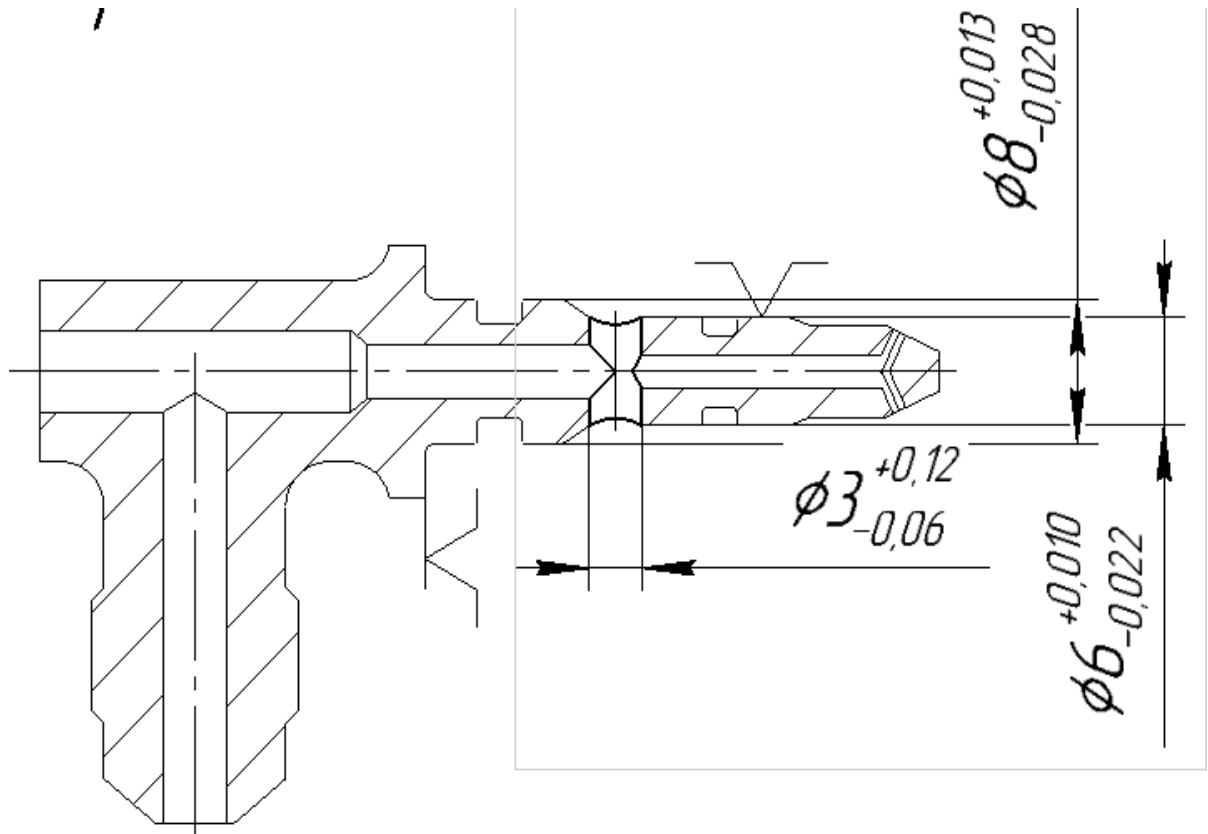


Рисунок 1.12 - Операційний ескіз для операції 090

Визначаємо глибину різання:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу (3, с.422)

$$S_o = 0,19 \text{ мм/об}$$

Корегуємо отримане значення подачі за паспортом верстата:

$$S_{o \text{ вт}} = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{10,8 \times 3^{0,6}}{8^{0,25} \times 1,5^{0,2} \times 0,09^{0,3}} \times 0,44 = 6 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 11}{3,14 \times 3} = 597 \text{ хв}^{-1}$$

Корегуємо частоту за паспортом станка:

$$n_{\text{вТ}} = 630 \text{ хв}^{-1}$$

Визначаємо осьову силу різання

$$P_o = 10 \times 67 \times 1,5^{1,2} \times 0,09^{0,65} \times 0,67 = 153 \text{ Н}$$

Визначаємо величину крутного моменту:

$$M_{\text{кр}} = 10 \times 0,0345 \times 3^2 \times 1,5^0 \times 0,09^{0,8} \times 0,67 = 0,31 \text{ Н/м}$$

Визначаємо потужність, затрачену на різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{0,31 \times 1100}{9750} = 0,34 \text{ кВт}$$

Вибирання режим різання перевіряємо по потужності верстата:

$$N_{\text{шп}} = 0,4 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{різ}} = 0,34 \text{ кВт} < N_{\text{шп}} = 0,4 \text{ кВт}$$

Основний час

$$t_o = \frac{33,7}{1100 \times 0,09} = 0,34 \text{ хв}$$

Розрахункові данні занести в зведену табл.1.13

1.6.4 Розрахунок режимів різання для операції 0100 – шліфувальна

Вихідні дані: деталь - форсунка, матеріал -10X18H9Л; заготовка – виливка по витоплюємим моделям, НВ 296-302; інструмент–шліфувальний круг ПП 450x28x76; 24А; 12СМ2К за ГОСТ 2424-80; операційний ескіз – рис.1.13.

Технічні характеристики верстата: круглошліфувальний 3Б151

- частота обертання деталі: 63;100; 160; 250; 400
- діапазон повздовжніх подач: 0,1...6
- потужність верстата: 7,5кВт

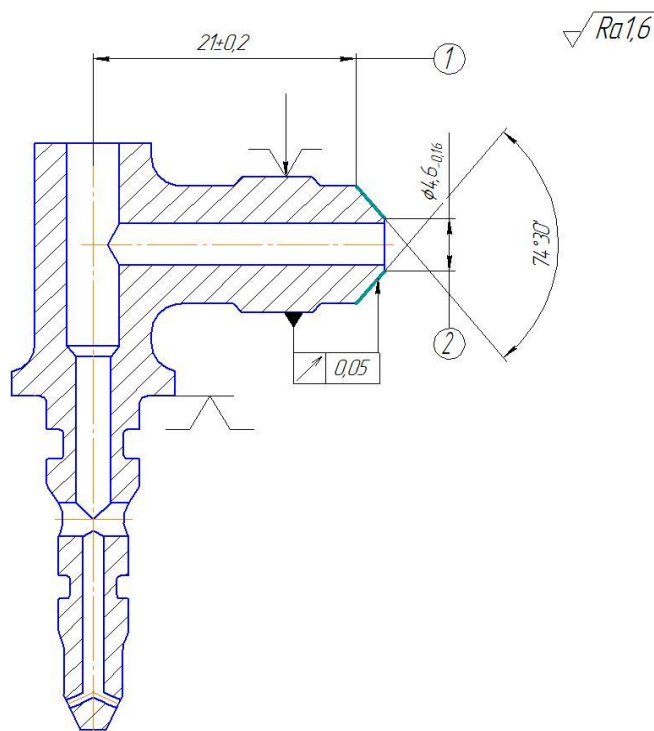


Рисунок 1.13- Операційний ескіз для операції 0100

Глибина різання $t=0,1\text{мм}$

Швидкість круга по [3, таб.55, стр.301] $V_{кр} = 35 \text{ м/с}$

Швидкість деталі по [3, таб.55, стр.301] $V_d = 15 \text{ м/хв}$

Число обертів деталі за формулою (1.19):

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot V_{\phi}}{\pi \cdot D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 10,5} = 454 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_{cm}=400$ об/хв.

Число обертів круга за формулою (1.19):

$$n_{\phi} = \frac{1000 \cdot V_{\kappa} \cdot 60}{\pi \cdot D_{\kappa}} = \frac{1000 \cdot 35 \cdot 60}{3,14 \cdot 450} = 1486 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n_{cm}=1500$ об/хв.

Розраховуємо фактичну швидкість деталі та круга за формулою (1.20):

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 10,5 \cdot 400}{1000} = 13 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

$$V_{\kappa p} = \frac{3,14 \cdot 450 \cdot 1500}{1000 \cdot 60} = 35,3 \text{ м/с}$$

Повздовжня подача по [4, таб.177, стр.358], $S_t=0,044$ мм/хід

Поправочні коефіцієнти по [4, табл.181 стр.361]

$k_D=0,65$; $k_T=0,6$.

$$S_p = 0,044 \cdot 0,65 \cdot 0,6 = 0,017 \text{ мм / хід}$$

Потужність різання

$$N = C_N \cdot V_{\phi}^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot d^q, \quad (1.28)$$

де C_N, r, x, y, q - показники за [4, табл.56, стр.303], $C_N = 2,65$; $r, x=0,5$; $y=0,55$; $q=0$

$$N = 2,65 \cdot 13^{0,5} \cdot 0,1^{0,5} \cdot 0,017^{0,55} \cdot 4,16^0 = 1,26 \text{ кВт}$$

Основний час розраховується (1.25):

$$t_0 = \frac{0,1}{0,017 \cdot 400} \cdot 1,4 = 0,02 \text{ хв}$$

Розрахункові данні занести в зведену табл.1.13

1.7 Визначення норм часу і штучно-калькуляційного часу

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

Норма часу в серійному виробництві називається калькуляційної нормою часу

$$t_{шт-к} = \frac{t_{н-з}}{n} + t_{шт}, \quad (1.29)$$

де n – кількість деталей в партії,
 $t_{н-з}$ – підготовчо-заклучний час, хв
 $t_{шт}$ – штучний час на одну деталь, хв.

Штучний час на одну деталь

$$t_{шт-к} = t_o + t_{обс} + t_{всп} + t_{отд}, \quad (1.30)$$

де t_o – основний (машинний) час, хв;
 $t_{всп}$ – допоміжний час, хв;;
 $t_{обс}$ – час обслуговування робочого місця, хв;
 $t_{отд}$ – час перерви на відпочинок, хв..

Допоміжний час

$$t_{всп} = t_{yc} + t_{зо} + t_{yn} + t_{кон}, \quad (1.31)$$

де t_{yc} – час на установку і зняття деталі, хв;;
 $t_{зо}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, хв
 t_{yn} – час на прийоми управління, хв;
 $t_{из}$ – час на вимірювання деталі, хв.

Оперативний час

$$t_{он} = t_o + t_{всп} \quad (1.32)$$

Час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби:

$$t_{приб} = t_{он} \cdot \alpha_{\Sigma}, \quad (1.33)$$

де α_{Σ} – час на обслуговування робочого місця, перерва на відпочинок і природні потреби у відсотках від оперативного часу.

1.7.1 Визначення норм часу і штучно-калькуляційного часу для операції 025 - токарна з ЧПК

Основний час

$$t_o = 0,67 + 0,27 = 0,94 \text{ хв}$$

Допоміжний час розраховується за формулою (1.31):

$$t_g = 0,1 + 0,14 + 0,05 + 0,072 = 1,01 \cdot 1,5 = 1,6 \text{ хв}$$

де $t_{уст}$ - час на установку і зняття деталі,

$$t_{уст} = 0,1 [5, \text{табл. 5.1, стр. 197}]$$

t_{yn} - час пов'язане з переходом на прохід

$$t_{yn} = 0,01 \cdot 2 + 0,03 \cdot 4 = 0,14 \text{ хв}$$

$$t_{б.о.} = 0,025 \cdot 2 = 0,05 \text{ хв} [5, \text{табл. 5.8, стр. 203}]$$

$t_{кон}$ - час на контрольні вимірювання,

$$t_{кон} = 0,09 \cdot 4 + 0,12 \cdot 3 = 0,72 \text{ хв}$$

Оперативний час розраховується за формулою (1.32):

$$t_{он} = 0,94 + 1,6 = 2,52 \text{ хв}$$

Додатковий час розраховується за формулою (1.33):

$$t_{np} = 2,52 \cdot 0,06 = 0,15 \text{ хв}$$

Штучний час розраховується за формулою (1.30):

$$t_{шт} = 2,52 + 0,15 = 2,67 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час [5, табл. 6.3, стр. 215]

$$t_{n-з} = 12 + 10 = 22 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.29):

$$t_{шт-к} = \frac{22}{60} + 2,67 = 3,04 \text{ хв.}$$

1.7.2 Визначення норм часу і штучно-калькуляційного часу для операції 050 - фрезерна з ЧПК

Основний час $t_o=10,2$ хв

Допоміжний час розраховується за формулою (1.31):

$$t_g = 0,35 + 0,2 + 0,4 + 0,56 = 1,51 \cdot 1,5 = 2,26 \text{ хв}$$

де t_{ycm} - час на установку і зняття деталі, [5,табл.5.6,стр.200]

$$t_{ycm}=0,044 \cdot 8=0,35 \text{ хв}$$

t_{yn} - час пов'язане з переходом на прохід [5,табл.5.8,стр.202]

$$t_{yn}=0,01 \cdot 2+0,08+0,04+0,03 \cdot 2=0,2 \text{ хв}$$

$$t_{б.о.} = 0,025 \cdot 2 \cdot 8 = 0,4 \text{ хв [5, табл.5.8,стр.203]}$$

$t_{кон}$ - час на контрольні вимірювання,

$$t_{кон}=0,7 \cdot 8=0,56 \text{ хв}$$

Оперативний час розраховується за формулою (1.32):

$$t_{он} = 10,2 + 2,26 = 12,46 \text{ хв}$$

Додатковий час розраховується за формулою (1.33):

$$t_{np} = 12,46 \cdot 0,06 = 0,75 \text{ хв}$$

Штучний час розраховується за формулою (1.30):

$$t_{шт} = 12,46 + 0,75 = 13,2 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час [5, табл.6.5, стр.217]

$$t_{n-з} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.29):

$$t_{шт-к} = \frac{23}{60} + 13,2 = 13,6 \text{ хв.}$$

1.7.3 Визначення норм часу і штучно-калькуляційного часу для операції 090 – свердлильна

Основний час $t_o=1,73$ хв

Допоміжний час розраховується за формулою (1.31):

$$t_g = 0,79 \text{ хв}$$

де t_{ycm} - час на установку і зняття деталі, [5,табл.5.6,стр.200]

$$t_{ycm}=0,044 \cdot 8=0,35 \text{ хв}$$

t_{yn} - час пов'язане з переходом на прохід [5,табл.5.8,стр.202]

$$t_{yn}=0,01 \cdot 2+0,08+0,04+0,03 \cdot 2=0,2 \text{ хв}$$

$$t_{\delta.o.}=0,025 \cdot 2 \cdot 8=0,4 \text{ хв [5, табл.5.8,стр.203]}$$

$t_{кон}$ - час на контрольні вимірювання,

$$t_{кон}=0,7 \cdot 8=0,56 \text{ хв}$$

Оперативний час розраховується за формулою (1.32):

$$t_{on}=0,4 + 0,23 = 0,63 \text{ хв}$$

Додатковий час розраховується за формулою (1.33):

$$t_{np} = 0,75 \text{ хв}$$

Штучний час розраховується за формулою (1.30):

$$t_{um} = 2,72 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час [5, табл.6.5, стр.217]

$$t_{n-3} = 14 + 2 + 7 = 17 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.29):

$$t_{um-k} = \frac{17}{60} + 1,42 = 1,70 \text{ хв}$$

1.7.4 Визначення норм часу і штучно-калькуляційного часу для операції 100 – шліфувальна

Основний час $t_o=0,02$ хв

Допоміжний час розраховується за формулою (1.31):

$$t_g = 0,5 + 0,12 + 0,05 + 0,21 = 0,88 \cdot 1,5 = 1,32 \text{ хв}$$

де $t_{уст}$ - час на установку і зняття деталі,

$$t_{уст} = 0,5 \text{ [5,табл.5.6,стр.200]}$$

t_{yn} - час пов'язане з переходом на прохід [5,табл.5.8,стр.202]

$$t_{yn} = 0,01 \cdot 2 + 0,04 + 0,03 \cdot 2 = 0,12 \text{ хв}$$

$$t_{б.о.} = 0,025 \cdot 2 = 0,05 \text{ хв [5, табл.5.8,стр.203]}$$

$t_{кон}$ - час на контрольні вимірювання,

$$t_{кон} = 0,21 \text{ хв [5,табл.5.13,стр.207]}$$

Оперативний час розраховується за формулою (1.32):

$$t_{он} = 0,02 + 1,32 = 1,34 \text{ хв}$$

Додатковий час розраховується за формулою (1.33):

$$t_{np} = 1,34 \cdot 0,05 = 0,067 \text{ хв}$$

Час на виправлення круга $t_{кр} = 1,34 \cdot 0,06 = 0,08$ хв

Штучний час розраховується за формулою (1.30):

$$t_{ум} = 1,34 + 0,067 + 0,08 = 1,5 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час [5,табл.6,3,стр.215]

$$t_{n-3} = 12 + 10 = 22 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.29):

$$t_{шт-к} = \frac{22}{60} + 1,5 = 1,9 \text{ хв}$$

Розрахункові данні занесемо в зведену табл.1.13.

Таблиця 1.13- Зведена таблиця режимів різання і технічних норм часу по операціям

Номер та назва операції	Обладнання	№ переходу	Режими обробки					Потужність N, кВт	Шт.-кал. час $t_{шт-к}$, хв
			Оброблювальний розмір, мм	Глибина t, мм	Подача S, мм/об	Обероти n, об/хв	Швидкість V, м/хв		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
015 Токарна	Токарний ТВ-320	1	Ø10	1,5	0,2	665	20,8	1,25	2,6
		2	Ø3,15	1,58	0,04	890	8,8	1,08	
		3	Ø4,2	2,1	0,04	890	12	0,14	
		4	Ø3,2	1,5	0,04	890	8,9	2,1	
		5	Ø1,8	0,79	0,03	890	5	0,1	
020 Токарна	Токарний ТВ-320	1	Ø10	1,5	0,2	665	20,8	1,25	2
		2	Ø3,15	1,58	0,04	890	8,8	1,08	
025 Токарна з ЧПУ	Токарний з ЧПУ 16Б16Ф3	1	Ø5;Ø6,2;Ø8,2; Ø14	0,8	0,2	630	21	0,3	3,04
		2	Ø5;Ø6,2;Ø8,2; Ø14	0,4	0,18	800	23	0,18	
035 Свердлильна	Вертикально свердильний МН-18	1	Ø8,8	4,4	0,07	1000	27,6	0,3	2,5
		2	Ø9	0,1	0,5	380	10,8	0,5	
045 Токарна з ЧПУ	Токарний з ЧПУ 16Б16Ф3	1	Ø5	1,5	0,2	630	9,8	1,25	3,9
		2	Ø3,15	1,58	0,04	800	8	1,08	
		3	Ø3,7	2,1	0,04	800	9,3	0,14	
		4	Ø10,5;Ø12; Ø10	0,8	0,2	630	20,7	1,25	
		5	M12×1	1	1	800	15	1,3	

Продовження табл.1.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
050 Фрезерна	Фрезерний з ЧПУ 6Р11Ф3	1	3,2	7	0,18	200	25	0,032	13,6
060 Шліфувальна	Шліфувальни й 3Б151	1	Ø8	0,1	0,017	400	13	1,7	3,3
065 Токарна	Токарний ТВ-125П	1	2,6	1,4	0,01	600	15	1,2	1,8
		2	2	1,1	0,01	600	15	1,2	
070 Шліфувальна	Шліфувальни й 3Б151	1	Ø6	0,15	0,017	400	13	1,5	3,4
080 Токарна	Токарний ТВ-320	1	Ø5	4	0,3	800	13	0,8	2,8
		2	Ø2,2		0,2	800	5,5	0,75	
085 Свердлильна	Вертикальнос вердильний К-3	1	Ø0,8	0,4	0,03	500	1,25	0,2	1,6
090 Свердлильна	Вертикальнос вердильний К-3	1	Ø3	1,5	0,2	630	6	0,4	1,70
100 Шліфувальна	Шліфуваль- ний 3Б151	1	Ø4,6	0,1	0,017	400	13	1,2	1,9

1.8 Розробка технологічних операцій на високопродуктивних верстатах з ЧПК, з використанням NXCAM

1.8.1 Розробка токарної операції - 025

Було розроблено маршрут обробки для операції 025 – токарна з використанням NXCAM, ескіз обробки поверхні зображений на рис. 1.14.

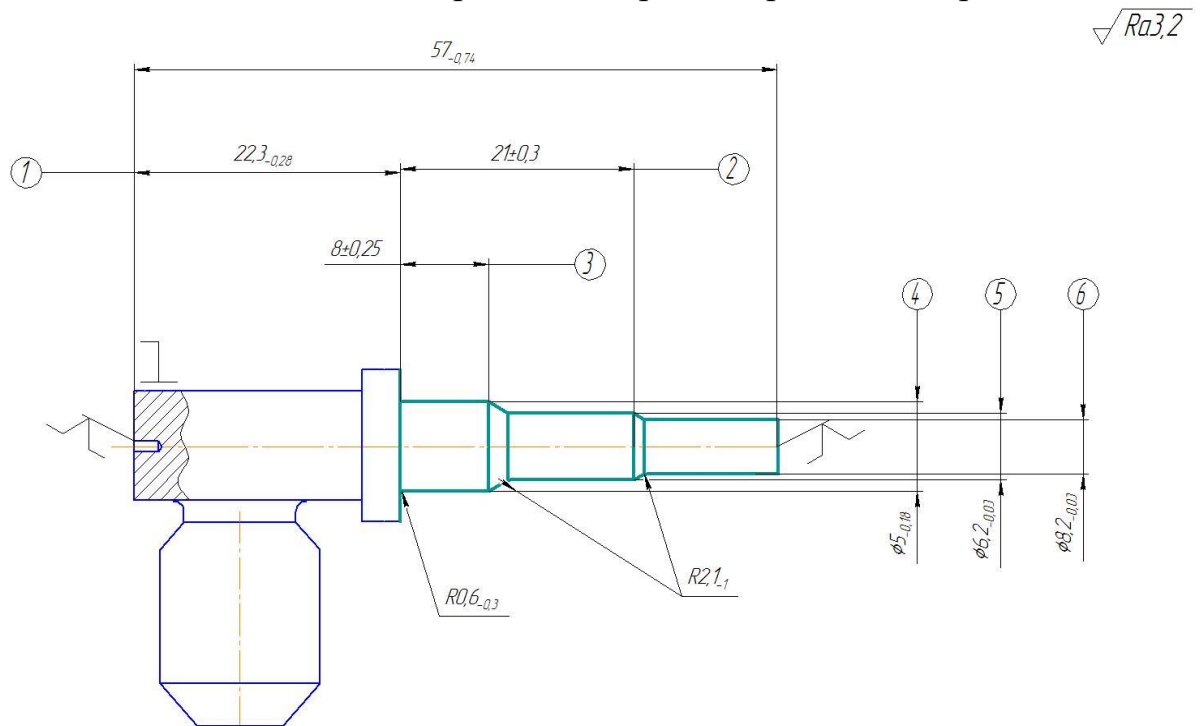


Рисунок 1.14- Ескіз обробки токарної операції

Інструменти: І-й перехід -різець для контурного точіння з пластиною із твердого сплаву с $\varphi=93^\circ$, ГОСТ18881-73 Н=25мм, В=25мм; $r=0,8$, Т15К6;

ІІ-й перехід - різець для контурного точення с пластиной из твердого сплава с $\varphi=93^\circ$, ГОСТ18881-73 Н=25мм, В=25мм; $r=0,5$, Т15К6.

Інструмент зображений на рис. 1.15.

Траєкторія разом із підведеним інструментом І-й переходу чорнової обробки показан на рис. 1.16

А траєкторія разом із підведеним інструментом ІІ -й переходу чистової обробки показан на рис. 1.17

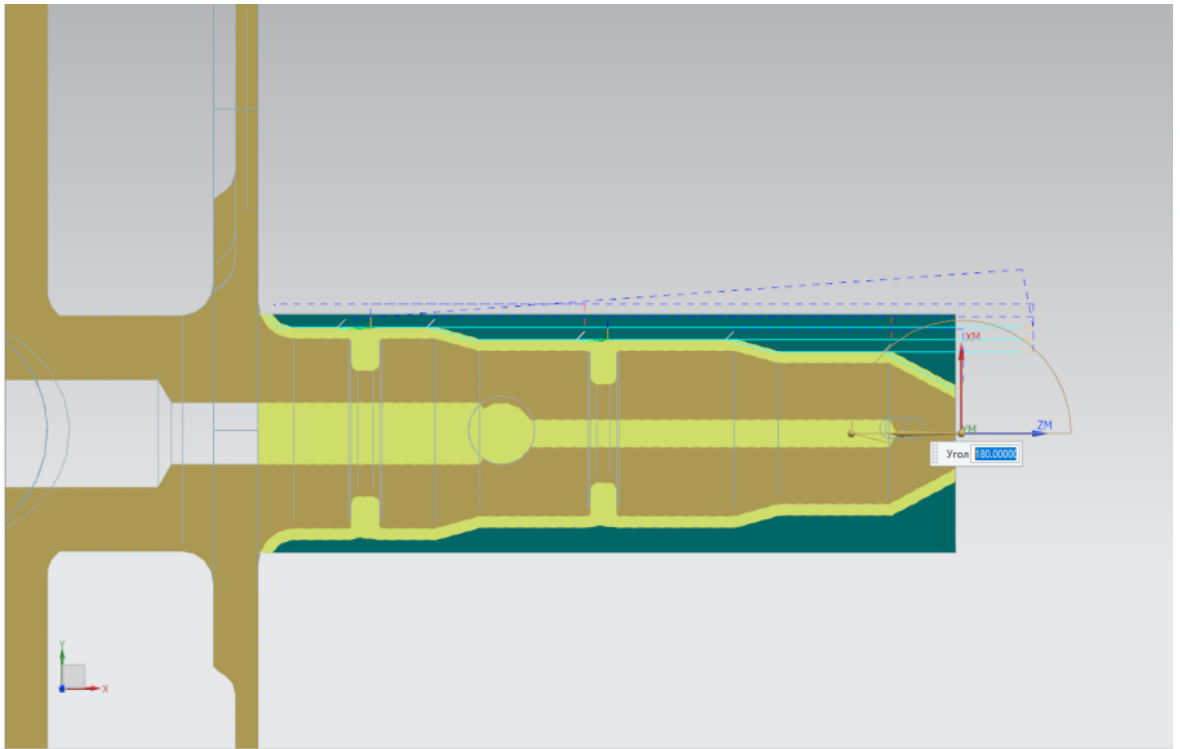


Рисунок 1.16- Траєкторія разом із підведеним інструментом чорнової обробки

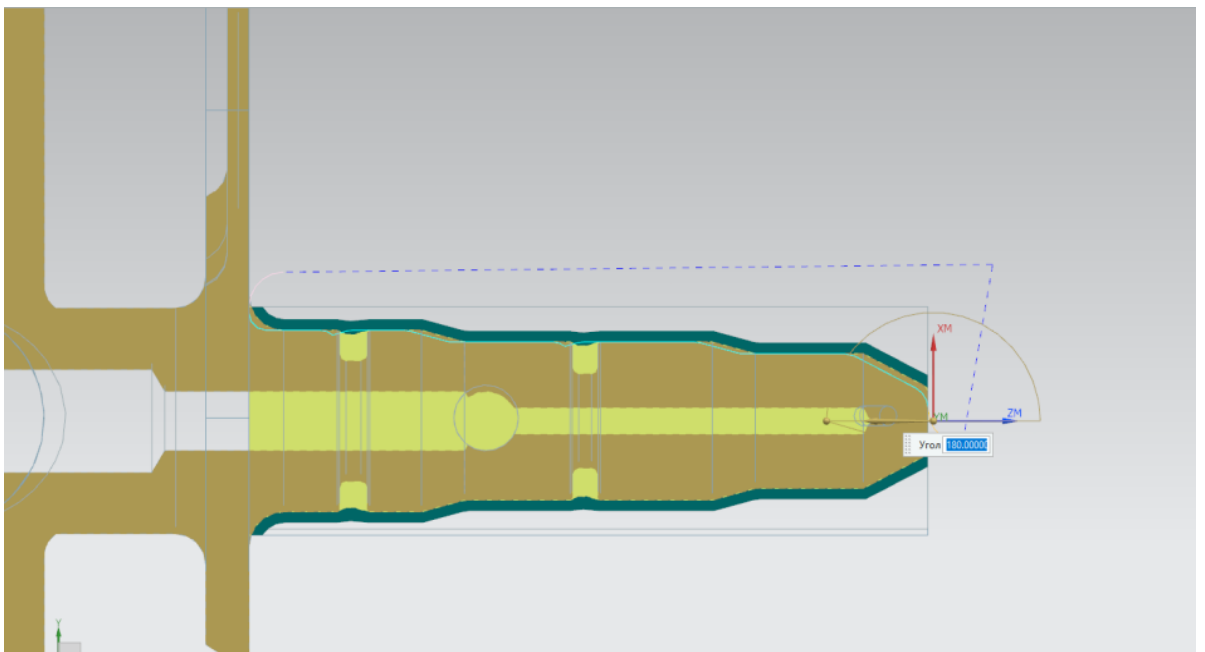


Рисунок 1.17- Траєкторія разом із підведеним інструментом чистової обробки

Також при завданні параметрів обробки в NXCAM , є можливість одержати числову програму для обробки на верстаті з ЧПК, для заданого виду

операції – токарна, на токарний верстат 16Б16Ф3, електроніка НЦ-31-01.
Керуюча програма на чорнову та чистову обробку показна на рис. 1.18.

```
=====
%
N0010 G40 G17 G90 G70
N0020 G91 G28 Z0.0
N0030 T01 M06
N0040 G00 G90 X.2811 Y0.0 S0 M03
N0050 G43 Z.1082 H00
N0060 X.1827
N0070 Z.1483
N0080 G01 Z.1011 F800. M08
N0090 Z-1.2322
N0100 X.1952 Z-1.2402
N0110 X.205
N0120 X.2384 Z-1.2068 F3937.
N0130 G00 Z.1553
N0140 X.1616
N0150 G01 Z.108 F800.
N0160 Z-.8948
N0170 X.1827 Z-.9736
N0180 X.2161 Z-.9401 F3937.
N0190 G00 Z.1554
N0200 X.1405
N0210 G01 Z.1082 F800.
N0220 Z-.3633
N0230 X.1616 Z-.4421
N0240 X.195 Z-.4087 F3937.
N0250 G00 Z.0235
N0260 X.0972
N0270 G01 X.0638 Z-.0099 F800.
N0280 X.1405 Z-.1591
N0290 X.1739 Z-.1257 F3937.
N0300 G00 X.201
N0310 X.2089
N0320 Z-.6556
N0330 G01 X.1616 F800.
N0340 X.1614 Z-.6618
N0350 X.1588 Z-.6909
N0360 G18 G03 X.1616 Z-.7107 I-.068 K-.0198
N0370 G01 X.195 Z-.6773 F3937.
N0380 G00 X.2221
N0390 X.23
N0400 Z-1.0769
N0410 G01 X.1827 F800.
N0420 X.1825 Z-1.083
=====
```

Рисунок 1.18- Керуюча програма на чорнову обробку

```

=====
%
N0010 G40 G17 G90 G70
N0020 G91 G28 Z0.0
N0030 T03 M06
N0040 G00 G90 Y0.0 Z.1082 S0 M03
N0050 G43 X.2811 H00
N0060 Z.0531
N0070 X-.0404
N0080 G18 G02 X.0225 Z-.0099 I.063 K0.0 F9.8
N0090 G03 X.0593 Z-.0323 I0.0 K-.0413
N0100 G01 X.1163 Z-.143 M08
N0110 G03 X.1208 Z-.1619 I-.0368 K-.0189
N0120 G01 Z-.3522
N0130 X.1405 Z-.4257
N0140 G03 X.1419 Z-.4364 I-.0399 K-.0107
N0150 G01 Z-.6398
N0160 X.1428 Z-.6448
N0170 X.1406 Z-.6493
N0180 X.1341 Z-.6728
N0190 G03 X.1419 Z-.695 I-.0276 K-.0222
N0200 G01 Z-.8837
N0210 X.1616 Z-.9572
N0220 G03 X.163 Z-.9679 I-.0399 K-.0107
N0230 G01 Z-1.0611
N0240 X.1639 Z-1.066
N0250 X.1617 Z-1.0706
N0260 X.1544 Z-1.097
N0270 G03 X.163 Z-1.1202 I-.0268 K-.0232
N0280 G01 Z-1.2186
N0290 G02 X.1945 Z-1.2501 I.0315 K0.0
N0300 G01 X.2043
N0310 G02 X.2673 Z-1.1871 I0.0 K.063
N0320 G00 Z.1082
N0330 X.2811
N0340 M02
%

```

Рисунок 1.18- Керуюча програма на чистову обробку (Продовження)

1.8.2 Розробка свердильної операції – 090

Було розроблено маршрут обробки для операції 090 – свердильна з використанням NXCAM, ескіз обробки поверхні зображений на рис. 1.19.

Інструмент - свердло, ГОСТ 4010-77, ВК8.

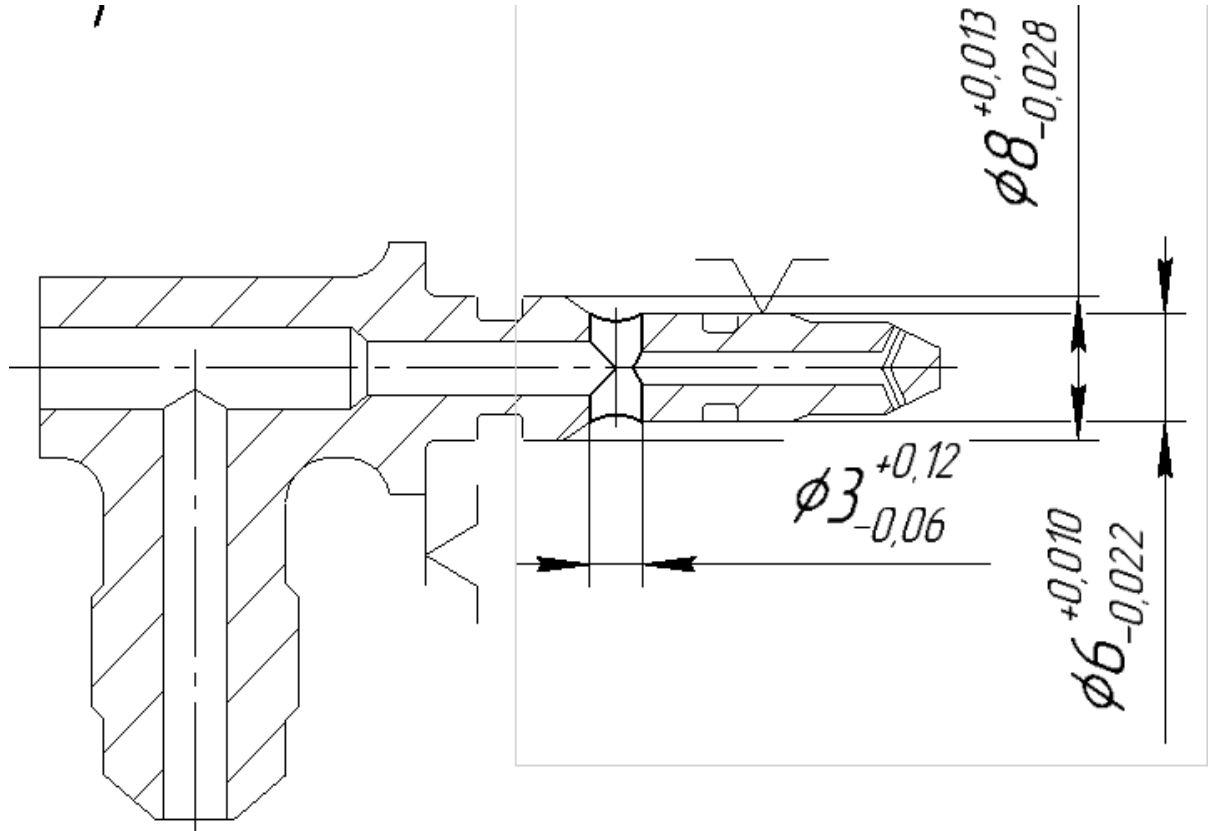


Рисунок 1.19- Ескіз обробки свердильної операції

Геометрія деталі, налаштування траєкторії, управління станком та інші параметри в NXCAM показані на рис. 1.20.

Деталь разом з підведеним до неї заданим інструментом зображені на рис. 1.21.

Параметри інструменту в NXCAM показані на рис.1.22.

Обробка виконується в один перехід. Траєкторія обробки поверхні в NXCAM зображена на рис 1.23.

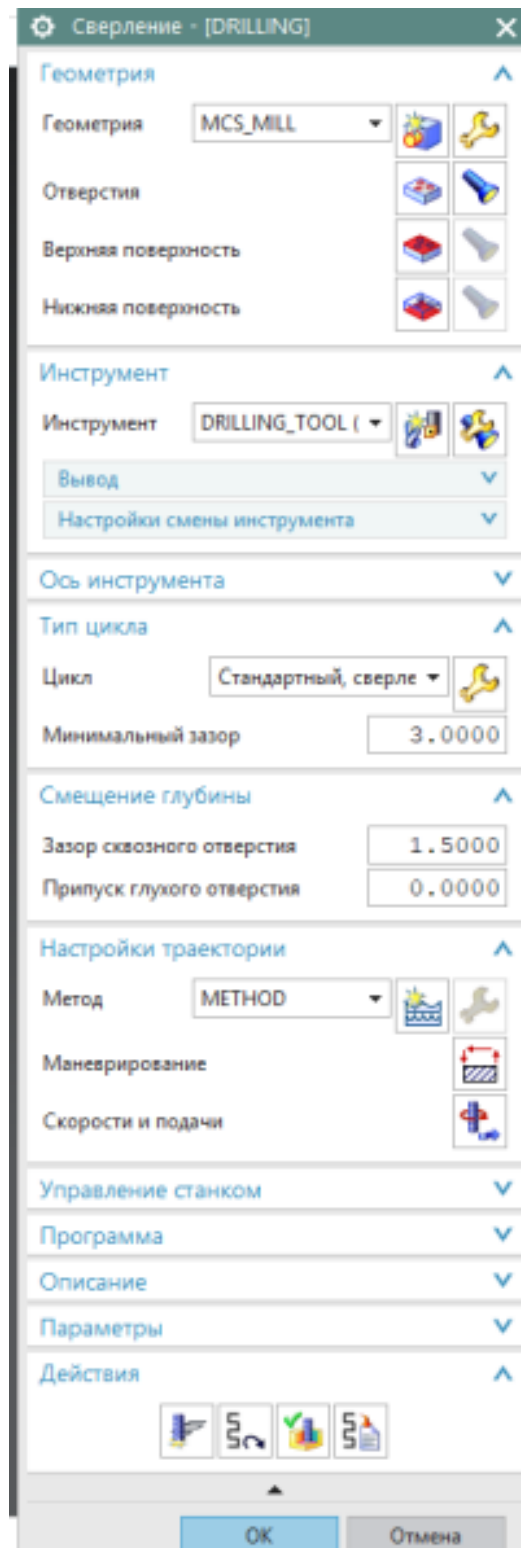


Рисунок 1.20 - Параметры наладки обработки отверстия

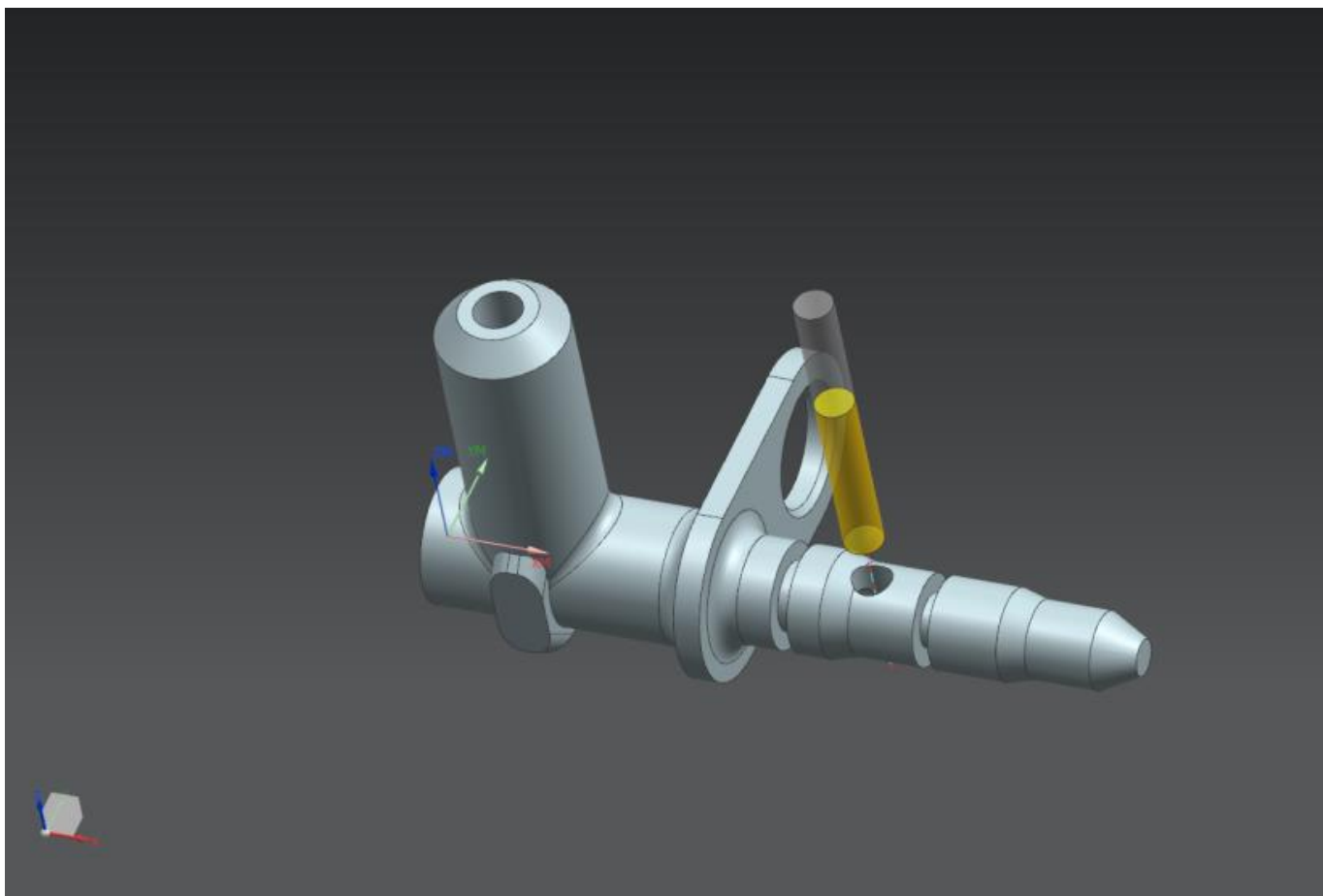


Рисунок 1.21- Оброблювальна деталь разом з підведеним інструментом

Инструмент для обработки отверстий
✕

Держатель
Дополнительно

Инструмент
Хвостовик

Эскиз

Размеры

(D) Диаметр	3.0000
(PA) Угол при вершине	118.0000
(PL) Длина инструмента до точ	0.9012
(CR) Рад. угла	0.0000
(L) Длина	25.0000
(FL) Длина режущей кромки	15.0000
Количество зубьев	2

Описание

Материал : HSS

Номера

Номер инструмента	0
Регистр настройки	0

Смещения

Информация

Библиотека

Просмотр

☒ Просмотр

Отобразить

OK

Отмена

Рисунок 1.22- Параметры інструменту

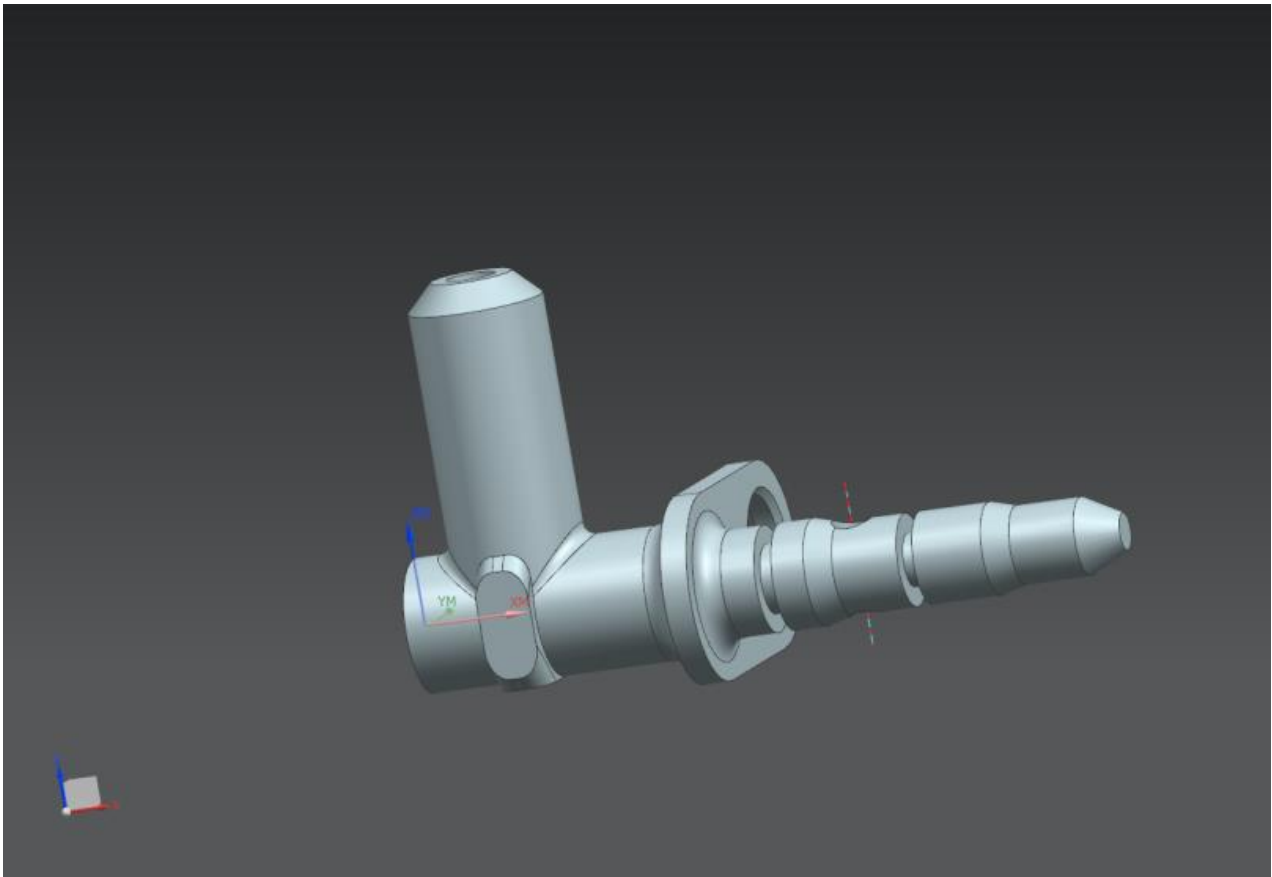


Рисунок 1.23 - Траєкторія обробки отвору

Також при завданні параметрів обробки в NXCAM , є можливість одержати числову програму для обробки на верстаті з ЧПК, для заданого виду операції – свердлильна , на фрезерний верстат 6P11Ф3. Керуюча програма на свердлильну операцію показна на рис. 1.24.

```

-----
TOOL PATH/DRILLING, TOOL, SPOTFACING_TOOL
TLDATA/MILL, 3.0000, 1.0000, 30.0000, 0.0000, 0.0000
MSYS/0.0000, 0.0000, 0.0000, 1.0000000, 0.0000000, 0.0000000, 0.0000000, 1.0000000, 0.0000000
$$ centerline data
PAINT/PATH
PAINT/SPEED, 10
CYCLE/DRILL, RAPTO, 3.0000, FEDTO, -8.5622, MPM, 250.0000
PAINT/COLOR, 31
GOTO/33.5000, 0.0000, 3.4641, 0.0000000, 0.0000000, 1.0000000
CYCLE/ON, FEDTO, 0.0000
GOTO/33.5000, 0.0000, -3.4641
CYCLE/OFF
PAINT/SPEED, 10
PAINT/TOOL, NOMORE
END-OF-PATH

```

Рисунок 1.24- Керуюча програма на свердлильну операцію

1.8.3 Розробка фрезерної операції - 050

Було розроблено маршрут обробки для операції 050 – фрезерна з використанням NXCAM, ескіз обробки поверхні зображений на рис. 1.25.

Інструмент - фреза кінцева з хвостовиком , Ø40мм, число зубів $z=6$, T5K10, ГОСТ 17026-71.

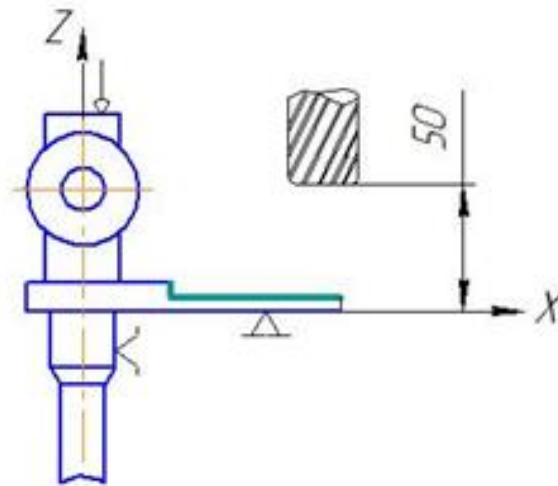


Рисунок 1.25- Ескіз обробки фрезерної операції

Геометрія деталі, налаштування траєкторії, управління станком та ін. параметри в NXCAM показані на рис. 1.26.

Деталь разом з підведеним до неї заданим інструментом зображені на рис. 1.27.

Параметри інструменту в NXCAM показані на рис.1.28

Обробка поверхні виконується в один перехід. Траєкторія обробки в NXCAM зображена на рис 1.29.

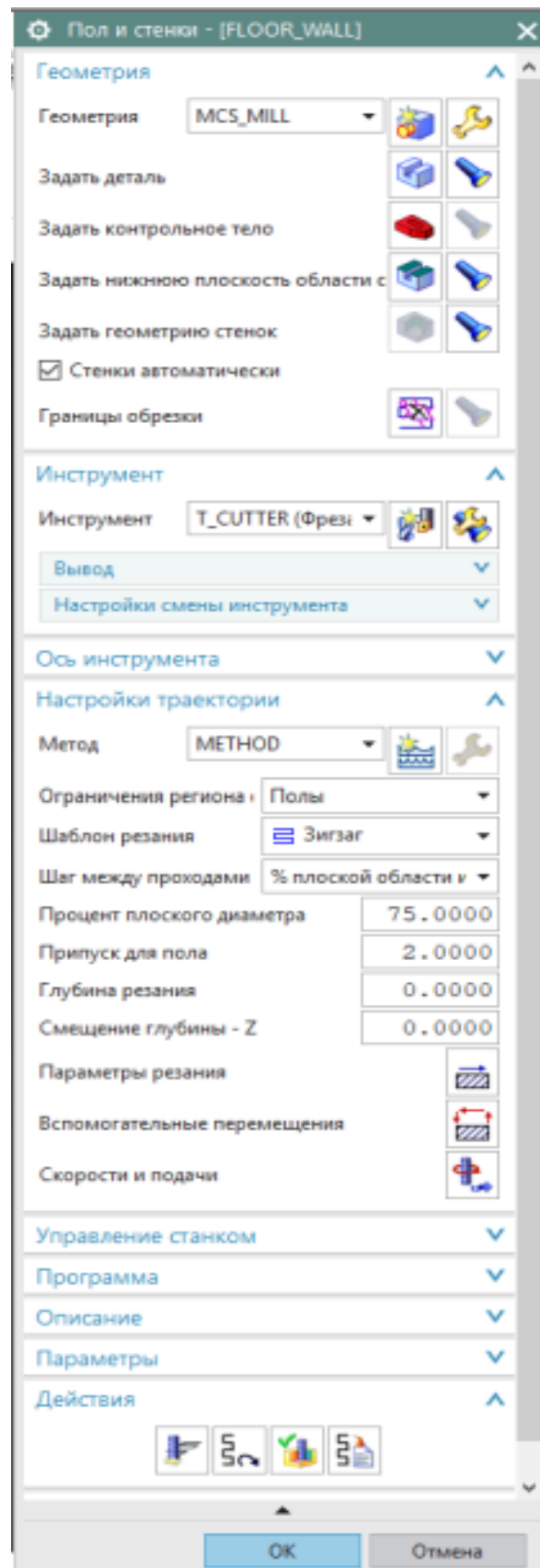


Рисунок 1.26- Параметры налаштування обробки фрезерної операції

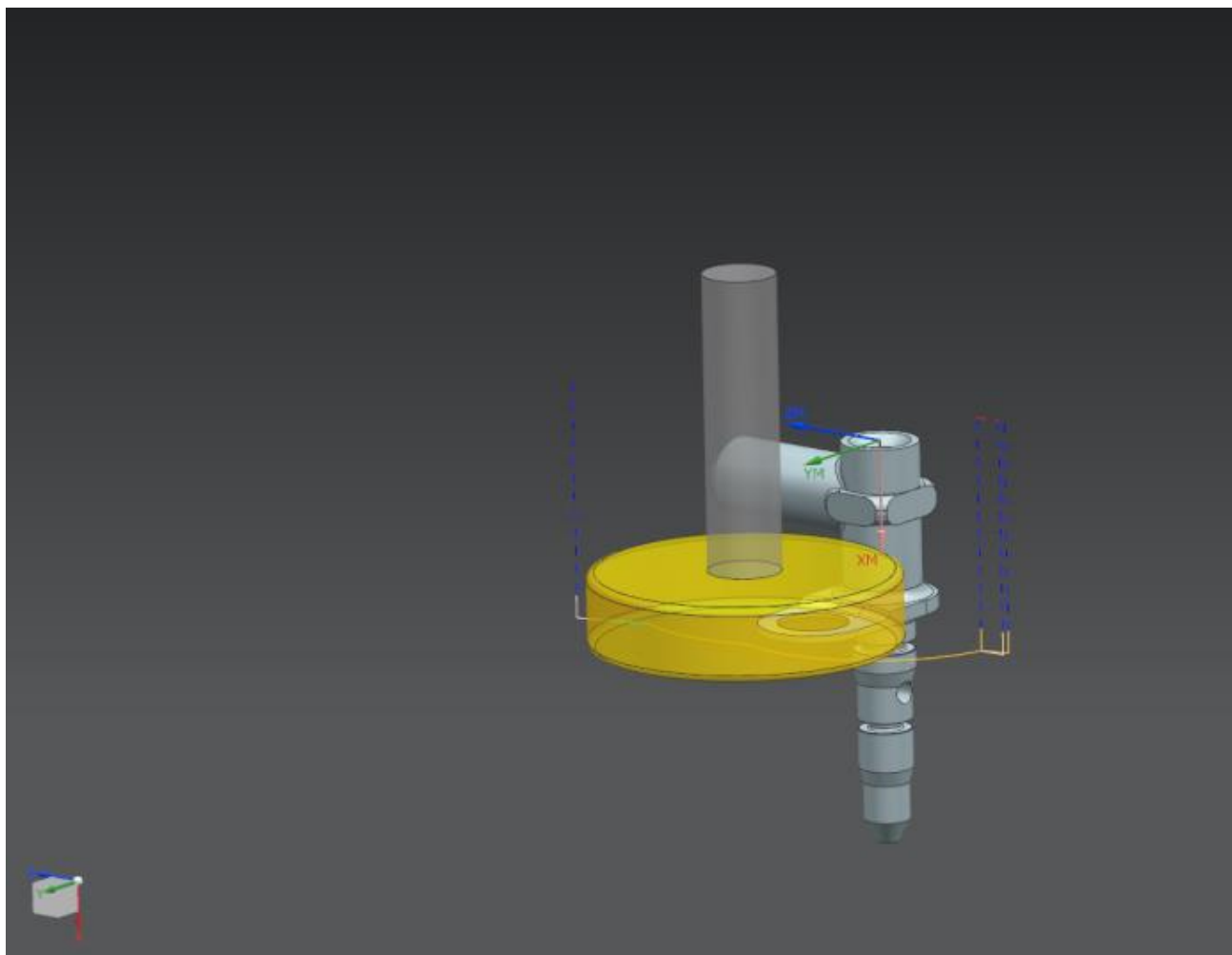


Рисунок 1.27- Оброблювальна деталь разом з підведеним інструментом

Фреза Т-образная
✕

Держатель
Дополнительно

Инструмент
Хвостовик

Эскиз

Размеры

(D) Диаметр	40.0000
(ND) Диаметр выточки	9.5000
(R1) Нижний радиус	1.6000
(R2) Верхний радиус	1.6000
(L) Длина	50.0000
(FL) Длина режущей кромки	10.0000
Количество зубьев	4

Описание

Материал : HSS

Номера

Номер инструмента	0
Регистр настройки	0
Регистр коррекции	0

Смещения

Информация

Библиотека

Просмотр

☒ Просмотр
Отобразить

OK

Отмена

Рисунок 1.28- Параметры інструменту

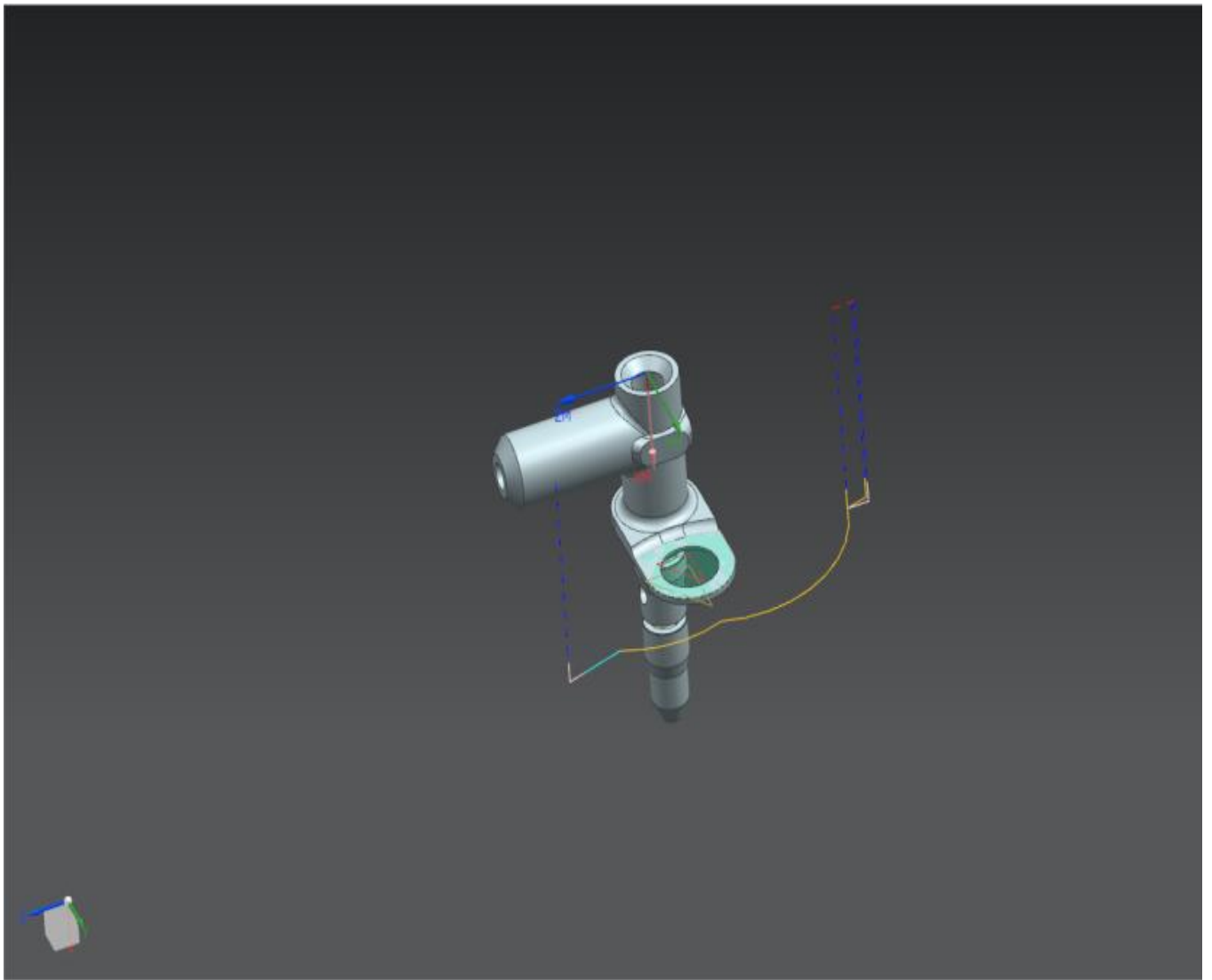


Рисунок 1.29- Траєкторія обробки поверхні

Також при завданні параметрів обробки в NXCAM , є можливість одержати числову програму для обробки на верстаті з ЧПК, для заданого виду операції - фрезерної, на фрезерний верстат 6P11Ф3.

Керуюча програма на фрезерну операцію показна на рис. 1.30.

```

TOOL PATH/FLOOR_WALL,TOOL,T_CUTTER
TLDATA/TCUTTER,40.0000,1.6000,1.6000,50.0000,10.0000,9.5000
MSYS/0.0000,0.0000,0.0000,1.0000000,0.0000000,0.0000000,0.0000000,1.0000000,0.0000000
$$ centerline data
PAINT/PATH
PAINT/SPEED,10
PAINT/COLOR,186
RAPID
GOTO/-10.0000,12.1154,-30.0000,-1.0000000,0.0000000,0.0000000
PAINT/COLOR,211
RAPID
GOTO/18.5000,12.1154,-30.0000
PAINT/COLOR,42
FEDRAT/MMPM,250.0000
GOTO/21.5000,12.1154,-30.0000
GOTO/21.5000,13.0361,-27.0000
PAINT/COLOR,31
GOTO/21.5000,13.1924,-26.4908
PAINT/COLOR,37
GOTO/21.5000,13.1924,-30.0000
GOTO/18.5000,13.1924,-30.0000
PAINT/COLOR,211
RAPID
GOTO/-10.0000,13.1924,-30.0000
PAINT/COLOR,186
RAPID
GOTO/-10.0000,13.1924,-26.4908
PAINT/COLOR,211
RAPID
GOTO/18.5000,13.1924,-26.4908
PAINT/COLOR,42
GOTO/21.5000,13.1924,-26.4908
CIRCLE/21.5000,8.7079,-7.0000,-1.0000000,0.0000000,0.0000000,20.0000,0.0600,0.5000,40.0000,1.6000
GOTO/21.5000,27.4429,0.0000
CIRCLE/21.5000,8.7079,7.0000,-1.0000000,0.0000000,0.0000000,20.0000,0.0600,0.5000,40.0000,1.6000
GOTO/21.5000,26.3575,16.4071
PAINT/COLOR,31
GOTO/21.5000,28.3426,22.8755
PAINT/COLOR,37
GOTO/21.5000,29.2507,25.8344
GOTO/18.5000,29.2507,25.8344
PAINT/COLOR,211
RAPID
GOTO/-10.0000,29.2507,25.8344
PAINT/SPEED,10
PAINT/TOOL,NOMORE
END-OF-PATH

```

Рисунок 1.30- Керуюча програма на фрезерну операцію

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування

Повітря потрапляє в циліндр, де тисне на поршень 3 під тиском. Тим самим штовхаючи шток 2, який в свою чергу діє на прихват 5. Деталь затискається і проводиться обробка. Щоб віджати деталь необхідно повернути рукоятку розподільного крана 4.

Схема установки заготовки у пристрої зображена на рис.2.1

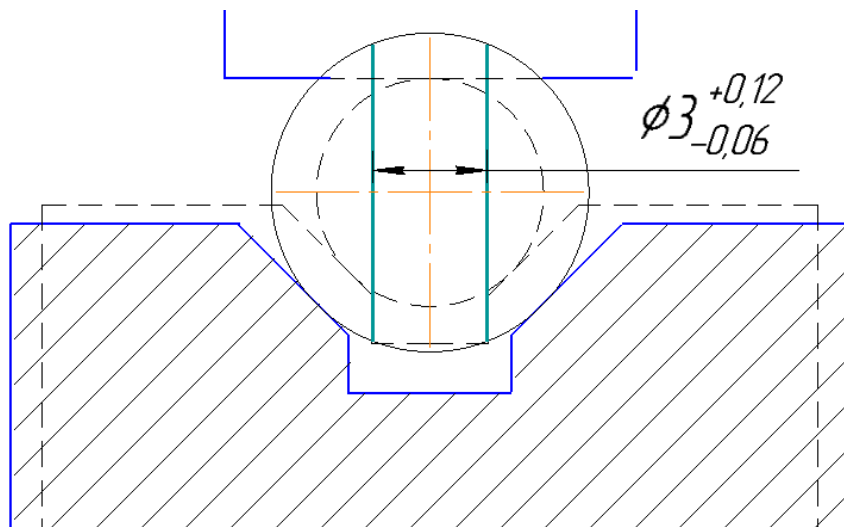


Рисунок 2.1- Схема установки заготовки у пристрої

2.1.2 Розрахунок пристосування на точність

Розраховуємо допуск на розміри кондуктора

$$T_k \leq T_d - k \cdot \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + (\Delta_1 \cdot \frac{H + 2 \cdot a}{H})^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2}, \quad (2.1)$$

де T_d - повне поле допуску на розмір обробки;

k - коефіцієнт, що враховує відхилення відстані складових величин від закону нормального розподілу;

ε_6 - похибка базування;

ε_3 - похибка закріплення;

Δ_1 - частка похибки обробки залежить від зміщення осі свердла відносно осі отвору змінної втулки.

$$\Delta_1 = S_{1\max} = d_{o\max} - d_{c\min} = 3,105 - 2,955 = 0,15\text{ мм} \quad (2.2)$$
$$d_{c\phi} = 3_{-0,045}^{}\text{ мм}$$

Δ_2 - частка похибки обробки залежить від зсуву осі змінної втулки щодо осі постійної втулки;

$$\Delta_2 = S_{2\max} = d_{o\max} - d_{c\min} = 6,018 - 5,983 = 0,035\text{ мм}$$

Для свердла $d_{c\phi} = 3\text{ мм}$ $d = 6\text{ мм}$ $H = 15\text{ мм}$ $d = 6_{-0,017}^{+0,018}\text{ мм}$ $d_0 = 3_{-0,017}^{-0,006}\text{ мм}$

Δ_3 - частка похибки обробки викликана зміщенням осі свердла внаслідок ексцентриситета обох втулок .

$$\Delta_3 = 2 \cdot e = 2 \cdot 0,005 = 0,01\text{ мм} \quad (2.3)$$

Δ_4 - частка похибки обробки залежить від величини допустимого зносу змінної втулки по направляючої діаметру $\Delta_4 = 0,024\text{ мм}$;

$$T_k \leq 0,135 - 1 \cdot \sqrt{0,021^2 + 0^2 + (0,15^2 \cdot \frac{15 + 2 \cdot 2,4}{15})^2 + 0,035^2 + 0,01^2 + 0,024^2} = 0,071\text{ мм}$$

Призначаємо виконавчий розмір на координати осей кондукторних втулок.

$$\pm \frac{T_k}{2} = \pm 0,071 \rightarrow \pm 0,0355 \rightarrow \pm 0,02\text{ мм}$$

Допуск на прив'язочні розміри $11 \pm 0,02\text{ мм}$

2.1.3 Визначення необхідних сил затиску

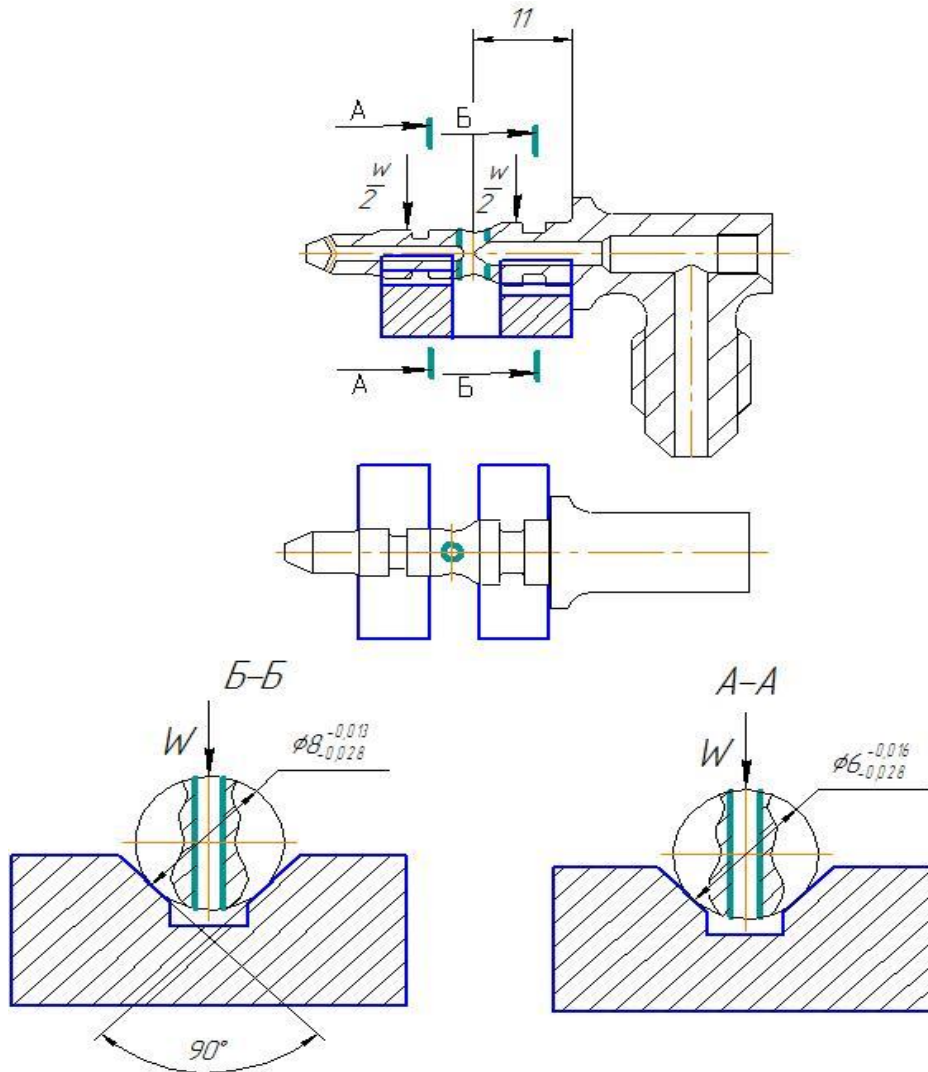


Рисунок 2.2- Схема сил при свердлінні отвору

Сума діючих моментів:

$$k \cdot \sum M_{ак} - \sum M_{пр} = 0 \quad (2.4)$$

де $\sum M_{ак} = M_{кр} \cdot R_{св}$ - сума моментів активних сил

$\sum M_{пр} = M_{F1} + M_{F2}$ - сума моментів протидіючих сил

Сила затиску визначається за формулою:

$$W = \frac{k \cdot M_p}{L} \cdot \left(\cos \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} - f \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \right), \quad (2.5)$$

де k – коефіцієнт запасу закріплення

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (2.6)$$

де k_0 - гарантований коефіцієнт запасу;

k_1 - враховує зміну сил різання;

k_2 - враховує вид обробки опрацьований матеріал і знос ріжучого інструменту;

k_3 - враховує умови переривчастого виду обробки;

k_4 - характеризує затискний пристрій з точки зору сталості сил затиску;

k_5 - характеризує ручні затиски з точки зору зручності;

k_6 - враховується в тому випадку коли розрахунок сил затиску проводиться з урахуванням моментів різання і залежить від виду опорної поверхні пристосування.

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,24$$

M_p - момент різання під час свердління

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot k_p = 10 \cdot 0,0341 \cdot 3^2 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1 = 1,196 \text{ Нм} \quad (2.7)$$

$$W = \frac{3,24 \cdot 1,196}{2} \cdot (\cos 45^\circ \cdot \sin 45^\circ - 3 \cdot \cos^2 45^\circ) = 0,44 \text{ Н}$$

2.1.3.1 Розрахунок затискних пристроїв верстатних пристосувань

Затискні пристрої служать для надійного утримання заготовки в процесі її обробки на металорізальних верстатах. За рівнем механізації силові механізми класифікуються на ручні, механізовані, автоматизовані. Найчастіше використовуються механізми з механізованим приводом. Розглянемо Г-подібний прихват.

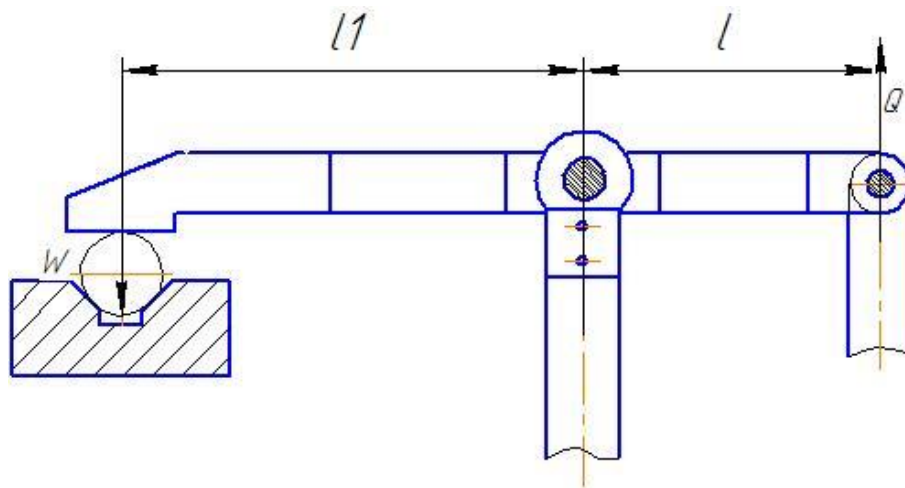


Рисунок 2.3- Схема Г-образного прихвату

Залежність між силою затиску і силою затиску визначають з рівності моментів сил відносно точки О.

$$\sum M_o = 0$$

Сила на штоку

$$Q = W \cdot \frac{l}{l1} \cdot \frac{1}{\eta} = 0,44 \cdot \frac{67}{43} \cdot \frac{1}{0,95} = 0,72 \text{ кН}$$

2.1.3.2 Вибір приводу затискного пристрою

До механізованим приводом відносяться пристрої, в яких джерелом енергії є стиснене повітря, рідина, електрику, вакуум, інерційні сили. Розглянемо пневматичний привід.

Діаметр циліндра зі штоком

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p \cdot \eta} + d_2^2} \quad (2.8)$$

де d_2^2 - внутрішній діаметр різьби на штоці

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 3,7}{3,14 \cdot 100}} = 1 \text{ мм} \quad (2.9)$$

З ряду діаметрів штока вибираємо Ø12мм

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,72}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85} + 12^2} = 12,11 \text{ мм}$$

З ряду діаметрів циліндра вибираємо Ø32мм.

Для визначення ходу поршня використовується формула

$$x = S_1 + S_2 + \delta + \Delta, \quad (2.10)$$

де S_1 - конструктивний зазор

S_2 - додатковий зазор

δ - зазор на допуск діаметра вала

Δ - зазор для компенсації пружних деформацій

$$\Delta = \frac{W}{j} = \frac{0,44}{1000} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ мм} \quad (2.11)$$

$$x = 6 + 20 + 0,52 + 0,826 = 27,3 = 30 \text{ мм}$$

За отриманими розрахунковими даними вибираючи вбудований пневмоциліндр, який матиме наступні табличного значення:

Діаметр циліндра $D=32\text{мм}$

Діаметр штока $d=12\text{мм}$

Різьба на штоці M12

Різьба болтів кріплення кришки M8

Довжина ходу поршня $L=32\text{мм}$

Різьба штуцера пневмопривода M12x1,5

2.1.3.3 Перевірочний розрахунок на міцність

У конструкціях пристосувань використовуються деталі, які відчувають різноманітні види навантажень.

Кожна деталь повинна мати певний запас міцності, величина якого завжди приймається більше одиниці. Запас міцності враховує розкид механічних властивостей матеріалів, призначених для відповідальних деталей. По напрузі запас міцності визначається

$$k = \frac{[\sigma]}{\sigma_{\max}}, \quad (2.12)$$

де $[\sigma]$ - допустимі значення напружень;

$\sigma_{\max}$ - максимальні напруження, виникаючі у деталі;

k - коефіцієнт запасу для деталей.

Таким чином будь-яка напруга, що виникає в деталі, має відповідати наступним нерівності:

$$k \cdot \sigma_{\max} \leq [\sigma], \quad (2.13)$$

Перевірочний розрахунок на зріз різьби штуцера М12х1,5мм проводиться за формулою:

$$\tau_{cp} = k \cdot \frac{k_1 \cdot P_o}{\pi \cdot d \cdot n \cdot p \cdot k_{uz}} \leq [\tau_{cp}], \quad (2.14)$$

де P_o - осьове зусилля;

$[\tau_{cp}]$ - допустиме значення напруг;

k_1 - коефіцієнт враховує попереднє затягування;

k - коефіцієнт запасу для різьби;;

d - внутрішній діаметр різьби;

n - кількість витків сприймають навантаження;

k_{uz} - коефіцієнт повноти використання різьблення на зріз;

p - шаг різьби.

$$\tau_{cp} = 2,25 \cdot \frac{2,25 \cdot 3172}{3,14 \cdot 10,5 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 0,75} = 64 \text{ МПа} \leq 80 \text{ МПа}$$

Сталь 10Х18Н9Л має $[\tau_{cp}]80$ після поліпшення, що цілком достатньо для забезпечення необхідної міцності.

2.2 Проектування контрольного пристосування

Потрібно розрахувати на точність контрольне пристосування, компоновка якого представлена на рис.2.4. Пристосування застосовується для контролю радіального биття двох циліндричних поверхонь один щодо одного, яке за кресленнями деталі не повинно перевищувати 0,05 мм.

На плиті 7 встановлен корпус 10. В корпусі 10 розміщена втулка 1. Деталь встановлюється в цю втулку $\varnothing 11,3 \pm 0,02$ мм. При контролі деталь перевіряють

вручну навколо своєї осі, і за показаннями індикатора судять про величину радіального биття конуса щодо внутрішньої циліндричної поверхні $\varnothing 11,324_{-0,118}^{0,118}$ мм.

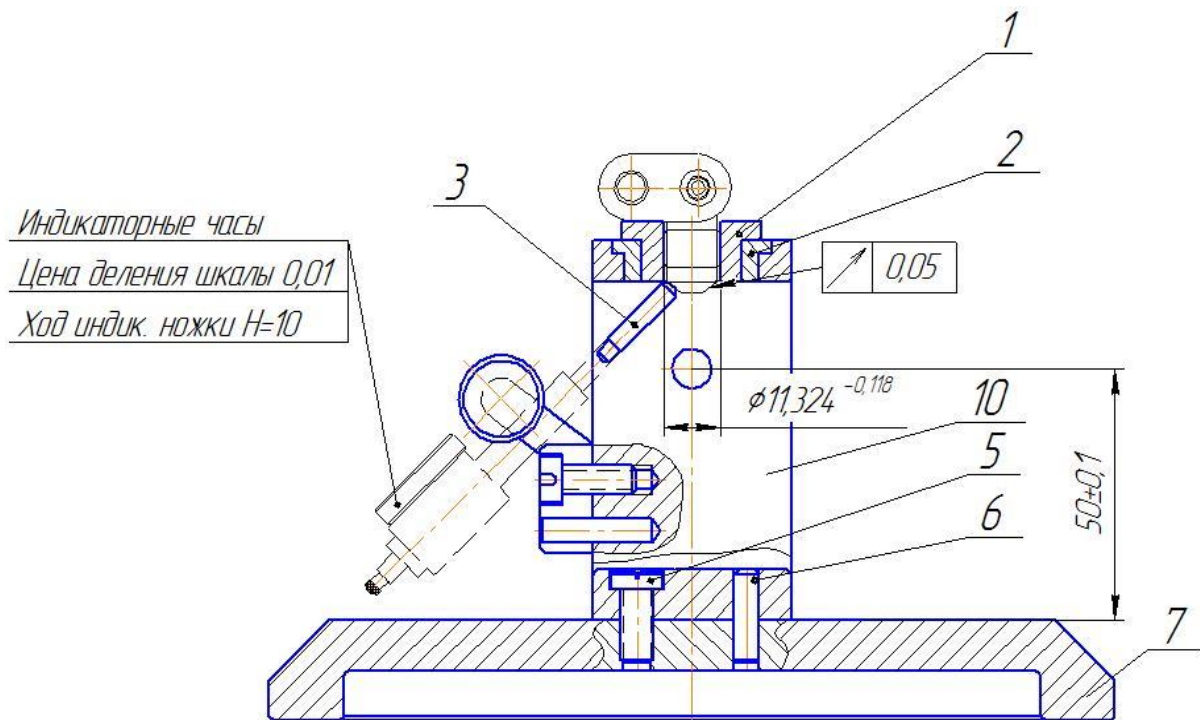


Рисунок 2.4- Пристосування для контролю биття конуса щодо середнього діаметра різьби.

1-втулка, 2-втулка, 3 індикаторна ніжка, 5-гвинт, 6-штифт, 7-плита, 10-корпус

Визначимо допустиму похибку вимірювання $[\varepsilon_{изм}]$ для даного пристосування за вказаною контрольованим параметром - радіальне биття з допуском 0,05 мм. На основі [10,табл.3.1, стр.129] приймаємо $[\varepsilon_{вим}]=0,005$ мм.

Визначимо фактичну похибку вимірювань для даного контрольного пристосування, яка повинна бути менше або дорівнює допустимій похибки за формулою:

$$\varepsilon_{вим} = \varepsilon_{цп} + \varepsilon_{ин} + \varepsilon_{им} + \sqrt{\varepsilon_{нб}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ис}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{си}^2 + \varepsilon_{инш}^2}, \quad (2.15)$$

де $\varepsilon_{цп}$ - системна похибка, викликана неточністю виготовлення настановних елементів і неточністю їх розташування на корпусі КВП при його складанні,

$\varepsilon_{ин}$ - системна похибка, викликана неточністю виготовлення передавальні елементів, важелів, штифтів, стрижнем,

$\varepsilon_{им}$ - системна похибка, викликана неточністю виготовлення настановних заходів і еталонних деталей, використаних для настройки засобів вимірювання контрольованих параметрів при їх використанні,

$\varepsilon_{нб}$ - похибка, викликана несуміщення вимірювальної та технологічної бази,

$\varepsilon_з$ - похибка, що виникає в результаті закріплення контрольованого об'єкта внаслідок його можливої деформації,

$\varepsilon_{ис}$ - похибка, яка залежить від вимірювальної сили і виникає в результаті зсуву вимірювальної бази від заданого положення в процесі вимірювання,

$\varepsilon_{зн}$ - похибка, що виникає унаслідок зазорів між осями важелів передавальні пристрої при їх наявності,

$\varepsilon_{си}$ - похибка використовуваного ціни вимірів,

$\varepsilon_{інш}$ - інші похибки, викликані дією випадкових факторів в процесі контролю.

Визначимо складові сумарної похибки вимірювання, які можна виключити з розрахункової формули в святи з особливостями конструкції пристосування і використовуваної схеми вимірювання.

Похибка виготовлення настановної елементів пристосування (в даному випадку - втулка) не впливає на процес вимірювання, тому складова її виключається.

Пристосування служить для контролю биття однієї поверхні відносно іншої, тобто має місце суміщення вимірювальної та конструкторської баз, тому складову $\varepsilon_{нб}$ також можна виключити..

Очевидно, що при контролі не відбудеться зміщення вимірювальної бази деталі від заданого положення під дією вимірювальних сил, так як контролер підтискає деталь до настановних поверхонь. Тому складова $\varepsilon_{ис}$ виключається.

У конструкції пристосування відсутні затискні елементи, передавальні елементи, і не використовується заходи і еталони, отже виключаємо похибки $\varepsilon_{им}$, $\varepsilon_з$, $\varepsilon_{ин}$.

Остаточно приймемо таку розрахункову формулу:

$$\varepsilon_{вим} = \sqrt{\varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{си}^2 + \varepsilon_{інш}^2}, \quad (2.16)$$

Засобом виміру в даному пристосуванні індикатор годинникового типу ИЧ1 з ціною поділки 0,001 мм і діапазоном вимірювання 0-1мм. [10, табл.3.3, стор 148] похибка засобу вимірювання $\varepsilon_{си}=0,0024\text{мм}$.

Інші похибки визначимо як частину допуску неконтролюємого параметру

$$\begin{aligned} \varepsilon_{інш} &= 0,03 \cdot 0,05 = 0,0015 \text{мм.} \\ \varepsilon_{вим} &= \sqrt{0,0024^2 + 0,0015^2} = 0,0028 \text{мм} \end{aligned}$$

Перевіряємо умову придатності даного пристосування, порівнюючи отримане значення фактичної похибки вимірювання з найбільшим припустимим значенням.

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{вим}} &\leq [\varepsilon_{\text{вим}}] \\ 0,0028 &\leq 0,005\end{aligned}$$

Умова виконується. Отже, це контрольно-вимірювальне пристосування повністю задовольняє вимогам точності вимірювальної оснастки і може використовуватися для виконання контрольної операції.

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ

У кожному виробництві одним із важливих ступенів виготовлення продукції є технічний контроль.

Технічний контроль — це перевірка відповідності об'єкта (продукції або процесу, від якого залежить її якість) встановленим технічним вимогам

На стадії розробки продукції технічний контроль полягає у перевірці технічної документації, відповідності дослідного зразка технічному завданню, правилам оформлення, викладеним в ЄСКД (Єдина система конструкторської документації).

На стадії виготовлення технічний контроль охоплює якість сировини та продукції, її комплектність, упакування, маркування, кількісні показники, перебіг виробничих процесів.

На стадії експлуатації у перевірці дотримання вимог експлуатаційної та ремонтної документації.

Метод контролю — це сукупність правил застосування певних принципів і засобів для здійснення контролю. У метод контролю входять основні фізичні, хімічні, біологічні та інші явища, а також залежності (закони, ефекти, перетворення), які застосовуються при отриманні первинної інформації з об'єкта контролю.

Під системою контролю розуміють сукупність засобів контролю, виконавців і визначених об'єктів контролю, що взаємодіють згідно з правилами, які встановлені відповідними нормативними документами.

Засоби контролю — це технічні пристрої (прилади, пристосування, інструмент, випробувальні стенди) та (чи) матеріали (наприклад, реактиви), для проведення контролю.

Результат контролю — є кількісно визначене судження про стан об'єкту контролю.

Основною метою підприємств є - оптимізація виробництва. Зазвичай оптимізація виробничих процесів ставить перед собою дві мети: підвищення ефективності виробництва в цілому і скорочення витрат.

Щоб досягти ефективності основним методом є автоматизація виробництва.

Зокрема в нашому випадку розглянемо автоматизацію систем технічного контролю.

Автоматизація виробництва – вищий рівень розвитку машинної техніки, коли регулювання й управління виробничими процесами здійснюються без участі людини, а лише під її контролем.

Сучасний стан розвитку автоматизації виробництва привів до появи якісно нової системи технологічних машин з керуючими засобами, що базуються на застосуванні електронних обчислювальних машин, програмованих логічних контролерів, інтелектуальних засобів вимірювання і контролю, інформаційно об'єднаних промисловими мережами.

Автоматизація виробництва — один з головних напрямів науково-технічного прогресу.

За ступенем повноти розрізняють автоматизацію виробництва:

- часткову — передбачає автоматизацію основних виробничих процесів,
- комплексну — передбачає автоматизацію не тільки процесу виробництва, але й процесів керування й обслуговування,
- повну — передбачає автоматизацію всіх основних і допоміжних процесів.

3.1 Координатно-вимірвальна машина КВМ-1000П

Шести осові КВМ відкривають можливості: контролю внутрішніх поверхонь; «Затемнених» площин; виміру «голкою» і ін.

Мінімальне зусилля торкання дозволяє проводити вимірювання легко деформуючихся і дрібноструктурних поверхонь.



Рисунок 3.1 - Координатно-вимірвальна машина КВМ-1000П

Координатно-вимірвальна машина високої точності робить переворот у виробництві, дозволяючи скоротити витрати і одночасно випускати продукцію найвищої якості. Сьогодні, коли до промислових продуктів висуваються

жорсткі вимоги, особливо важливого значення набуває високоточне вимірювання деталей для різних конструкцій.

Координатно-вимірювальна машина - пристрій, який точно встановлює геометричні особливості виробів і їх фізичні параметри. Керувати машиною можна і вручну, і автоматично - з використанням комп'ютера. Перша вимірювальна техніка не досягала такої точності, як контрольно-вимірювальна машина. Вона не була настільки технологічно продуманою і оптимізованою для потреб виробництва.

Точність КВМ не випадкова. Її забезпечують:

- універсальна технологія пристрою - контроль деталей здійснюється за всіма необхідними параметрами;
- «Потоковість» роботи - вимір деталей проводиться одиничному і серійному режимах, і в 2-5 разів швидше в порівнянні з портальними схемами.

За допомогою цієї машини ми можемо оптимізувати та автоматизувати виробництво деталей Форсунка. Не зважаючи на малі розміри виробу, можливо з легкістю зробити заміри у важко доступних місцях.

Також є можливість виконати заміри:

- резьбові сполучення;
- підшипники;
- найдрібніші деталі і деталі складної конструкції;
- корпусні вироби;
- зубчасті колеса і багато іншого.

Параметри вимірювальної машини показані на рис.3.2

Диапазоны измерения, размеры	
Максимальное перемещение по осям:	
X, мм	1000
Y, мм	850
Z, мм	700
Габаритные размеры:	
длина, мм	3030
ширина, мм	2940
высота, мм	3660
Масса, кг	5000
Допустимый вес детали, кг	800

Рисунок 3.2 – Параметры КВМ-1000П

Точность измерения	
Погрешность измерения формы, мкм: КИМ-1000П	1,2 + L/250
Перемещение	
Система отсчета перемещений	Лазерно-интерферометрическая
Дискретность отсчета линейных перемещений, мкм	0,079
Дискретность отсчета угловых перемещений каретки, °	0,5
Максимальный поворот каретки вокруг оси (только для шестиосевых КИМ):	
X, °	45
Y, °	45
Z, °	60
Шестиосевое движение каретки с прикрепленным к ней поворотной головкой (датчиком) значительно расширяет возможности измерений, делает доступным для контроля поверхности, измерение которых на портальных КИМ затруднено или невозможно.	
Сенсорика	
Методика ощупывания	Полное шестимерное ¹ ощупывание
Min измерительное усилие с использованием датчика «Лапик»:	
при токовом касании, Н	0,0003 ²
при механическом касании, Н	0,2
Максимальная скорость измерения, точек/сек.:	
С использованием датчика «Лапик»	8
при сканировании	200
Минимальный радиус щупового наконечника, мм	0,02

Рисунок 3.2 – Параметры КВМ-1000П (Продовження)

Отже за допомогою координатно-виміральної машини контроль деталей на виробництві автоматизується: стане точнішим, а на вимірювання стане потрібно менше часу.

При вимірюванні деталі Форсунка на координатно-виміральній машині можливо виміряти розміри в важко доступних місцях, та по різних параметрам. Наприклад отвір $\varnothing 4,6$ який вимірюється щупом з сферичним накінецьником $\varnothing 2,5$ показано на рис.3.3, та лінійні розміри поверхонь 2мм, вимірюємий голкообразим щупом із сферою наконечника $\varnothing 0,5$ який показан на рис 3.4.

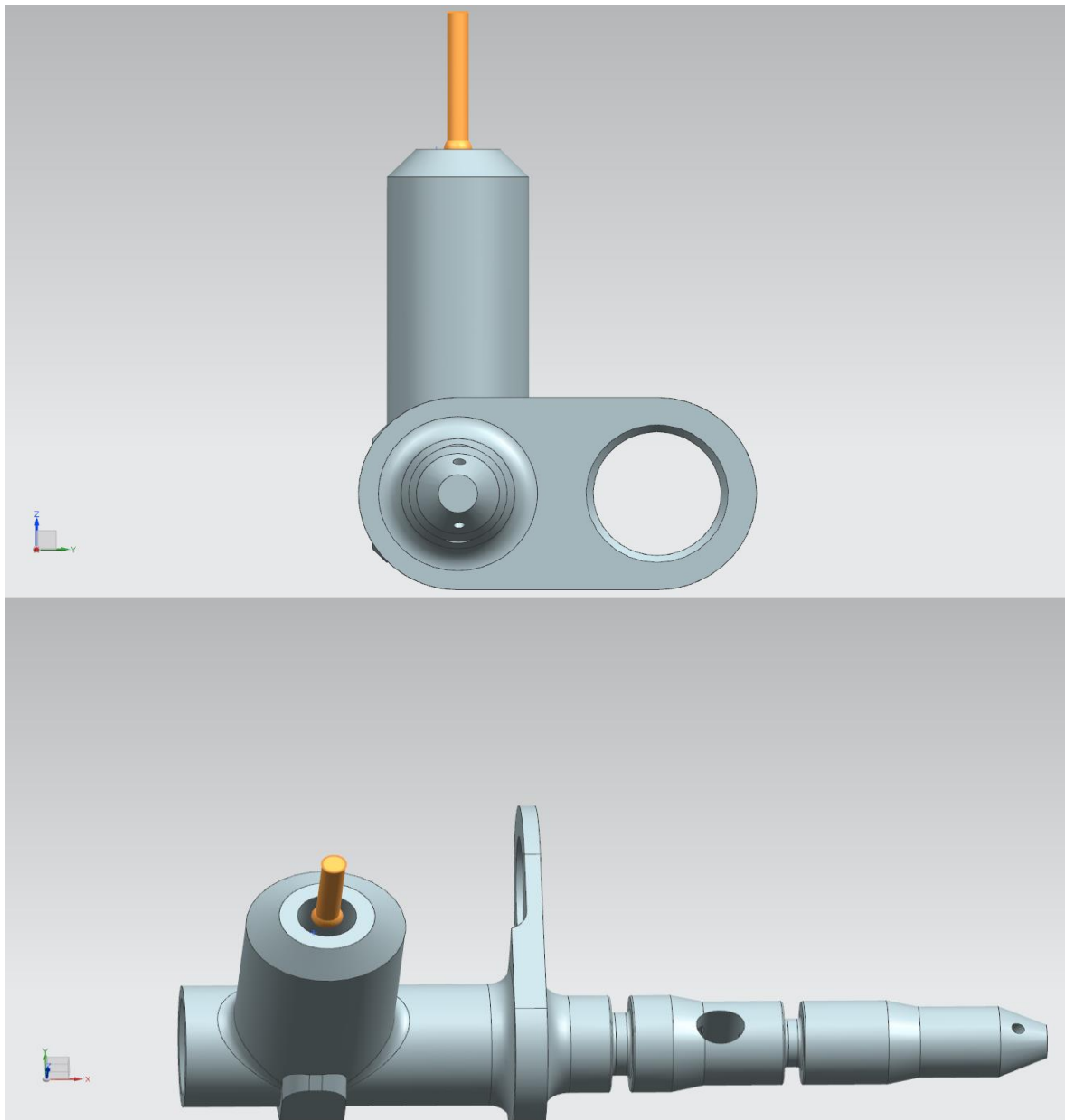


Рисунок 3.3 - Вимірювання $\varnothing 4,6$ деталі «Форсунка»

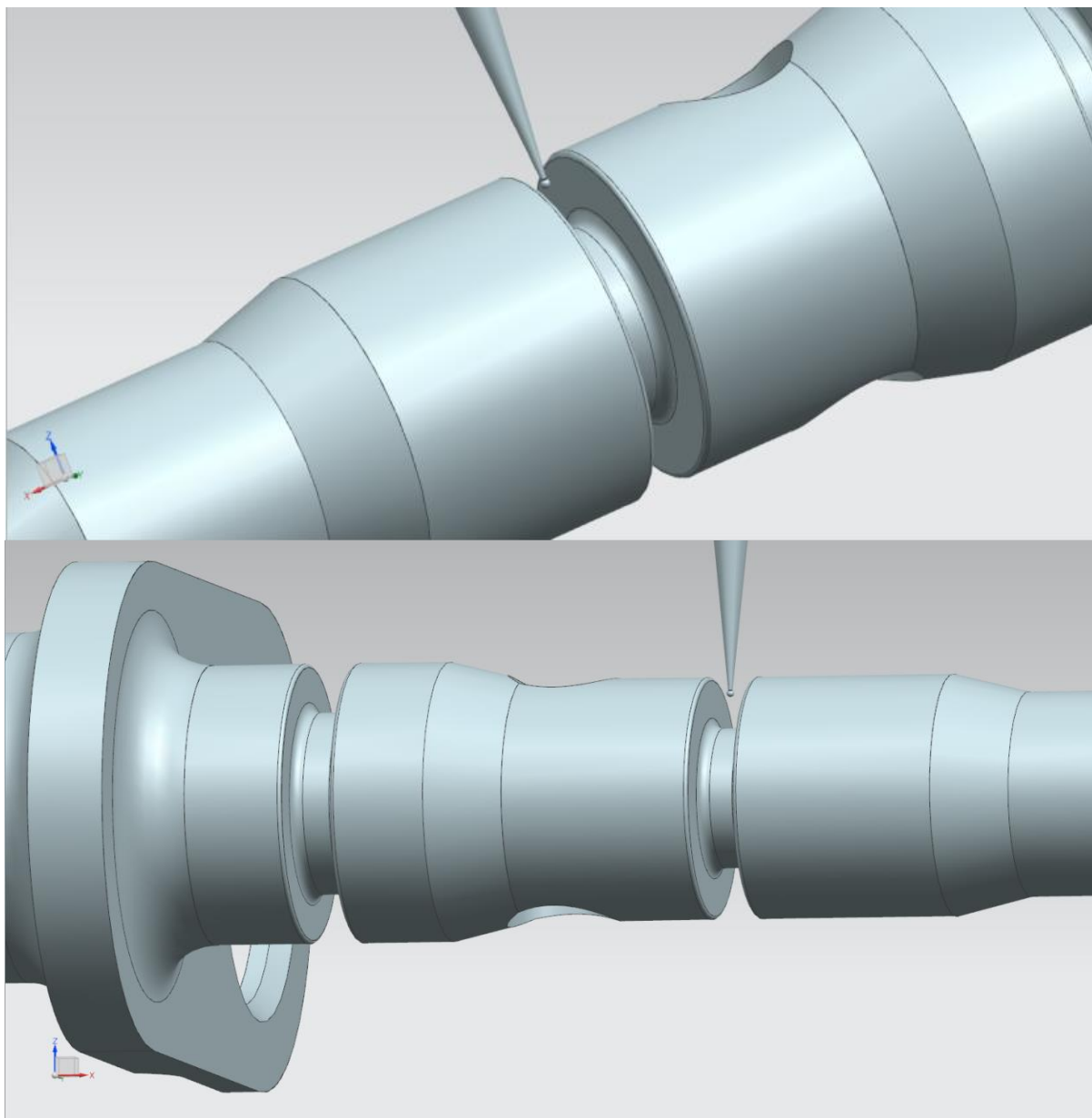


Рисунок 3.4 – Вимірювання лінійних розмірів деталі «Форсунка»

4.1 Аналіз літературних джерел

Підвищення рівня надійності і збільшення ресурсу машин і інших об'єктів можливо тільки за умови випуску продукції високої якості в усіх галузях машинобудування. Це вимагає безперервного вдосконалення технології виробництва і методів контролю якості. В даний час все більшого поширення набуває неруйнівного контролю, що дозволяє перевірити якість продукції без порушення її придатності на окремих етапах виробництва.

Існуючі засоби НК призначені для: виявлення дефектів типу порушення суцільності матеріалу виробів, оцінки структури матеріалу виробів, контролю геометричних параметрів виробів, оцінки фізико-хімічних властивостей матеріалу виробу.

У дефектоскопії для контролю металів і виробів найчастіше застосовують візуально-оптичні, капілярні, магнітні, струмовихрові, ультразвукові та радіаційні методи, які дозволяють здійснити суцільний контроль.

У спецзавданні будуть розглянуті 4 види неруйнівного контролю, а саме: перевірка деталі на герметичність, перевірка напрямку струменів, кольоровий барвистий метод капілярної дефектоскопії, магнітопорошковий метод.

До НК пред'являються такі основні загальні вимоги:

- 1) можливість здійснення ефективного контролю на різних стадіях виготовлення, в експлуатації і при ремонті виробів;
- 2) можливість контролю якості продукції по більшості заданих параметрів;
- 3) узгодженість часу, що витрачається на контроль, з часом роботи іншого технологічного обладнання;
- 4) висока достовірність результатів контролю;
- 5) можливість механізації і автоматизації контролю технологічних процесів, а також управління ними з використанням сигналів, видаваних засобами НК;
- 6) висока надійність дефектоскопічної апаратури і можливість використання її в різних умовах;
- 7) простота методики контролю, технічна доступність засобів контролю в умовах виробництва, ремонту і експлуатації;

4.2 Види виявляємих дефектів металу

Дефектом називається кожна окрема невідповідність продукції вимогам, встановленими нормативною документацією.

Дефекти поділяються на явні, приховані, критичні, значні і малозначні, виправні та не виправні.

Явні поверхневі дефекти виявляються оком, а внутрішні приховані і поверхневі, що не помітні оком, - спеціальними засобами.

Виявлені дефекти в залежності від можливого впливу їх на службові властивості деталі можуть бути критичними, значними і незначними.

Критичним називається дефект, при наявності якого використання продукції за призначенням неможливо або виключається через невідповідність вимогам безпеки або надійності; значним - дефект, який істотно впливає на використання продукції за призначенням або на її довговічність, але не є критичним; малозначним - дефект, який не робить такого впливу.

За походженням дефекти виробів підрозділяють на виробничо-технологічні (металургійні, що виникають при литті і прокатці, технологічні виникають при виготовленні та ремонті деталей); експлуатаційні (виникають після деякого напрацювання виробів в результаті втоми виробу в результаті втоми металу деталей, корозії, зношування, а також неналежне обслуговування та експлуатації та конструктивні дефекти є наслідком недосконалості конструкції через помилки конструктора.

4.3 Можливі шляхи рішення

4.3.1 Суть методу капілярної дефектоскопії (кольорової)

Капілярні методи неруйнівного контролю призначені для виявлення поверхневих дефектів типу несплошності матеріалу, невидимих неозброєним оком. Вони засновані на використанні капілярних властивостей рідин. Цими методом виявляють дефекти шляхом утворення індикаторних малюнків з високим оптичним (яскравістими і колірними) контрастом і з шириною ліній, що перевищує ширину розкриття дефектів.

Суть методу полягає в наступному: на попередньо очищену поверхню перевіряється деталі наносять шар індикаторного пенетранта. Під дією капілярних сил пенетрант проникає в поверхневі дефекти і утримується в них. Через певний проміжок часу, необхідний для заповнення порожнини дефекту, пенетрант видаляється з поверхні деталі очищувачем (при цьому частина його залишається в дефектах). Під дією проявника, який наноситься на контрольовану поверхню, за рахунок дифузійних процесів індикаторний пенетрант витягується з дефекту, утворюючи індикаторний слід дефекту, чітко

видимий на денному світлі. На рис.4.1 представлена схема контролю дефектів капілярним методом.

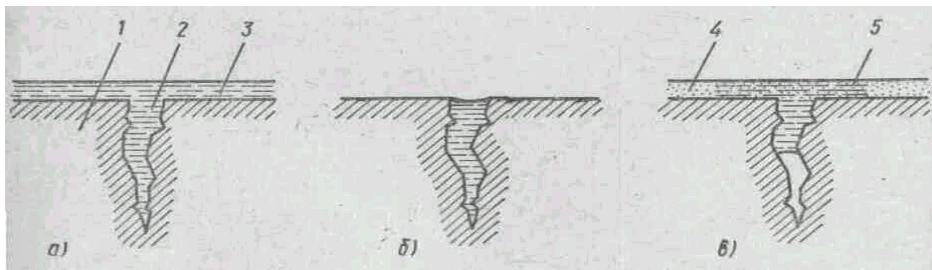


Рисунок 4.1- Схема контролю дефектів капілярним методом

а- порожнину тріщини заповнена проникаючою рідиною; б-рідина видалена з поверхні деталі; в- завдано проявник; 1-деталь; 2 порожнину тріщини; 3-проінікающая рідина; 4 проявник; 5 індикаторний малюнок тріщини

Клас чутливості контролю-2, високий, виявляє дефекти з мінімальним розкриттям несплошності типу одиничною тріщини біля виходу на поверхню від 1 до 2 мкм.

Дефектоскопічні матеріали.

При контролі кольоровим методом використовується набір дефектоскопічних матеріалів, що складається з індикаторного пенетранта (І), очищувача поверхні від пенетранта (М), проявника індикаторного сліду дефекту (П). Повний маркувальне позначення кольорового методу контролю ЦМ5-В

(І₂М₂П₂),

де І₂ –індикаторний пенетрант – рідин “Ч” червона проникаюча;

М₂- очищувальна рідина– мастило – гасова суміш;

П₂- проявник – фарба “М” біла проявляюча;

15- індекс набору дифектоскопічних матерілів;

В- чутливість методу-висока.

1) Технологічний процес контролю кольоровим методом складається з:

Підготовка поверхні.

Деталі надійшло на контроль повинні бути очищені від мастил, шліфувальних паст та ін. В ультразвукової ванні складу 2% -ний водний розчин неонола АФ9-12 або ОП-7. Температура розчину від 60 ° до 70 °, час промивання від 2 до 3 хв., 3 наступним промиванням проточною водою температури від 50 до 60 ° С. Сліди бензину, ацетону або води з поверхні

деталей видаляти витримкою на повітрі протягом від 15 до 30 хв. З подальшим підігрівом протягом від 40 до 60 хв. в печі при температурі від 100 до 130 ° С. Охолодити до кімнатної температури.

2) Нанесення індикаторного пенетранта

На деталі підготовлені для контролю нанести індикаторний пенетрант 3..4-кратним зануренням у ванну з пенетрантом на 20..30 секунд з витримкою від 1,5 ... 2 хвилин на повітрі після кожного занурення.

3) Видалення індикаторного пенетранта

Видалення пенетранта виробляти промиванням у ванні з очищає рідиною, при цьому необхідно використовувати 2 ємності: одну -для попереднього видалення, іншу-для остаточного. Тривалість промивання не більше 4 хвилин. Очищаюча рідина видаляється з поверхні деталі протиранням сухою, чистою серветкою з ситцю, бязі або марлі. У важкодоступних місцях допускається обдування стисненим повітрям тиском не вище 2атм. Тривалість протирання не більше 4 хвилин.

4) Нанесення проявника

Проявник на поверхню наноситься в 2 ... 3 шари фарборозпилювачем, тиск від 2 ... 4 атм. Кожен шар повинен бути глянцеvim, "мокрим". Для визначення товщини шару проявника необхідно використовувати зразок "білизни". Білизна поверхні деталі після нанесення проявника за кольором повинна відповідати зразку "білизни". Товщина плівки на зразку повинна бути в межах від 10 до 15 мкм і перевірятися мікрометром.

5) Огляд деталей проводиться через 1 ... 3 часа.

Дефекти виявляються у вигляді червоних ліній і точок. Наявність слабкого рожевого фону не є бракувальною ознакою. При використанні загального освітлення освітленість контрольованої поверхні повинна бути не менше 1250лк при використанні люмінесцентних ламп і 300лк при ламп розжарювання. При скрутному огляді не обходимо використовувати лупи і дзеркала, ендоскопи та ін.

6) Видалення проявника.

Проявник з поверхні деталі віддаляється ретельним промиванням чистим ацетоном.

Для перевірки деталей капілярним барвистим методом використовується автоматизована установка, представлена на Лист 1

Транспортер 1 подає деталі в ванну для ультразвукового очищення 6, потім в ванну для промивання проточною водою 7. Вологу з поверхні деталей видаляють в камері 14. Гарячі деталі охолоджують стисненим повітрям. Нанесення проникаючої рідини здійснюється в ванні 10, а видалення - шляхом послідовного занурення в ванну з водою 11, в ванну з очищає рідиною 12, а потім в камеру з душовою установкою 13. Волога видаляється стисненим повітрям 14. Проявник наносять фарборозпилювачем вручну в спец.камері 16. Деталі оглядають на робочому місці 17, де передбачено денне або ультразвукове освітлення.

4.3.2 Перевірка деталі на герметичність

Герметичність-це здатність деталі перешкоджати газовому або рідинного обміну між середовищами, розділеними цією деталлю. Ступінь герметичності кількістю речовини, що протікає через деталь в одиницю часу.

Герметичність форсунки можна перевірити 2 методами:

- 1) пневмогідравлічним
- 2) пневматичним

4.3.2.1 Перевірка на герметичність пневмогідравлічним методом

1. Встановити технологічне оснащення на виріб який перевіряється і під'єднати виріб до магістралі установки. Зовнішня поверхня деталі повинна бути очищена і знежирена бензином, ацетоном або миючим засобом. Поверхня знежирених деталей повинна повністю змочуватись водою.

2. Подати надлишковий тиск 0,2 ... 0,3МПа і занурити виріб у ванну з водним розчином храмніка: храмнік калієвий чи натрієвий -0,15 ... 0,3%, водно- інше, температура розчину 45 ° ... 50 ° С.

3. Подати в виріб тиск 0,2 ... 0,3МПа і закрити вентиль.

4. Витримати виріб який перевіряється під тиском протягом 5 хвилин. Одночасно вести спостереження за появою пухирців повітря на поверхні що перевіряється

5. Якщо за час перебування виробу у ванні, на перевірених місцях не проявились бульбашки повітря, вважається що виріб витримав випробування.

6. Зняти тиск повітря на порожнини виробу що перевіряється, вийняти виріб з ванни, від'єднати оснащення, встановити транспортувальні заглушки,

просушити виріб сухим, стислим повітрям, залишки вологи протерти чистою ганчіркою.

На Листі 1 представлена установка для перевірки на герметичність пневмогідравлічним методом.

У контрольований виріб 6 з мережі через редуктор тиску 1 подається газ під надлишковим тиском з наступним зануренням в бак 5 з індикаторної жідкістю. Места течі визначають за бульбашок контрольного газу в індикаторної рідини. Тиск контролюють за манометром 2, регулюють за допомогою клапанів 3 і 4, а скидання здійснюють через клапан 7.

4.3.2.2 Перевірка на герметичність пневматичним методом

1. Індикатор течі представляє розчин поверхнево-активної речовини (ПАР) і натрію двохромовокислого в воді. Товарна форма ПАР - розчин блоксополімерами окисів алкенів 50% -ої концентрації.

Співвідношення компонентів, що входять в рецептуру ІТ:

ПАВ- 7%

Натрій діохромат 0,3%

Вода питна - інше

2. Приготувати ПАР. У чисту ємність (скляну, порцелянову, нержавіючу) налити необхідну кількість води. Після цього в ємність невеликими порціями додавати ПАР, слабо перемішуючи розчин шпателем з нержавіючого матеріалу. Після розчинення ПАР в ємність додають Натрій діохромату 0,3%. Розчин перемішують, уникаючи спінювання.

3. Зовнішня поверхня деталі повинна бути очищена і знежирена бензином, ацетоном або миючим засобом. Поверхня знежиреного деталей повинна повністю змочуватись водою.

4. Встановити технологічне оснащення на виріб що перевіряється і під'єднати виріб до магістралі установки.

5. Заповнити порожнину виробу повітрям до тиску.

6. Перевірити герметичність виробу шляхом обмазки ІТ.

7. Видержати виріб під тиском 0,2 ... 0,3 МПа протягом 5 хвилин. Одночасно вести спостереження за появою пухирців повітря на перевіряється поверхні.

8. Зняти тиск повітря з порожнини виробу, від'єднати оснащення і встановити транспортувальні заглушки.

9. Видалити з поверхні виробу ІТ шляхом протирання бавовняної серветкою або обдуванням стисненим повітрям.

4.3.3 Контроль магнітопорошковим методом

Магнітопорошковий метод заснований на явищі виникнення магнітних полюсів на дефектах і притягнення до них частинок магнітного порошку при нанесенні його на деталь у вигляді суспензії. Магнітний порошок рівномірно поширюється по всьому об'єму деталі з однаковою щільністю магнітних силових ліній, що залежить від магнітної проникності деталі. При зміні магнітної проникності в порожнині дефекту, змінюється щільність магнітних силових ліній і тим більше, чим більше різниця між магнітною проникністю основного матеріалу деталі і магнітною проникністю порожнини дефекту. Магнітні силові лінії при цьому виходять на поверхню деталі і утворюють полюса по краях дефекту в напрямку магнітного потоку, до яких і притягуються частинки магнітного порошку, утворюючи видимі неозброєним оком валики порошку, так як ширина цих валиків в кілька разів більше, ніж ширина розкриття дефекту. За характером осідання порошку можна судити про довжину дефектів і їх типи.

Магнітопорошковий метод призначений для виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів типу: тріщин різного походження, флокенов, заковів, зкатів, надривів, розшарувань, неспаєв, рихлоти, пор, шлакових включень, непровари і т.д. на деталях, виготовлених з феромагнітних матеріалів.

Виявлення підповерхневих дефектів різко погіршується в міру збільшення глибини їх залягання, а при глибині 1 ... 2 мм можуть бути виявлені тільки дуже грубі дефекти висотою 1,5 ... 3 мм і більше.

Найчіткіше дефекти виявляються тому випадку, коли магнітні силові лінії перпендикулярні або спрямовані під кутом не менше 45° до напрямку дефектів.

Чутливість магнітопорошкового методу визначається:

- магнітними характеристиками матеріалу деталі
- форми і розмірами деталі
- шерсткістю поверхні деталі
- напругою намагнічуваності поля
- взаємним напрямком намагнічуваності поля і дефекту
- властивостями і якістю дефектоскопічних матеріалів
- способом нанесення дефектоскопічних матеріалів
- освітленістю контрольованої поверхні

У практиці магнітопорошкового контролю використовуються рівні умовної чутливості 2,10,25 названі відповідно рівнями А, Б, В, при яких повинні виявлятися дефекти з шириною розкриття, відповідно 2,10,25мкм. Рівень А є рівнем підвищеної чутливості контролю та досягається при шорсткості контрольованої поверхні $Ra < 2,5$ мкм. Рівні Б, В являються відповідно рівнями нормальної і зниженої чутливості і досягається при шорсткості контрольованої поверхні $Ra < 10$ мкм. При шорсткості $Ra > 10$ мкм чутливість методу різко погіршується.

Технологія магнітопорошкового контролю

1. Підготовка до контролю

Деталі які піддаються магнітопорошковому контролю повинні бути очищені від бруду, окалини і знежирені. Кожні 30 хвилин перевіряти працездатність дефектоскопа, камери розмагнічування та якості суспензії.

2. Намагнічення деталі

При магнітопорошковому контролі застосовуються 3 види намагнічування: циркулярне, поздовжнє (полюсное) і комбіноване.

Циркулярне намагнічування відбувається шляхом прпусканія струму через деталь, стрижень, що приходить через наскрізний отвір, через 1 ... 3 витку кабелю, пропущеного через отвір деталі. Магнітне поле, створюване струмом, збуджує в деталі циркулярний магнітний потік, основна частина котрого замкнута в деталі.

Поздовжнє намагнічування здійснюється за допомогою соленоїда, електромагніту, постійного магніту. Магнітний потік не замикається в тілі деталі, а виходить через кінцеві або інші виступаючі частини деталі назовні.

3. Нанесення індикаторних матеріалів на деталь

Найбільш продуктивним способом нанесення магнітного порошку є спосіб магнітної суспензії (мокрый спосіб). Обробка проводиться шляхом поливу деталі суспензією або занурення в ванну (відержка НЕ більше 3секунд).

Для контролю деталей зі світлою поверхнею застосовується порошок магнітний чорний, для контролю деталей з темною поверхнею застосовуються червоний, сірий або ін. Кольорові порошки.

4. Осмотр деталей

Огляд деталей проводиться неозброєним оком. У сумнівних випадках застосовують лупи з 2 ... 4 кратним збільшенням, ендоскопи. Освітленість в зоні контрольованої поверхні повинна бути не менше 1000Лк.

5. Оцінка результатів контролю

6. Розмагнічування деталі

Розмагнічування відбувається шляхом впливу на деталь низькозмінним магнітним полем із спадаючою до нуля амплітудою.

7. Очищення деталі

Деталь промити миючим розчином на мийці і просушити гарячим повітрям не пізніше ніж через годину після закінчення контролю.

Для магнітопорошкового контролю застосовують установку УМДЕ-10000 представлену на Лист 1

4.3.4 Перевірка напрямку струменів

Форсунка призначена для подачі масла на підшипники, тому доцільно перевірити напрямок струменів. Для цього використовується спеціальне пристосування і установка для перевірки на проток і герметичність деталей ЗМСЦ-УГМ (див. Лист 2).

Установка для перевірки на проток і герметичність деталей ЗМСЦ-УГМ складається з: каркаса, відкидного ковпака, гідросистеми, вузла секундоміра, електрочастини. Каркас установки звареної конструкції з листового і профільного прокату. На ньому монтуються вузли та деталі установки. Відкидний ковпак установки складається з зварного корпусу, виконаного з листового і профільного прокату, і з зскленного органічного скла. Служить ковпак для захисту при роботі установки.

Робоча рідина з бака 1 насосом 30 подається до випробувального виробу. Для очищення робочої рідини встановлені фільтри 26,27. Налаштування параметрів випробування забезпечує клапан 29, вентилі 20 ... 24, охолодження робочої рідини радіатор 31.

Для візуального контролю встановлено: температури - термометри 17 ... 18, тиску-манометри 13 ... 16, витрати рідини - літромер 28, вузол секундоміра 9 з мірними баками 33 і 34 або мірна колба.

Підготовка до роботи

1. Нормальне положення всіх кранів і вентилів "Закрито"
2. Перевірити наявність робочої рідини в баку 1
3. Відкрити ковпак відкидний установки
4. Встановити контрольний зразок в пристосування і закріпити
5. Закрити ковпак відкидний установки
6. Відкрити кран 3, вентилі 21,22,24
7. Включити насос 30
8. Вентилем 24 отрегулювати тиск по манометру 13

9. Після 5...6 хвилинної роботи установки провести відбір проби робочої рідини і її контроль
10. Перевірити різницю показань манометрів 15 і 16.
11. Виключити насос
12. Вентилі й крани повернути в положення "Закрито"
13. Відкрити відкидний ковпак установки
14. Зняти контрольний зразок з пристосування

5 ОПТИМІЗАЦІЯ ГЕОМЕТРІЇ ДЕТАЛІ

5.1 Розрахунок на міцність. Визначення напружено-деформованого стану деталі

Проведемо розрахунок на міцність за допомогою програми NX Nastran Static.

Ціль перевірки: дізнатись міцність деталі під час прикладання на неї навантаження.

Перевіряема поверхня оброблюється кінцевою фрезою в операції фрезерній-050. Тому як вона найвразливіша частина деталі, прикладемо на неї навантаження $P=200\text{H}$.

Провіряема поверхня показана на рис.5.1.

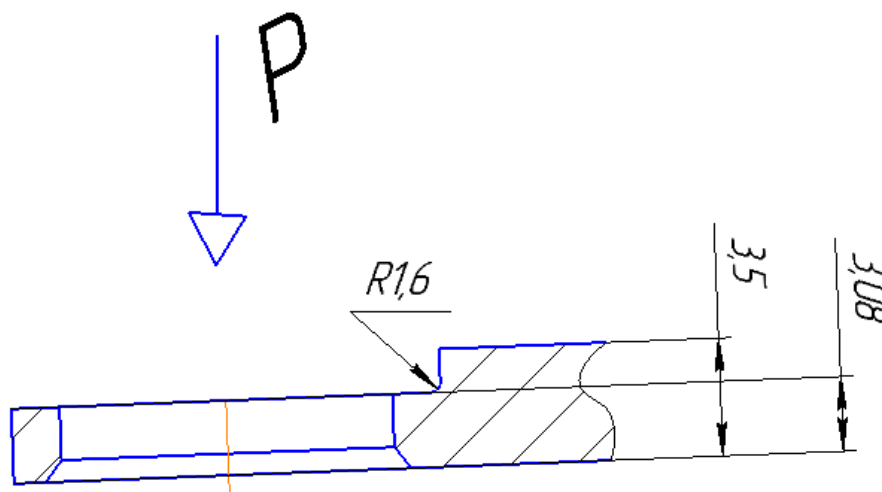


Рисунок 5.1 – Перевіряема поверхня з прикладеним на неї навантаженням

Прикладені навантаження на вразливу частину деталі товщиною $3.20_{-0.25}$ мм в розрахунку на міцність в NX зображена на рис.5.2.

Задаємо в програмі параметр навантаження $P=200\text{H}$, як при роботі в вузлі, показано на рис. 5.3

Розраховане напруження при дії навантаження показане на рис.5.4

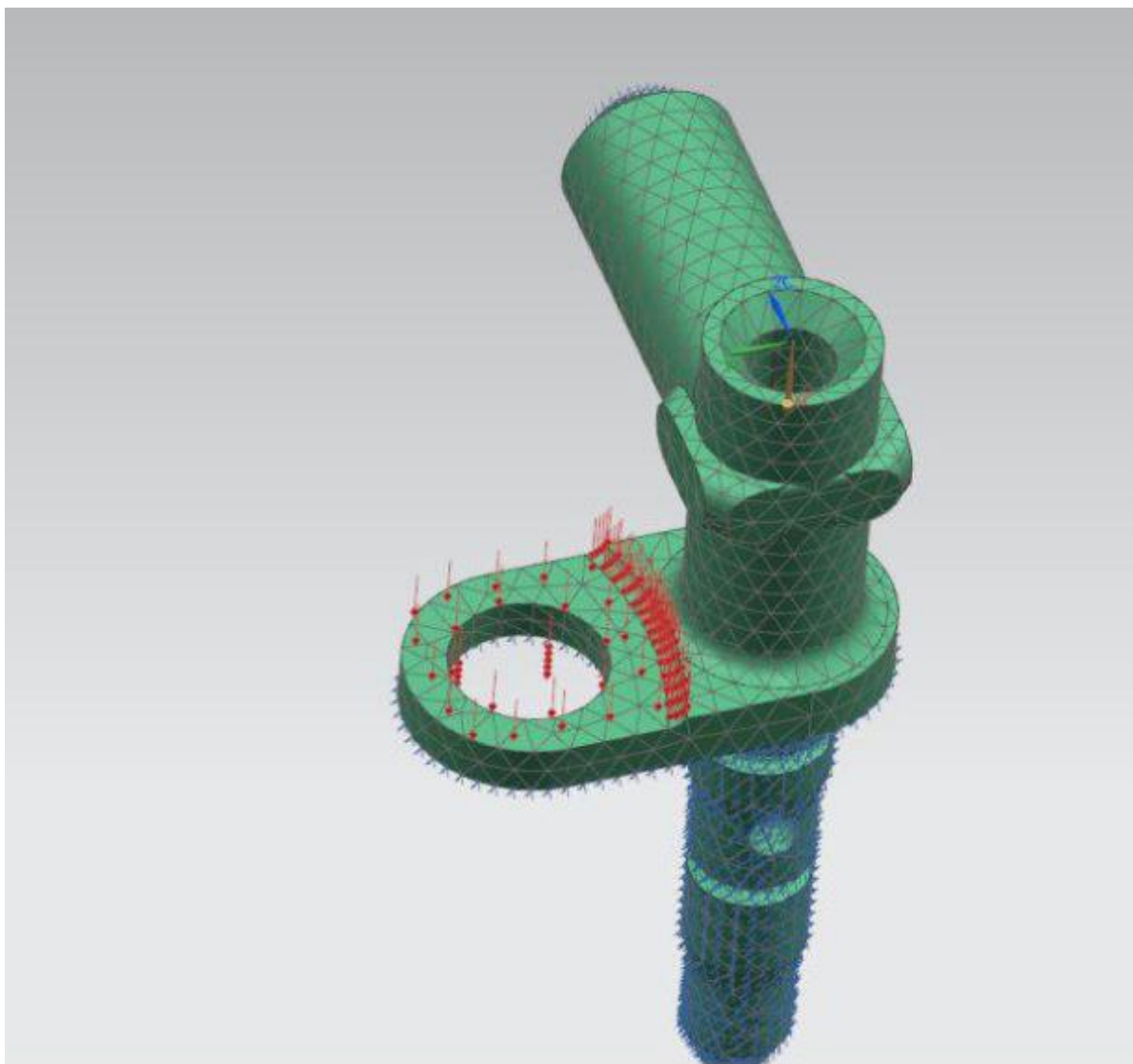


Рисунок 5.2 - Прикладені навантаження в програмі NX

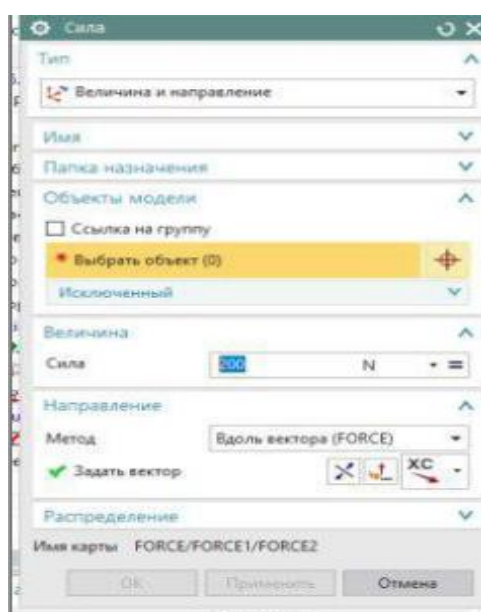


Рисунок 5.3 – Навантаження (сила) яка задана в програмі

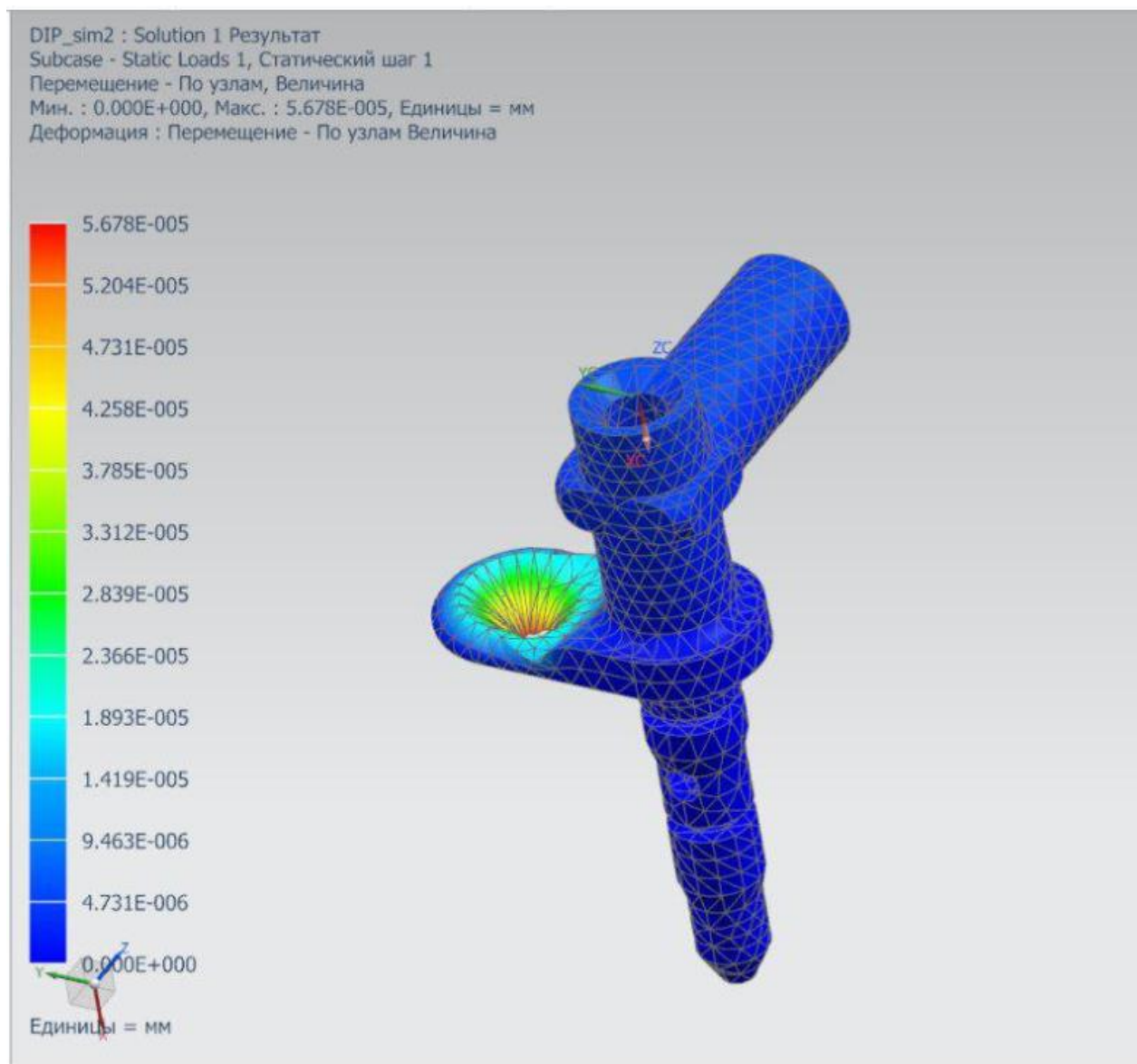


Рисунок 5.4 – Деформований стан поверхні з товщиною 3.2мм

Бачимо що прикладене навантаження видавлює отвір по діаметру в який в ходить бовт для закріплення Форсунки в вузлі та деформує поверхню з напруженням $\sigma = 5,678$ Па.

Таким чином виникає потреба оптимізувати геометрію деталі для зменшення напруги та покращити роботу деталі в двигуні.

5.2 Визначення допустимих навантажень при різних варіантах конструкції

5.2.1 Зменшення параметрів геометрії деталі

Якщо збільшити розмір знімаємого матеріалу під час фрезерної операції - 050 , на 0.25мм, тобто товщина поверхні становитиме 2.95мм, одержимо такі показники при розрахунку напруження в NX, які показані на рис. 5.5.

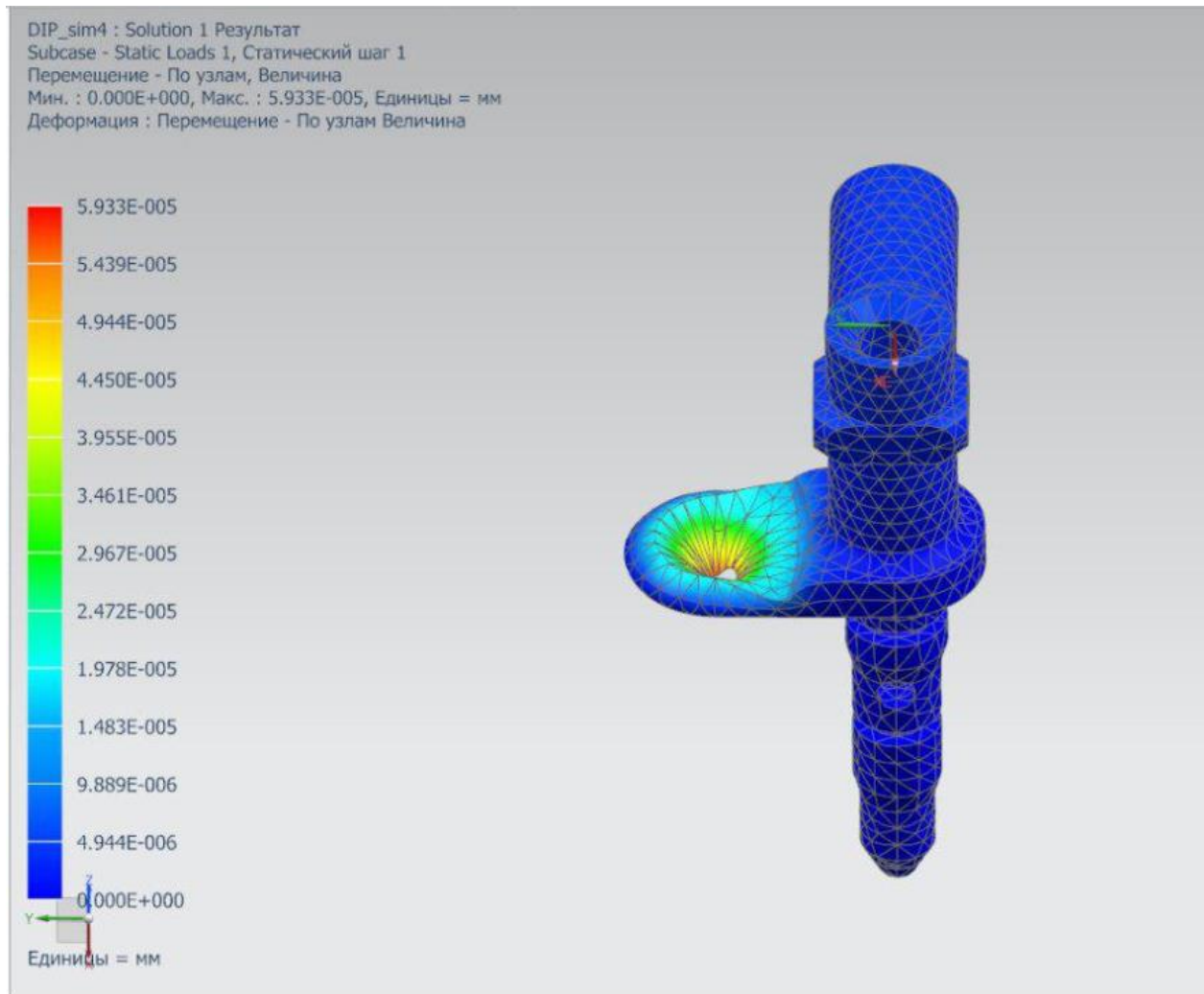


Рисунок 5.5 - Деформований стан поверхні з товщиною 2.95мм

Розраховане напруження для даного виду конструкції становить

$$\sigma = 5,933 \text{ Па.}$$

Напруження збільшилось, отже руйнування отвору відбудеться скоріше ніж при закладених параметрах в технологічний процес.

5.2.2 Збільшення параметрів геометрії деталі

Якщо зменшити розмір знімаемого матеріалу під час операції, хоча б на 0.1мм, товщина поверхні становитиме 3.30мм, одержимо такі показники при розрахунку напруження в NX, які показані на рис. 5.6.

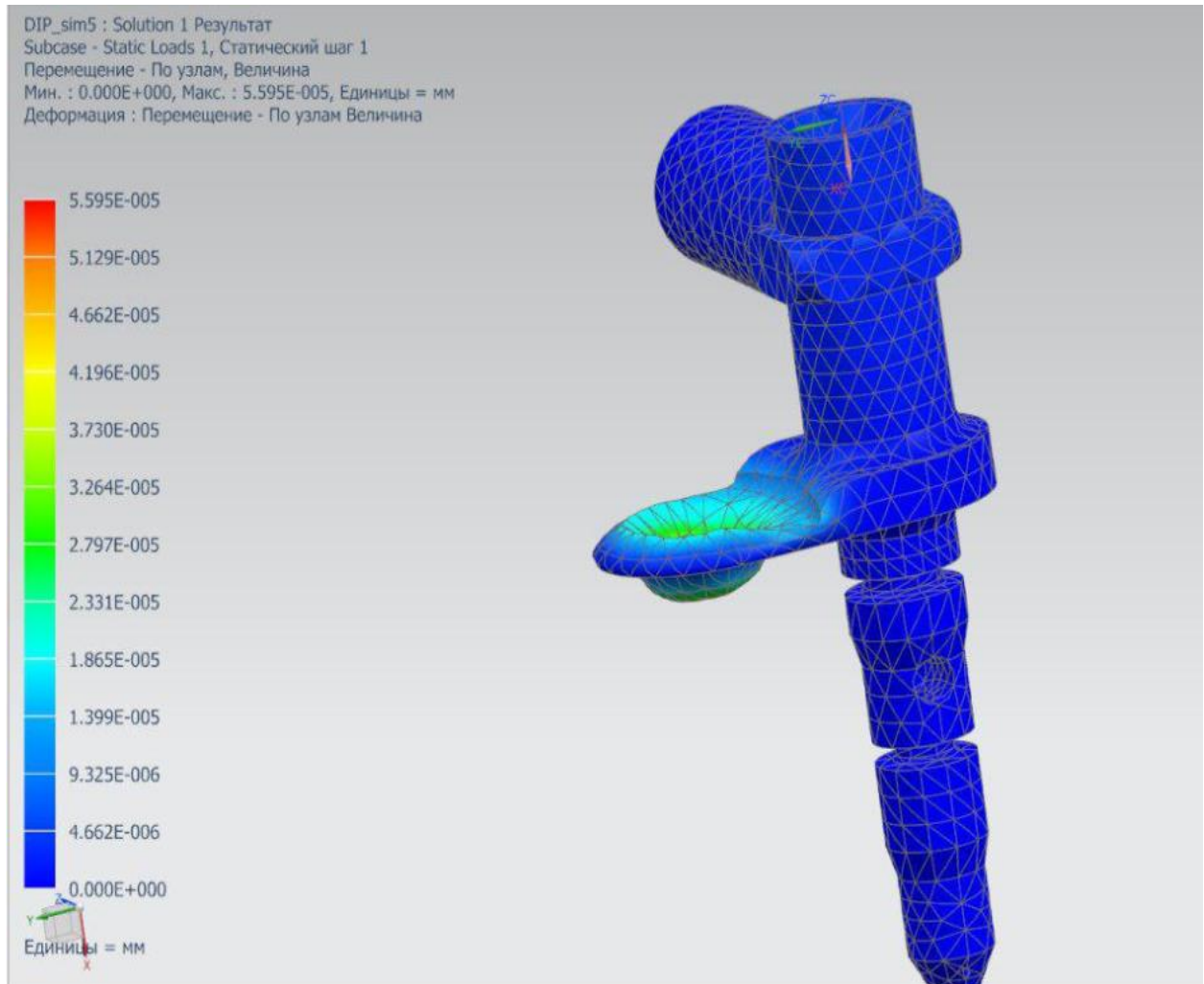


Рисунок 5.6 - Деформований стан поверхні з товщиною 3.30мм

Розраховане напруження для даного виду конструкції становить $\sigma = 5,595 \text{ Па}$.

Напруження зменшилось.

Тепер можемо зробити висновок, якщо ми зменшимо товщину знімаемого матеріалу хоча б до максимально допустимого розміру $3.30_{-0.25}$, то в нас вийде оптимізувати геометрію деталі, що в свою чергу виключе можливість скорішого зносу деталі Форсунка при встановленні її у привод регулятора

обертів двигуна ТВЗ-117. Деталь буде менш схильна до скорішого зносу при роботі двигуна та не порушиться виконання прямого призначення, подачі масла на шарики підшипники.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

У дипломному проекті передбачено організацію механічного цеху з виробництва "Форсунки" двигуна ТВЗ-117.

Згідно з ГОСТ 12.0.003-74(1999)"ССБТ Опасные и вредные производственные фактора" за дією на організм людини підрозділяються на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

До категорії фізичних небезпечних факторів відносять:

1) рухомі частини виробничого обладнання (токарний верстат ТВ-320, вертикально-свердильний МН-18 і К-3, токарний ТВ-125П, круглошліфувальний 3Б151), які можуть привести до механічних травм: захоплення одягу або волосся обертовими частинами. Це можливо при зниженому уваги працівника і при невиконанні техніки безпеки.

2) при переміщенні виробів і заготовок, робітник може підслизнутися чи впасти.

3) також до небезпечних чинників відносять можливість попадання стружки оброблюваного матеріалу 10X18H9Л в очі, при відсутності ЗІЗ і огорожувальних засобів.

4) оскільки зламаних інструментів, можуть травмувати руки, обличчя і очі робочого, при неправильно обраних режимах різання, ненадійному закріпленні інструменту, через неякісного матеріалу ріжучого інструменту, несвоєчасної зміни відпрацьованого інструменту і його неправильна заточка.

5) підвищена або знижена температура обладнання та матеріалу також відноситься до фізичних небезпечних факторів. Але температура деталі становить 40 ... 50 °, що не може привести до важких опіків, але створює дискомфорт при контакті.

6) підвищена напруга в електричного кола або статичної електрики призводить до електротравм: нагрів тканин і шкіри до високої температури аж до опіків, удар струмом, що призводить до судорожному скорочення м'язів, а в деяких випадках до їх розриву.

Крім небезпечних виробничих факторів у виробничому цеху можливі і шкідливі виробничі фактори, які призводять до виникнення різних захворювань. Наприклад, при підвищеному рівні пилу і відсутності засобів колективного та індивідуального захисту можуть виникнути захворювання дихальних шляхів: бронхіт, пневмонія, пневмоконіоз.

Високий рівень шуму, створюваний верстатами, призводить до нервово-емоційним порушень, дратівливості і в окремих випадках до травматизму.

Недостатня освітленість робочої зони призводить до зниження уваги, втоми зору і погіршення зору в подальшому.

Підвищена пульсація світлового потоку призводить до стомлення робітників, виникнення зорової ілюзії нерухомості або уявного руху предмета при його переривчастий (з певною періодичністю) візуальному спостереженні, що неприпустимо при роботі з рухомими об'єктами. Підвищена пульсація викликана роботою ламп типу ДРЛ.

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів відносять: фізичні перевантаження при установці пристосувань, ремонті обладнання в стислі терміни, переміщенні верстатів, перенапруження зору, монотонність праці. Крім цього монотонність робіт призводить до втоми, що найменш характерно для верстатів з ЧПК.

До біологічних факторів відносять: хвороботворні мікроорганізми і бактерії, які проявляються при роботі із змашувально-охолоджуючою рідиною (ЗОР).

6.2 Заходи щодо забезпечення безпеки

Розробка заходів і засобів щодо попередження дії небезпечних і шкідливих факторів проводиться комплексно з урахуванням виробничих та особистісних факторів. Для захисту та безпеки працівників в умовах виробництва від впливу небезпечних і шкідливих факторів в механічному цеху вживають таких заходів.

Безпека технологічного обладнання забезпечується правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, матеріалів і робочих процесів і відповідає ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ "Оборудование производственное. Общие требования безопасности".

Крім загальних вимог щодо безпечного пристрою виробничого обладнання (з урахуванням небезпечних і шкідливих факторів) передбачено обов'язкове включення вимог безпеки в технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування та зберігання обладнання.

Підйомно-транспортне обладнання, яке використовується при проведенні завантажувально-розвантажувальних робіт повинно відповідати вимогам по ГОСТ 12.2.003-91 "Оборудование производственное. Общие требования безопасности", ГОСТ 12.3.009-76 " (СТ СЭВ 3518-81) Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности".

Для попередження аварій і травм під час експлуатації все вантажопідйомні машини обладнують запобіжними і блокувальними пристроями. До них відносяться: кінцеві вимикачі, кінцеві упори, захисні щити, обмежувачі вантажопідйомності, покажчики вантажопідйомності, гальма, сигнальні прилади, огороження та інші пристрої. Дані види захисту передбачені при проектуванні обладнання та його виготовленні, а в цеху передбачено контроль технічного стану обладнання у відповідності з календарним планом і вимогам ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ "Оборудование производственное. Общие требования безопасности".

При проектуванні цеху необхідно раціонально використовувати площу, тому питома виробнича площа на один верстат рекомендується по ДБН В.2.2-9-2009«Громадські будинки та споруди. Основні положення» та ДБН В.2.2-28:2010«Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення» і залежить від габаритів:

- для дрібних верстатів (розміром до 1800 x 800 мм) - 10 - 12 м²;
- для середніх верстатів (розміром до 4000 x 2000 мм) - 15 - 25 м²;
- для великих верстатів (8000 x 4000 мм) - 30 - 45 м².

При цьому враховуються ергономічні вимоги і вимоги безпеки при організації трудового процесу.

Відстань між верстатами: для дрібних-1300мм, для середніх-1500мм, для крупних-1800мм.

Враховано при проектуванні ділянки цеху, що ширина цехових проходів та проїздів становить 4500мм і 2000мм. Проходи і проїзди в цехах і на ділянках позначаються розмежувальної лініями білого кольору шириною не менше 100мм відповідно до ГОСТ12.4.026-76-ССБТ "Цвета сигнальные и знаки безопасности". Проходи, проїзди, люки колодязів являються вільними, чи не захащені матеріалами, заготовками, деталями, відходами виробництва і тарою, що виключає ймовірність травми і внаслідок необхідності забезпечує швидку евакуацію.

Матеріали, деталі, готові вироби у робочих місць укладатися на стелажі і ящики способом, що забезпечує їх стійкість і зручність захоплення при використанні вантажопідйомних механізмів. Висоту штабелів заготовок на робочому місці не вище 1 м, ширина між штабелями складає не менше 0,8 м.

Стружку від верстатів і робочих місць передбачено прибирати в спеціальну металеву тару, яка відповідає вимогам ГОСТ 14861-74 "Тара металева ящечный" і ГОСТ 19822-81 "Тара виробнича. Технічні умови ", а експлуатують відповідно до ГОСТ 12.3.020-80"ССБТ. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности ", по можливості необхідно механізувати цей процес. У місцях зберігання є засоби

пожежогасіння: сухий пісок, доломітове пил, порошковий флюс, вогнегасники, заряджені порошковими речовинами.

Верстати та інше обладнання встановлено на міцних підставах або фундаментах, ретельно вивірені і надійно закріплені, що забезпечує мінімальну загальну вібрацію в цеху.

Рухомі частини верстатів і механізмів, які можуть бути причиною травмування працюючих, укриті відповідними захисними огороженнями.

Конструкції захисних пристроїв згідно ГОСТ 12.2.062-81 "Оборудование производственное. Огорождения защитные." Досить міцна, надійно кріпитися, не заважає виробничої роботи, прибирання та налагодження верстата. Залежно від призначення і частоти використання, огорожувальні пристрої виконуються у вигляді відкриваються або знімних кожухів.

Огороження оснащені рукоятками, скобами та іншими пристроями для зручного і безпечного утримання їх при зніманні та встановленні.

Верстати оснащені екранами (огорожами), що надійно захищають робітників від стружки і осколків випадково поламати інструменту або від бризок ЗОР.

Конструкція екранів легкорухомих і передбачається можливість зручного і безпечного чищення оглядових вікон від забруднень.

Органи управління верстатом і іншим обладнанням фарбують в різні кольори в залежності від функціонального призначення відповідно сигнальним квітам по ГОСТ 12.4.026-76-ССБТ "Кольори сигнальні і знаки безпеки". Сигналізація виконана світловий і звуковий. Сигнальні лампи та інші світлосигнальні апарати мають знаки або написи, що вказують значення сигналів (наприклад, «Включено», «Відключено», «Нагрівання»).

При обробці на фрезерних верстатах використовують спеціальні екрани і щітки, так само пилестружковловлювачі. У їх конструкціях враховані умови формоутворення і напрямку руху потоків пилу і стружки при різних видах фрезерування, а також вимоги існуючих норм безпеки. Багатоцільові верстати і обробні центри (ОЦ) мають захисні пристрої, які захищають верстатника від можливого травмування інструментом, який знаходиться в магазині або револьверної голівці під час його зміни. Верстати з ЧПК мають захисні засоби з блокуючими програмами, які відповідають вимогам ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ "Оборудование производственное. Общие требования безопасности".

При установці і зміні фрез застосовуються спеціальні пристосування, що запобігають порізи рук. Для видалення стружки поблизу обертається фрези робочим видаються пензлики з дерев'яними ручками завдовжки не менше 250 мм.

Електрична апаратура і струмоведучі частини надійно ізольовані і укріті в корпусі верстата або в спеціальні закриті з усіх боків шафи, кожухи тощо. Не залежно від способу захисту на всіх дверцятах, кришках, кожухах з лицьового боку є чіткі застережливі знаки «Блискавка».

Металеві конструктивні частини верстатів, а також окремо розташовані електричні пристрої (шафи, пульти управління і т. П.), Які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції і замикання на корпус, заземлені згідно з ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. "Электробезопасность. Защитное заземление, зануление", а також використання спеціального взуття з електропровідного підошвою і інші засоби захисту відповідно до ГОСТ 12.4.103 " ССБТ. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация", діелектричні гумові рукавички, інструмент з ізолюючими рукоятками з показником напруги до 1000В, діелектричні калоші, килими та ізолювальні підставки.

Справність засобів захисту перевіряється оглядом перед кожним їх застосуванням, а також періодично через 6 ... 12 місяців.

6.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни

Для забезпечення чистоти повітря і нормалізації параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях крім місцевих відсмоктувальних пристроїв, що забезпечують видалення шкідливих речовин із зони різання, повинна бути передбачена припливно-витяжна загальнообмінна система вентиляції.

Приміщення, в яких зберігаються і готуються розчини бактерицидів для МОР, повинні бути обладнані місцевою витяжною вентиляцією.

Приміщення в цехах і на ділянках обробки різанням, перебування в яких пов'язане з небезпекою для працюючих, повинні бути відокремлені від інших приміщень ізолюючими перегородками, мати місцеву витяжну вентиляцію та знаки безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026-76- ССБТ "Кольори сигнальні і знаки безпеки" .

Відповідно до вимог ДБН В2.5-67:2013 "Опалення, вентиляція і кондиціонування." Ворота, двері і технологічні отвори повинні бути обладнані повітряними і повітряно-тепловими завісами.

Метеорологічні умови в робочому приміщенні цеху по ГОСТ 12.1.005-88 "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" наведені в табл. 6.1.

Для забезпечення заданих параметрів повітря цілий рік використовують нагрівання гарячою водою (вода з власної котельні) та охолодження холодною водою (вода зі свердловини з попереднім охолодженням).

Допустимі величини температури, вологості і швидкості руху повітря в робочому місці виробничих приміщень згідно з ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" представлені в табл. 6.1

Таблиця 6.1 - Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість(%)на робочих місцях- постійних і непостійних	Швидкість руху (м / сек) на робочих місцях- постійних і непостійних
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний	Середньої тяжкості	17-23	15-24	75	не більше 0,3
Теплий		18-27	17-29	65 при 26°С	0,4-0,2

Формуються параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6-042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" на робочих місцях досягаються за рахунок раціонального планування виробничих приміщень і оптимального розміщення в них обладнання по тепло-, холодо- і вологовиділення. Для зменшення термічних навантажень на працюючих передбачена максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням.

При температурі внутрішніх поверхонь огорожуючих конструкцій, заклення нижче або вище допустимих величин робочі місця віддалені від них на відстань не менше 1 м.

У виробничих приміщення з надлишком тепла використовується природна вентиляція (аерація). Аероціонні ліхтарі і шахти розташовуються над основним джерелом тепла на одній осі. При неможливості або неефективності аерації встановлюється загально обмінна вентиляція.

При наявності одиничних джерел тепловиділень обладнання оснащено місцевою вентиляцією у вигляді локальних відсмоктувачів, витяжних парасольок.

Також вжито заходів щодо теплоізоляції обладнання і нагрітих поверхонь за допомогою теплозахисного обладнання.

Залежно від принципу дії теплозахисні засоби поділяються:

- тепловідштовхуючі - металеві листи, загартоване скло з плівковим покриттям, металізовані тканини, склотканини
- тепловідвідні - екрани водоохолоджувальні, водяні завіси
- комбіновані

Також для профілактики перегрівання робітників в умовах нагріваючого мікроклімату організований раціональний режим праці.

Норми освітленості робочих місць відповідають ДБН В.2.5-28-2006 "Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення" представлені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 - Норми освітленості робочих місць

Характеристика роботи	Розміри об'єкта відмінності, мм	Розряд зорових робіт	Підрозряд зорових робіт	Освітленість, лк		
				Комбіноване		Загальне
				Всього	В т.ч. від загального	
Середньої точності	0,5...1	IV	а	750	200	300
			б	500	200	200
			в	400	200	200

У виробничих приміщеннях використовується природне і штучне освітлення. Штучне освітлення поділяють на робоче, аварійне, охоронне і чергове.

Для загального штучного освітлення застосовуються розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової потужності, джерел світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби.

Робоче освітлення передбачено для ділянки відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей і руху транспорту. При необхідності частина світильників робочого або аварійного освітлення може використовуватись для чергового освітлення.

Для освітлення приміщень використовуються, як правило, найбільш економічні розрядні лампи. Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, в тому числі галогенні. Для місцевого освітлення робочих місць слід використовувати світильники з непросвічуваними відбивачами. Світильники повинні розташовуватися так, щоб їх світілись,

не потрапляли в поле зору працюючих на освітленому робочому місці і на інших робочих місцях.

Місцеве освітлення робочих місць, як правило, обладнано регуляторами освітлення. Місцеве освітлення зорових робіт з тривимірними об'єктами розрізнення слід виконувати:

- при дифузійному відбиванні фону-світильником, у якого відношення найбільшого лінійного розміру світиться поверхні до висоти її розташування над робочою поверхнею складає не більше 0,4 при направленні оптичної осі в центр робочої поверхні під кутом не менше 30 ° до вертикалі;

- при направлено-розсіяному і змішаному відбиванні фону - світильником, у якого відношення найбільшого лінійного розміру світиться поверхні до висоти її розташування над робочою поверхнею складає не більше 0,5 а її яскравість - від 2500 до 4000 кд / м².

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони виробничих приміщень наведені відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" складають абразивний пил 5мг / м³, пари масла 5 мг / м³.

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку" рівень звуку на робочих місцях не повинен перевищувати 80 дБА. Рівні звукового тиску згідно з ГОСТ 12.1.003-83 "Шум. Общие требования безопасности" представлені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 - Рівні звуку і звукового тиску

Робочі Гц	Рівні звукового тиску в октавних смугах								Рівні звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Допустимі рівні, Дб	95	87	82	78	75	73	71	69	80

При організації робочих місць приймаються всі заходи щодо зниження рівня шуму, а саме: розробка шумобезопасної техніки, застосування засобів і методів колективного захисту по ГОСТ 12.1.029 "Засоби і методи захисту від шуму", застосування засобів індивідуального захисту по ГОСТ 12.4.051 "Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. "

Зони з рівнем звуку вище 80дБ повинні бути позначені знаками безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026-76- ССБТ " Цвета сигнальные и знаки безопасности ".

Заходи та засоби захисту від вібрації відповідають вимогам ГОСТ 12.1.012-90 "Вібраційна безпека. Загальні вимоги "та ДСН3.3.6.039-99" Державні норми виробничої загальної та локальної вібрації ".

Вібрація - це механічне коливальний рух системи з пружними зв'язками. Вібрацію класифікують за такими ознаками: за способом впливу на людину - загальна (передається через опорні поверхні на тіло сидить або стоїть людини) і локальна (передається через руки людини); за джерелом виникнення - транспортна (при русі машин), транспортно-технологічна (при поєднанні руху з технологічним процесом і технологічна (при роботі стаціонарних машин); по частоті коливань - низькочастотна (менше 22,6 Гц), середнечастотна (22,6 ... 90 Гц) і високочастотний (більше 90 Гц); характером спектра - вузько і широкопasmово; часу дії - постійна і непостійна.

При роботі в умовах вібрацій продуктивність праці знижується, зростає число травм.

Найбільш дієвим засобом захисту людини від вібрації є усунення безпосередньо його контакту з вібруючим обладнанням. Здійснюється це шляхом застосування дистанційного управління, промислових роботів, автоматизації та заміни технологічних операцій.

Зниження несприятливої дії вібрації ручних механізованих інструментів на оператора досягається шляхом технічних рішень:

- зменшенням інтенсивності вібрації безпосередньо в джерелі (за рахунок конструктивних удосконалень);
- засобами зовнішньої віброзахисту, які представляють собою пружнодеформуючі матеріали і пристрої, розміщені між джерелом вібрації і руками людини-оператора.

Якщо методи колективного захисту не дають результату або їх нерационально застосовувати, то використовують засоби індивідуального захисту:

рукавиці або рукавички (ГОСТ 12.4.002-74. "Засоби індивідуального захисту рук від вібрації. Загальні вимоги"); спецвзуття (ГОСТ 12.4.024-76. "Взуття спеціальне віброзахистні").

Тривалість роботи з вібруючим інструментом не повинна перевищувати 2/3 робочої зміни. Операції розподіляють між працівниками так, щоб тривалість безперервної дії вібрації, включаючи мікропаузи, не перевищувала 15 ... 20 хв. Рекомендується робити перерви на 20 хв через 1 ... 2 год після початку зміни і на 30 хв через 2 години після обіду.

Під час перерв слід виконувати спеціальний комплекс гімнастичних вправ і гідропроцедури - ванночки при температурі води 38 ° С, а також самомасаж кінцівок.

Контроль вібрації на робочих місцях повинен проводитися згідно ГОСТ 12.1.012-90 "Вібраційна безпека. Загальні вимоги. "При атестації робочих

місць, періодично, на вимогу. Контроль якості машин повинен проводитись при контрольних випробуваннях відповідно до ГОСТ 15.001-88

На території проектного цеху в повній мірі забезпечено захист персоналу від впливу електромагнітних полів згідно ДСанПіН 3.3.6 096-2002 "Державні санітарні норми при роботі з джерелами електромагнітних полів".

Захист персоналу досягається шляхом проведення організаційних (призначення режимів роботи установок, зменшення місць і часу перебування персоналу в зоні випромінювання і т.д.), Інженерно-технічних заходів (раціональне розміщення обладнання, використання засобів, які обмежують рівень випромінювання на робочому місці), а також використанням індивідуальних засобів захисту (захисні окуляри, щитки, шоломи, захисний одяг).

Рівень електромагнітних полів контролюється і визначається перепадом потенціалів на робочому місці. Різниця в перепадах зон, які контролюються встановлюється 1 кВ / м (для магнітного поля частотою 50 Гц). Рівень напруженості магнітного поля частотою 50 Гц при постійному впливі не повинен перевищувати 1,4 кА / м протягом робочого дня (8 годину).

Для вимірювань в діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц використовуються прилади, призначені для визначення середніх значень щільності потоку енергії, з похибкою 40% в діапазоні частот 300 МГц - 2 ГГц і 30% в діапазоні частот понад 2 ГГц.

Відповідно до ГОСТ 12.1.006-84 "Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю "вимірювання напруженості та щільності потоку енергії ЕМП проводяться не рідше одного разу на рік.

6.4 Соціальний захист робочого згідно закону про соціальний захист

У більшості промислово розвинутих країн державна соціальна політика базується на солідарній основі та на суспільній думці про те, що потерпілі на виробництві повинні мати право на особливі переваги в соціальному захисті.

Враховуючи вищезазначені обставини та враховуючи міжнародний досвід був розроблений і набув чинності з 1 січня 2001 року Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Цей Закон гарантує право громадян на соціальний захист, яке проголошується Конституцією України (ст. 46), зокрема в разі повної, часткової

або тимчасової втрати працездатності. Окрім того, він створює правове поле, фінансові й організаційні механізми для успішного розв'язання триєдиного завдання: запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням, відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві, компенсації потерпілим матеріальних збитків внаслідок ушкодження здоров'я.

Основними принципами соціального страхування від нещасного випадку Закон проголошує:

- обов'язковий порядок страхування всіх працівників, а також учнів та студентів навчальних закладів, коли вони набувають професійних навичок;
- сплату страхових внесків тільки роботодавцями;
- формування та витрачання страхових коштів на солідарній основі;
- своєчасне та повне відшкодування шкоди потерпілим;
- надання державних гарантій застрахованим у реалізації їх прав;
- диференціювання страхового тарифу з урахуванням умов і стану безпеки праці, виробничого травматизму та професійної захворюваності на кожному підприємстві;

Страхування від нещасного випадку здійснює Фонд соціального страхування від нещасних випадків – некомерційна самоврядна організація, що діє на підставі статуту.

Управління Фондом здійснюють правління та виконавча дирекція Фонду. До складу правління включаються представники держави, застрахованих працівників і роботодавців - по 15 осіб від трьох представницьких сторін. Правління Фонду спрямовує і контролює діяльність виконавчої дирекції Фонду та її робочих органів; щорічно, а також у разі потреби, заслуховує звіти директора виконавчої дирекції Фонду про її діяльність.

Виконання статутних функцій та обов'язків Фонду щодо запобігання нещасним випадків та профзахворювань покладається на страхових експертів з охорони праці.

Беручи участь у реалізації державної політики в галузі соціального захисту людей праці Фонд здійснює такі основні послуги та виплати:

- повністю відшкодовує шкоду, заподіяну працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я або в разі його смерті, виплачуючи йому або особам, які перебували на його утриманні: допомогу в зв'язку з тимчасовою непрацездатністю; одноразову допомогу в разі стійкої втрати професійної працездатності або смерті потерпілого; втрачений заробіток у разі тимчасової непрацездатності; пенсію по інвалідності; пенсію у зв'язку з втратою годувальника; грошову суму за моральну шкоду;
- організовує поховання померлого, оплачуючи пов'язані з цим витрати;

- організовує лікування потерпілих, їх перекваліфікацію, працевлаштування осіб з відновленою працездатністю;
- надає допомогу інвалідам у вирішенні соціально-побутових питань, організовує їх участь у громадському житті тощо.

Однак діяльність Фонду не обмежується лише реабілітаційними заходами щодо потерпілих на виробництві та виплатою їм відповідних компенсацій. Фонд здійснює також заходи, спрямовані на запобігання нещасних випадків, усунення загрози здоров'ю працюючих, у тому числі:

- надає допомогу підприємствам і організаціям у створенні та реалізації ефективної системи управління охороною праці;
- перевіряє стан профілактичної роботи та охорони праці на підприємствах;
- бере участь: у розробленні та реалізації національної та галузевих програм поліпшення стану безпеки, умов праці та виробничого середовища; у здійсненні наукових досліджень у сфері охорони та медицини праці; у навчанні, підвищенні рівня знань працівників, які вирішують питання охорони праці; у розробленні законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці; у розслідуванні групових нещасних випадків, нещасних випадків із смертельними наслідками та з можливою інвалідністю, а також професійних захворювань;
- виконує інші профілактичні заходи.

Фонд соціального страхування від нещасних випадків може відмовити у страхових виплатах і наданні соціальних послуг застрахованому, якщо нещасний випадок згідно із законодавством не визнаний пов'язаним з виробництвом або якщо мали місце:

- навмисні дії потерпілого, спрямовані на створення умов для настання страхового випадку;
- надання роботодавцем або потерпілим Фонду соціального страхування від нещасних випадків свідомо неправдивих відомостей про страховий випадок;
- вчинення застрахованим умисного злочину, що призвів до настання страхового випадку.

Нагляд за діяльністю Фонду соціального страхування від нещасних випадків здійснює наглядова рада, до складу якої у рівній кількості входять представники держави, застрахованих працівників і роботодавців.

Державний нагляд у сфері страхування від нещасного випадку здійснюють спеціально уповноважені центральні органи виконавчої влади. Спрямовує і координує роботу зазначених органів з цих питань Кабінет Міністрів України.

6.5 Заходи з пожежної безпеки

Заходи з пожежної безпеки виконані відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 - "Правила пожежної безпеки України"

За ступенем пожежної небезпеки виробництва, відповідно до СНиП 2.09.02-85 "Норми проектування. Виробничі будівлі промислових підприємств "дана ділянка відноситься до категорії" Д (Негорючі речовини та матеріали в холодному стані. В основу розрахункового методу визначення категорій вибухопожежної та пожежної небезпеки виробничих приміщень покладено енергетичний підхід, що полягає в оцінці розрахункового надлишкового тиску вибуху в порівнянні з допустимим. Розрахунковий максимально можливий надмірний тиск, що виникає при згоранні вибухонебезпечного середовища в приміщенні, визначається за формулою) ", тип пожежі" А "(Горючі газы, легкозаймисті рідини (ЛЗР) з температурою спалаху не більше 28°C в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху $P > 5$ кПа. Речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху $P > 5$ кПа.)- виробництво, в якому в обігу знаходяться вогнетривкі матеріали в холодному стані.

Переходи, проїзди евакуаційні виходи передбачені відповідно до вимог ДБН В.1.1.7:2016 - "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні положення". Відстань від найбільш віддаленого місця до найближчого виходу без обмежень.

Згідно ДБН В.1.1.7:2016 - "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні положення" для організації виробництва категорії Д в будівлі забезпечена мінімальна ступінь вогнестійкості конструкції - перша (див. Табл. 6.4).

Таблиця 6.4 - Ступінь вогнестійкості будівель та споруд

Основні будівельні конструкції	Ступінь вогнестійкості І	
	Група займистості	Межа вогнестійкості
Несучі стіни і колони	вогнетривкі	2,0 години
Плити, перегородки та ін. несучі конструкції	вогнетривкі	0,75 години

Внутрішні перегородки, сходові клітини та ін.	важкозгораємі	0,25 години
Брандмауери	вогнетривкі	2,5 години

Вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння тільки електроустановок. В електроустановках передбачені наступні заходи пожежної безпеки:

- все іскристі частини обладнання укладені пилонепроникні ковпаки;
- силова розводка виконана прихованої в трубах;
- силова апаратура забезпечена захистом від короткого замикання.

У складському господарстві передбачені наступні заходи щодо пожежної безпеки:

- чітка організація зберігання матеріальних цінностей, забезпечення вільного доступу до всіх стелажів;
- суворе дотримання правил спільного зберігання матеріалів, хімікатів;
- оснащення складів пожежною сигналізацією та засобами індивідуального пожежогасіння;
- поділ складів на відсіки протипожежними стінами за ознакою однорідності засобів пожежогасіння та можливості спільного зберігання матеріалів.

Проектом передбачено влаштування пожежної сигналізації на ділянці і в допоміжних приміщеннях, які встановлюються з розрахунку 1 сповіщувач на 65 м² площі і замикаються на приймальну станцію пожежної сигналізації типу Т10Л-10/100.

Для захисту від блискавок передбачено влаштування блискавковідводів. З метою захисту від статичної електрики передбачено заземлення неструмоведучих електропровідних частин обладнання.

Металеві повітроводи ставляться через кожні 40-50 м.

6.6 Особливості проведення рятувальних та інших невідкладних робіт при ліквідації наслідків виробничих аварій та катастроф

Під надзвичайною ситуацією (НС) розуміється такий стан об'єкта, визначеній території або акваторії, при якому внаслідок виникнення джерела надзвичайної ситуації порушуються нормальні умови життя і діяльності людей,

виникає загроза їхньому життю чи здоров'ю, завдається шкода майну населення, економіці та навколишньому природному середовищу.

Ліквідація надзвичайної ситуації здійснюється силами та засобами підприємств, установ і організацій незалежно від їх організаційно-правової форми, органів місцевого [самоврядування](#), органів виконавчої влади суб'єктів, на території яких склалася надзвичайна [ситуація](#), під керівництвом [відповідних](#) комісій з надзвичайних ситуацій.

Ліквідація НС виконується Збройними силами [України](#), силами Цивільної Оборони України, спеціальними і невоєнізованих формувань цивільної оборони.

Ліквідація надзвичайної ситуації вважається завершеною після закінчення проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

В найкоротші [терміни](#) повинно [встановити характер](#) і [межі](#) руйнувань і пожеж, ступінь радіоактивного та іншого виду зараження в різних районах вогнища, наявність уражених людей і їх стан, можливі шляхи введення рятувальних формувань та евакуації потерпілих. За даними розвідки визначають обсяги робіт, уточнюють способи ведення рятувальних і аварійних робіт, розробляють план ліквідації наслідків надзвичайної події.

У планах ліквідації наслідків намічають конкретний перелік невідкладних робіт, встановлюють їх черговість. З урахуванням обсягів і [термінів](#) проведення рятувальних робіт визначають сили і засоби їх виконання. У першу чергу в плані необхідно передбачати роботи, спрямовані на припинення впливу зовнішнього фактора на об'єкт (якщо це можливо), локалізацію осередку ураження, постановка засобів, що перешкоджають поширенню небезпеки по території об'єкта. Для своєчасного та успішного проведення рятувальних робіт планується проведення цілого ряду невідкладних заходів:

- Пристрій при необхідності проїздів в завалах і забруднених ділянках; обладнання тимчасових шляхів руху [транспорту](#) (так званих колонних шляхів);
- Локалізація аварій на мережах комунально-енергетичних систем; відновлення окремих пошкоджених ділянок [енергетичних](#) водопровідних мереж та споруд;
- Зміцнення і обвалення конструкцій будівель і споруд, що перешкоджають безпечному проведенню рятувальних робіт.

В якості рятувальних сил використовують навчені рятувальні формування, що створюються завчасно, а також новосформовані підрозділи з числа працівників промислового об'єкта (підрозділів цивільної оборони об'єкта). Рятувальні формування можуть бути підпорядковані керівництву об'єкта або адміністрації району, міста, області.

В якості технічних засобів використовують як об'єктових техніку (бульдозери, екскаватори зі змінним обладнанням, автомобілі-самоскиди, [автогрейдери](#), моторні та причіпні котки, пневматичний інструмент і т. д.), так і спецтехніку, що знаходиться в розпорядженні рятувальних формувань (спеціальні [підйомно-транспортні машини](#), корчевателі-збирачі, ручний рятувальний інструмент, бетоноломи, засоби контролю та життєзабезпечення).

Особливе місце в організації та веденні рятувальних робіт займає пошук і звільнення з-під завалів постраждалих. Їх пошук починається з уцілілих підвальних приміщень, дорожніх споруд, вуличних підземних переходів, у зовнішніх віконних і сходових примків, околостенних просторів нижніх поверхів будівель; далі обстежується весь, без винятку, ділянка рятувальних робіт. Люди можуть перебувати також у порожнинах завалу, які утворюються в результаті неповного обвалення великих елементів і конструкцій будівель. Такі порожнини найчастіше можуть виникати між збереженими стінками будівель і нещільно лежать балками або плитами перекриттів, під сходовими маршами.

Порятунок людей, що потрапили в завали, починають з ретельного огляду завалу, при цьому усувають умови, що сприяють обвалення окремих конструкцій. Далі намагаються встановити зв'язок з потрапили в завали (голосом або перестукуванням). У завалах проробляють прохід збоку або зверху з одночасним кріпленням нестійких конструкцій та елементів. Підходи до людей, що знаходяться в завалі, слід вести можливо швидше, уникаючи трудомістких робіт і використовуючи порожнини в завалах, що збереглися приміщення, коридори і проходи. Завжди слід пам'ятати, що використання для розбирання завалів важкої техніки різко прискорює [процес](#), але може завдати непоправної шкоди потерпілим.

Значна частина робіт в осередку ураження припадає на локалізацію та ліквідацію пожеж. Ці роботи виконують формування пожежогасіння системи цивільної оборони, штатні пожежні частини промислових об'єктів, пожежні частини територіального підпорядкування у взаємодії з рятувальними формуваннями.

Дуже важливо якомога швидше оцінити обстановку, передбачити [розвиток](#) пожеж і на цій основі прийняти правильне рішення щодо їх локалізації та гасіння. При локалізації [на шляху](#) поширення вогню (з урахуванням напрямку вітру) влаштовують відсічні смуги: на напрямку поширення [пожежі](#) розбирають або обрушують спалимі конструкції будівель, повністю видаляють з відсічною смуги легковозгораємі [матеріали](#) та суху рослинність: для створення відсічною смуги шириною до 50-100 м необхідна дорожня [техніка](#) (бульдозери, грейдери і т. д.).

Пожежні підрозділи в першу чергу гасять і локалізують пожежі там, де знаходяться [люди](#). Одночасно з гасінням пожеж евакуюють людей. При відшукуванні і евакуації з палаючої [будівлі](#) людей можна користуватися деякими правилами:

- Пожежа в будівлі розповсюджується переважно по ліфтовим шахтам, сходових [клітках](#), по [вентиляційних](#) коробів;
- Цілі віконні прорізи у палаючому будинку свідчать про те, що в цьому приміщенні немає людей або вони не в змозі дістатися до вікон;
- Сильне полум'я у віконних прорізах свідчить про повну розвитку пожежі при великій кількості горючих матеріалів;
- Сильне задимлення без полум'я - ознака швидкого розповсюдження вогню прихованими шляхами і по конструкціях; якщо при цьому дим густий і темний, то це означає горіння при нестачі кисню.

Роботам з ліквідації вогнищ ураження СДОР (сильнодіючі [отруйні речовини](#)), як правило, передують або проводяться одночасно заходи, спрямовані на зниження величини викиду і розтікання СДЯВ на місцевості, зменшення інтенсивності випаровування отруйних речовин і зменшення глибини розповсюдження зараженого повітря. Для цього проводять роботи по:

- Обмеження та припинення викиду СДОР шляхом перекриття кранів і засувок на магістралях подачі СДОР до місця аварії, закладення отворів на магістралях і ємностях, перекачування рідини з аварійної ємності в резервну;
- Обвалування місць розливу СДОР, пристрій пасток при відсутності обвалування або піддонів для ємностей;
- Збір розлилася СДОР в закриті резервні ємності (при наявності обвалування або піддонів);
- Постановка відсічних водяних завіс на шляху розповсюдження [хмари](#) зараженого повітря (для зниження глибини його поширення);
- Ізоляція [дзеркала](#) розливу СДОР піною, поглинання отруйних речовин адсорбентами.

Після проведення цих заходів знезаражують території.

Таким чином, в даний час спостерігається процес збільшення кількості НС та тяжкості їх наслідків. НС носять складний характер і викликають масове ураження людей, значні втрати [матеріальних](#) цінностей і викликають необхідність проведення складного комплексу СіДНР. Джерелами НС можуть бути небезпечне [природне](#) явище, аварія чи небезпечний техногенний [пригода](#), широко поширена [інфекційна](#) хвороба людей, сільськогосподарських тварин і рослин, а також застосування сучасних засобів ураження, в результаті чого сталася або може виникнути надзвичайна ситуація.

Зміст організації СіДНР говорить про те, що:

1. При організації аварійно-рятувальних робіт потрібні високий рівень підготовки [керівників](#), служб ЦО, виконавчих органів з [планування](#) і організації цих робіт.
2. Ліквідація надзвичайної ситуації здійснюється силами та засобами підприємств, установ і організацій незалежно від їх організаційно-правової форми, органів місцевого самоврядування, органів виконавчої влади суб'єктів, на території яких склалася надзвичайна ситуація, під керівництвом відповідних комісій з надзвичайних ситуацій.
3. Ліквідація НС виконується Збройними силами України, силами Цивільної Оборони України, спеціальними і невоєнізованих формувань цивільної оборони.
4. Ліквідація надзвичайної ситуації вважається завершеною після закінчення проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт

Висновки:

ВІД: Передбачені заходи з охорони праці, виробничої санітарії, гігієни праці та пожежної безпеки забезпечують безпечні та комфортні умови праці.

ЦЗ: Від впливів СДОР на промислові об'єкти і людей необхідно приймати відповідні заходи захисту, необхідні для забезпечення безперервної роботи об'єкта.

ВИСНОВОК

Згідно завданню на дипломний проект, був вдосконалений процес виготовлення деталі форсунки на турбовальний двигун ТВЗ-117.

Обрано і метод отримання заготовки. Призначені припуски на заготовку. Режими різання і технічні норми часу призначені і визначені за рекомендаціями нормативних документів авіаційної промисловості.

Розроблена 3D деталь та заготовка в модулі NX CAM. Технологічний процес розроблений з урахуванням вимог охорони праці та стійкості до надзвичайних ситуацій. Спроектвані верстатні пристосування дозволяють швидко і надійно закріплювати заготовку під час обробки, що в умовах серійного виробництва дуже важливо.

Була виконана автоматизація систем контролю, що дуже спрощує процес контролювання під час виготовлення деталі.

Виконано спеціальне завдання на тему "Неруйнівні методи контролю".

В програмі NX найвразливіша частина деталі була розрахована на міцність, після чого було запропонована оптимізація геометрії деталі за для покращення роботи виробу в узлі.

У частині з охорони праці приведена характеристика ділянки механічної обробки деталі з точки зору безпеки проведення робіт, розроблений кондиціонер для підтримки теплового режиму в цеху.

Складено альбом технологічної документації на виготовлення форсунки на п'ять операцій вибірково.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1.Методичні вказівки до практичних занять для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування» (8.090202) та «Двигуни та енергетичні установки літальних апаратів» (7.100102) усіх форм навчання./Склали: Богуслаєв В.А., Коренєвський Е.Я., Леховіцер В.О. – Контроль робочого креслення та аналіз технологічності конструкції деталі. - Запоріжжя, ЗДТУ, 2000. 22с.

2. ДОДАТКИ до методичних вказівок для виконання практичних занять з дисциплін«Технологічні основи машинобудування», «Технологія машинобудування»,«Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин».

3.Справочник технолога-машиностроителя. т.2 /Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496 с, ил.

4. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов , В.И. Баранчиков, А.В.Жаринов, Н.Д.Юдина.-М.:Машиностроение, 1990-400с

5.Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов] – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 265с., ил.

6.Методичні вказівки до дипломного проектування з технології авіадвигунобудування для студентів спеціальностей «Технологічні основи машинобудування», «Технологія машинобудування»,«Теоретичні основи технології виготовлення деталей та складання машин».

7.Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб.пособие/П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плескач; Под общ.ред. В.М. Плескача.-К.:Выща шк.; 1991-247с.

8. Справочник технолога-машиностроителя. т. 1/Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 656 с., ил.

9. Нормативные таблицы режимов резания для технологического нормирования работ на токарных и сверлильных станках.

10. Стружестрах Е.И. "Справочник нормировщика машиностроителя", т II-М.:Машиностроение,1961.-892с., ил.

11. А.С.Зубченко, М.М.Колосков, Ю.В.Каширский / Марочник сталей и сплавов, – 2-е изд.-М.: Машиностроение, 2003, 784с

12. Методичні вказівки для практичних робіт з дисципліни “Технологічна оснастка” з напрямку підготовки 6.050502 “Інженерна

механіка” за фаховим спрямуванням “Технологія машинобудування” та “Металорізальні верстати та системи” для всіх форм навчання

13. В.И. Анурьев/Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т., Т.3-8-е изд.,– М.: Машиностроение, 2001-864с

14. М.А. Ансеров. Приспособления для металлорежущих станков. 4-е изд. М.: Машиностроение, 1975. - 655с.

15.В.А. Богуслаев, В.А. Леховицер, А.С. Смирнов. Станочные приспособления. Запорожье: ОАО „Мотор-Сич“, 2004 г. - 461 с.

16. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Под ред. В.В. Ключева- М.: Машиностроение, 1976, 329с.

17. Неразрушающий контроль. Акустические методы контроля: Практи.пособие/ И.Н. Єрмолов, Н.А. Алешин, А.И. Потапов; Под ред. В.В. Сухоруков.- М.: Машиностроение, 1991, 283с.

18. Металлорежущие станки. Учебник для машиностроительных вузов/ Под ред.Пуша- М.: Машиностроение, 1985, 256с.

19. <https://ru.wikipedia/wiki/координатно-измерительная-машина>.

20. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. – На заміну ДБН В.2.5-27-2006 ; чинний від 2017-04-01. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 109 с. – (Державний Стандарт України)

21.https://pidruchniki.com/10810806/bzhd/likvidatsiya_naslidkiv_avariy_katastrof «Навчальні матеріали онлайн»

22. <http://ua-referat.com> «ОРГАНІЗАЦІЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ліквідації наслідків терористичного акту ТА УПРАВЛІННЯ У ХОДІ ЇХ ВЕДЕННЯ».

23 <http://ua-referat.com> «Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій 2».

24.<http://dv-gazeta.info/eurochoice/sotsialnaya-zashhita-v-ukraine-i-evropeyskiy-opyit.html>.

Додаток А.

132

Формат	Знак	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Документация		
A1				Сборочный чертёж	1	
				Детали		
		1		Корпус	1	
		2		Шток	1	
		3		Поршень	1	
		4		Распределитель кран	1	
		5		Прихват	1	
				Стандартные изделия		
		6		Винт М16х1х11 ГОСТ 11738 -84	2	
		7		Втулка кондукторная быстроизменя по ГОСТ 4924	1	
		8		Втулка промежуточная ГОСТ 4924	1	
ЗНТУ 293110012						
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	
Разраб	Копирова А.О.	Логачёв В.О.	Лит	Листов		
Проб	Копирова А.О.	Логачёв В.О.	Лит	Листов	1	
Исконтр	Копирова А.О.	Логачёв В.О.	Лит	Листов	ЗНТУ	
Утв	Дядя.с.и	Логачёв В.О.	Лит	Листов		
Кондуктор для сверлильного отвора $\phi 3$					группа М - 113м	
Копирован					Формат А4	

