



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ЗНТУ)

РЕЦЕНЗИЯ

на магістерську роботу Удосконалення операцій технологічного процесу за рахунок використання електроерозійної обробки при виготовленні корпусних деталей.

Студент Сизко Владислав Сергійович

Спеціальність і група 131 Прикладна механіка М-113м

Обсяг проекту (роботи) Повний

Кількість аркушів креслень 9

Кількість сторінок пояснювальної записки 124

а) короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень 1. Технологічна частина 2. Конструкторська частина 3. Проектування механічної ділянки. Розрахунок необхідної кількості основного технологічного устаткування. 4. Удосконалення операцій технологічного процесу за рахунок використання електроерозійної обробки при виготовленні корпусних деталей. 5. Охорона праці

б) висновок про відповідність проекту (роботи) завданню

Виконана робота повністю відповідає поставленому завданню

в) характеристика виконання кожного розділу магістерської роботи, рівень відповідності останнім досягненням науки та техніки і передовим методам роботи
Виконана робота на достатньому рівні відповідає останнім досягненням науки та техніки

г) негативні особливості виконання роботи

При перевірці виконаної роботи негативних особливостей не виявлено

д) позитивні особливості

Позитивною особливістю можна вважати: підвищення ефективності формуотворюючих операцій ТП за рахунок використання сучасних методів обробки

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до роботи

Графічна частина та пояснювальна записка виконані у відповідності до діючих стандартів

є) відгук про роботу загалом

В цілому магістерська робота студента групи М-113м Сизко Владислава Сергійовича відповідає вимогам вищої школи

ж) інші зауваження

У якості зауважень можна привести наступне: В картах альбома документації не вказано допоміжний інструмент.

з) оцінка роботи

В цілому магістерська робота студента групи М-113м Сизко Владислава Сергійовича заслуговує оцінку «задовільно»

Рецензію склав доцент кафедри ТМБ, к.т.н. Козлова Е. Б.

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



(підпис)

_____ 2018 р.

[10:27:00] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №862 [3] (200015 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:27:07] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №867 [3] (200015 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:27:14] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №872 [3] (200015 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:27:37] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №877 [3] (200015 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:28:36] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №882 [3] (200030 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:29:29] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №887 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:29:56] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №892 [3] (200012 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:29:57] Тип проверки: *Стандартная*

[10:29:57] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 24%)**

[10:29:57] **Уникальность текста 76%[©] (Проигнорировано подстановок: 0%)**

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Сизко В.С., провів
зав. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.

13.12.2018р.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Технології машинобудування

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

другий (магістерський)

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Удосконалення операцій технологічного процесу за рахунок використання електроерозійної обробки при виготовленні корпусних деталей

Виконав: студент 6 курсу, групи M-113м
напряму підготовки (спеціальності)

131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Сизко В.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Каморкін П.А.

Консультант

Кононов В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Козлова О.Б.

(прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

Інститут, факультет Машинобудівний
Спеціальність Технології машинобудування
Рівень вищої освіти (освітній ступінь) Другий (магістерський)
Кількість 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМБ
С.І. Дядя
" 19 " 12 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Сизко Владислав Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) Удосконалення операцій технологічного процесу за використання електроерозійної обробки при виготовленні корпусних деталей

Науковий керівник проекту (роботи) Каморкін П.А., к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Відомості про проект (роботу) 19 грудня _____
Згідно наказу вищого навчального закладу від "26" листопада 2018 року № 366

Введення студентом проекту (роботи) 1. Креслення деталі
Кількість 1 шт.

Вимоги до проекту (роботи) розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно

розв'язати) 1. Технологічна частина: розробка технологічного процесу механічної обробки валу
2. Конструкційна частина: розробка та розрахунок робочого та контрольного пристроїв,
3. Обчислення механічної ділянки. 4. Спецчастина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних

ситуаціях. 6. Контрольне пристосування. 7. Спецзавдання.

Вимоги до графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Креслення деталі. 2. Креслення заготовки. 3. План обробки деталі. 4. РТК на операцію з
робоче пристосування. 6. Контрольне пристосування. 7. Спецзавдання.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання при
Технологічний	Каморкін П.А., доцент	<i>Handwritten signature</i> 03.09.18	<i>Handwritten signature</i>
Конструкторський	Каморкін П.А., доцент	<i>Handwritten signature</i> 03.09.18	<i>Handwritten signature</i>
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Шмирко В.І., доцент	<i>Handwritten signature</i> 10.10.18	<i>Handwritten signature</i>
Нормоконтроль	Патюпкін А.В., доцент	<i>Handwritten signature</i>	<i>Handwritten signature</i>

7. Дата видачі завдання 03 вересня 2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Срок виконання етапів проекту (роботи)	П
1.	Опис призначення деталі(креслення деталі)	12.09.2018	
2.	Вибір типу виробництва	15.09.2018	
3.	Аналіз технологічності деталі	20.09.2018	
4.	Вибір способу отримання заготовки(креслення)	25.09.2018	
5.	Вибір баз	01.10.2018	
6.	МОП(креслення МОП)	06.10.2018	
7.	МОЗ	13.10.2018	
8.	Розрахунок припусків	13.10.2018	
9.	Проектування операційної технології(альбом технологічних карт РТК)	16.10.2018	
10.	Оформлення технологічної та конструкторської документації	30.10.2018	
11.	Проектування та розрахунок робочого пристрою	02.11.2018	
12.	Проектування та розрахунок контрольного пристрою	10.11.2018	
14.	Охорона праці	19.11.2018	
15.	Спецзавдання	23.11.2018	
16.	Захист	19 грудня	

Студент

Handwritten signature
(підпис)

Сизко В.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Handwritten signature
(підпис)

Каморкін П.А.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 124с. Мал. табл., 17 джерел і 4 додатки.

Об'єкт дослідження - технологічний процес виготовлення валу відповідно до вимог креслення.

Метод дослідження - розрахунково-аналітичний

Мета дипломного проекту - проект механічного цеху виготовлення деталей масло агрегатів авіаційного двигуна Д-36.

В роботі спроектовано технологічний процес виготовлення валів, обрано обладнання, інструмент, розраховані режими різання, спроектовані робоче та контрольне пристосування, виконано планування розташування технологічного обладнання на ділянці, проведено економічні розрахунки параметрів ділянки, передбачено заходи, спрямовані на забезпечення безпечної роботи персоналу.

ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ВЕРСТАТ, ЕСКІЗ, ОПЕРАЦІЯ, РОЗМІР, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ІНСТРУМЕНТ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, КОНТРОЛЬНЕ ПРИСТОСУВАННЯ, РОБОЧЕ ПРИСТОСУВАННЯ, ПЛАЗМОТРОН.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	
ВСТУП	
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
1.1 Службове призначення і конструктивні особливості виробу	
1.2 Вибір типу і форми організації виробництва.....	
1.3 Вибір методу отримання заготовки. Проектування заготовки. Економічне обґрунтування обраного методу.....	
1.4 Проектування маршрутної технології	
1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність	
1.4.2 Технологічна розмітка поверхонь і визначення основних характеристик цих поверхонь.....	
1.5 Проектування МОП основних поверхонь	
1.6 Вибір технологічних баз.....	
1.7 Маршрут виготовлення деталі. Вибір технологічного обладнання (верстатів).	
1.8 Технологічні розмірні розрахунки	
1.8.1 Розраховуємо припуски і технологічні розміри розрахунково-аналітичним методом для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 101,5_{-0,057}^{+0,021}$...	
1.8.2 Призначаємо припуски і розраховуємо технологічні розміри табличним методом для поверхні $\varnothing 26H7_{-0,021}^{+0,021}$	
1.8.3 Розрахунок технологічних координатних розмірів.....	
1.9 Проектування операційної технології	
1.9.1 Операція 040 - токарна з ЧПУ.	
1.9.2 Операція 025 - токарна з ЧПУ	
1.9.3 Операція 020 - свердлильна.	
1.9.4 Операція 055 - фрезерна.	
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
2.1 Проектування технологічного оснащення	
2.1.1 Опис конструкції і принципу роботи.....	
2.1.2 Розрахунок похибок базування	
2.1.3 Схема установки. Розрахунок необхідного зусилля закріплення. вибір приводу	
2.1.4 Розрахунок пристосування на точність	
2.1.5 Розрахунок пристосування на міцність	

2.2	Конструювання фрезерного робочого пристосування.....	
2.2.1	Опис конструкції і принципу роботи.....	
2.3	Контрольне пристосування.....	
2.3.1	Розрахунок такту випуску.....	
2.3.2	Вибір схеми базування.....	
2.3.3	Вибір засобів вимірювання.....	
2.3.4	Визначення сумарної похибки вимірювання.....	
3	ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЯНКИ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСІВ НАСОСІВ	
3.1	Вихідні дані	
3.2	Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання.....	
3.3	Розрахунок чисельності основних робітників. Циклограма многостаночной роботи.....	
3.4	Планування технологічного обладнання і робочих місць.....	
3.5	Основні техніко-економічні показники ділянки.....	
3.6	Проектування механічного цеху	
3.6.1	Вихідні дані	
3.6.2	Укрупнений розрахунок основних показників виробничих ділянок ...	
3.6.3	Основні техніко-економічні показники цеху.....	
4	СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.....	
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1	Заходи з охорони праці.....	
5.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях	
	ВИСНОВОК.....	
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГОСТ	Державний стандарт
ЕСКД	Єдина система конструкторської документації
ЕСТД	Єдина система технологічної документації
КЗ	Карта заготовки
МЗС	Маршрут виготовлення деталі
МОП	Маршрут обробки поверхні
КЕ	Карта ескізів
РТК	Розрахунково-технологічна карта
СНиП	Система норм і правил
ТО	Термічна обробка
МК	Маршрутна карта
ОК	Операційна карта
ПЗ	Пояснювальна записка
ЕОМ	Електронно-обчислювальна машина

ВСТУП

При переході машинобудівного виробництва в ринкову економіку, перед підприємством з'являється безліч питань, які потребують негайного і правильного рішення.

Все зростаюча конкуренція серед виробників авіаційних двигунів, вимагає від виробника виготовлення продукції в мінімальні терміни з максимальною якістю і мінімальною собівартістю виробу. Собівартість виробу в значній мірі залежить від використання прогресивного технологічного обладнання та зменшення тривалості виробничого циклу виготовлення деталі.

В значній мірі скорочується тривалість циклу конструкторської та технологічної підготовки виробництва при використанні новітніх засобів автоматизованої підготовки виробництва (застосування персональних ЕОМ з роботою в системі AUTOCAD, MATHCAD, ANSYS і т. Д.).

Якість створюваного виробу забезпечується на етапах підготовки та виробництва продукції і реалізується в процесі експлуатації. Важливою складовою забезпечення якісної продукції є контроль виробу, як в ході виконання технологічного процесу, так і остаточний контроль деталі. Для забезпечення великої відсотка контролюючих деталей і зменшення часу на контроль, зі збільшенням відсотка достовірності вимірювань необхідно застосовувати контрольні пристосування з автоматичним і напівавтоматичним циклом роботи при використанні різних датчиків, а також систем обробки і аналізують отриману інформацію.

Отже, як видно можна записати, що в умовах ринкової економіки визначальне значення в положенні підприємства на ринку буде:

- 1) застосування найбільш продуктивних засобів праці з найменшою собівартістю, забезпечують необхідну кількість і якість деталей;
- 2) виконання автоматизованих конструкторських і технологічних робіт, складання мережевий моделі роботи підприємства;
- 3) застосування найбільш ефективних засобів і методів контролю якості продукції.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення і конструктивні особливості виробу

Принцип роботи двигуна Д-36

Двигун складається з наступних основних вузлів:

- вхідний пристрій;
- компресор;
- камера згоряння;
- турбіна;
- вихлопний пристрій.

Двигун виконаний за трьохвальною схемою з осьовим двокаскадним тринадцяти ступінчатим компресором, проміжним корпусом, кільцевої камерою згоряння, двома ступенями турбін компресорів, двоступеневої вільною турбіною і вихлопних пристроєм.

Ротор компресора розділено на два самостійних ротора, кожен з яких приводиться в обертання своєї турбіною, і утворюють каскад високого і низького тиску відповідно. При цьому ротори мають різні оптимальні для них частоти обертання і пов'язані між собою і ротором вільної турбіни тільки газодинамічним зв'язком.

Двигун обладнаний засобами раннього виявлення несправностей (апаратурою контролю вібрацій, сигналізатором перепаду тиску на масляному фільтрі, стружко-сигналізатором, термостружко-сигналізаторами, сигналізатором мінімального тиску масла, виміром температури масла на вході).

Корпус нагнітаючого насоса встановлюється в корпус маслоагрегата. У корпусі встановлено один нагнітає насос і чотири відсмоктуючих насоса. Найкращою працездатністю агрегат володіє якщо корпус виконаний з алюмінієвого сплаву, а вали і шестерні зі сталі. Матеріал деталі, що виготовляється алюмінієвий сплав АЛ5. Така конструкція менш схильна до заклинювання (магнієві сплави більше схильні до руйнування при попаданні чужорідного тіла). Корпус нагнітає насоса призначений для подачі масла в маслосистем двигуна. До деталі пред'являються особливі вимоги по герметичності і прилягання. Основні поверхні: 2 отвори $\varnothing 26H7^{+0,021}$ в які пресуються бронзові втулки і торець Н. Для центрування деталі у вузлі виконуються штифтові отвори і різьбові отвори. Після постановки деталі в вузол і запресовування втулок відбувається подальша обробка деталі.

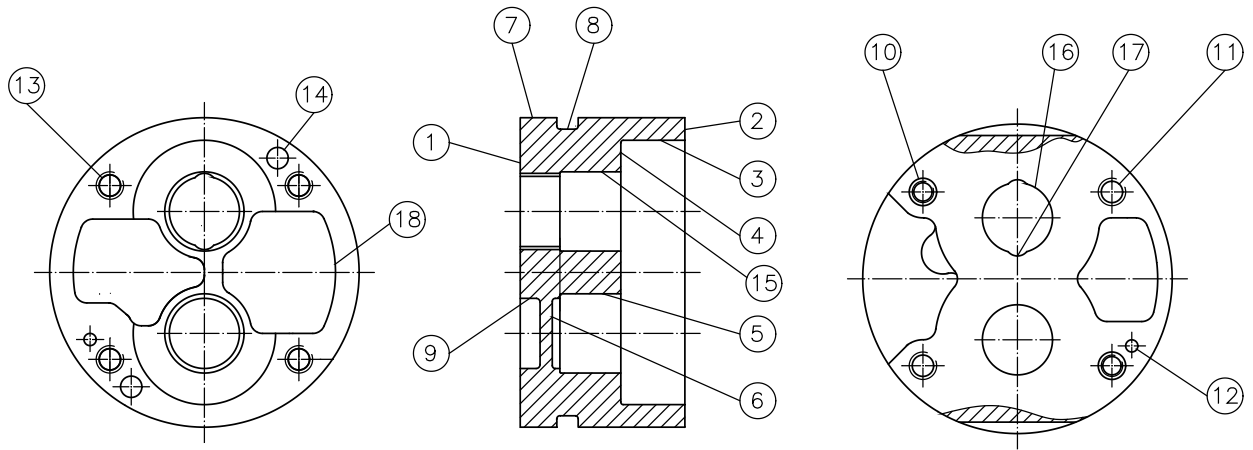


Рисунок 1.1 - Ескіз деталі з технологічної розміткою поверхонь.

1.2 Вибір типу і форми організації виробництва

Річна програма випуску деталі - корпус нагнітаючого насоса - 2000 шт. в рік, маса деталі $m_d = 0,56$ кг. Визначаємо тип виробництва попередньо в залежності від програми випуску деталі і маси деталі по [10]:

- маса деталі відноситься до легких - до 10 кг;
- програма випуску - 2000 шт.

За цими показниками визначаємо тип виробництва - серійне.

Остаточно тип виробництва визначимо за значенням коефіцієнта закріплення операцій $K_{з.о.}$:

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

де O - кількість всіх різних технологічних операцій, що виконуються протягом місяця на ділянці;

M - число робочих місць; $M = 17$

$$K_{з.о.} = \frac{O}{M} = \frac{194}{17} = 11,4$$

Так як $10 < K_{з.о.} = 11,4 < 20$, то остаточно по ГОСТ 14.004-73 тип виробництва приймаємо як серійний, форма організації ТП на лінії обробки корпусів - потокова.

1.3 Вибір методу отримання заготовки. Проектування заготовки. Економічне обґрунтування обраного методу.

Метод отримання заготовок повинен задовольняти ряду умов, а саме забезпечувати:

- властивості заготовки, які необхідні для того, щоб деталь виконувала свої службові функції в даних умовах експлуатації;
- можливість отримання заготовок з даного матеріалу і даної конструкції.

Якщо ці умови виконуються декількома способами отримання заготовки, необхідно вибрати найбільш економічний варіант. При цьому використовують два критерії:

- вартість виготовлення заготовки;
- коефіцієнт використання заготовки.

Спосіб отримання заготовки для корпусу нагнітає насоса є лиття в кокіль. Лиття в кокіль може бути застосовано для матеріалів: сталь, чавун, кольорові метали і сплави. Область застосування і особливості способу: фасонні виливки в велико серійному і масовому виробництві (поршні, корпуси, диски, коробки подач, санчата). Серед виливків до 80% по масі займають деталі, виготовлені литтям в піщані форми. Метод є універсальним стосовно ливарним матеріалами, а також до масою і габаритами виливків. Спеціальні способи лиття значно підвищують вартість виливків, але дозволяють одержувати виливки підвищеної якості з мінімальним обсягом механічної обробки. Технологічність конструкцій виливків характеризується умовами формування, заливки форми рідким металом, охолодження, вибивання, обрубки. На виконання основних операцій технологічного процесу отримання виливки впливають ухили, товщина стінок, розмірні співвідношення стрижнів і інші умови. Великий вплив на технологію подальшої обробки виливків надає наявність отворів. При масовому виробництві в виливках зазвичай отримують отвори діаметром понад 20 мм, при серійному - діаметром понад 30 мм і при одиничному - діаметром понад 50 мм.

Економічне обґрунтування вибору методу отримання заготовки проведемо лиття в кокіль в порівнянні з литтям в оболонкові форми:

Встановлюємо припуски на поверхні.

1. Лиття в кокіль:

$Z = 1,5$ мм на сторону

$2Z = 3$ мм на діаметр.

2. Лиття в оболонкові форми:

$Z = 1,25$ мм на сторону

$2Z = 2,5$ мм на діаметр.

Дані заносимо в таблицю 1.1. Ескіз заготовки показаний на малюнку 1.2.

Таблиця 1.1-Порівняння значень припусків і розмірів заготовки

Розмір деталі, мм		Припуск на сторону, мм		Розмір заготовки, мм	
		Лиття в кокіль	Лиття в оболонкові форми	Лиття в кокіль	Лиття в оболонкові форми
d1	Ø101,5	1,5	1,25	Ø104,5	Ø104
d2	Ø 26	1,5	1,25	Ø23	Ø23,5
d3	Ø 46,7	1,5	1,25	Ø43,7	Ø44,2
B1	54	1,5	1,25	57	56,5
B2	22,5	1,5	1,25	22,5	22,5

Маса заготовки:

$$m = \rho \cdot V , \quad (1.2)$$

де $\rho = 2,67 \text{ г/см}^3$;

V - об'єм заготовки, см^3 .

$$m_{3.к.} = 0,94 \text{ кг}$$

$$m_{3.о.} = 0,88 \text{ кг}$$

Вартість однієї заготовки:

$$C = \frac{C_б}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_n \cdot K_v \cdot K_z \cdot K_n - (Q - q) \cdot \frac{C_{оот}}{1000} , \quad (1.3)$$

де Сб базова вартість виготовлення 1т заготовок, грн;
 Q і q - маса відповідно заготовки і готової деталі, кг;
 Кт, Км, Кв, Кз, Кп - коефіцієнти, що враховують відповідно клас точності, матеріал, групу складності, масу заготовки і програму випуску;
 Сотх - вартість 1т стружки, грн.

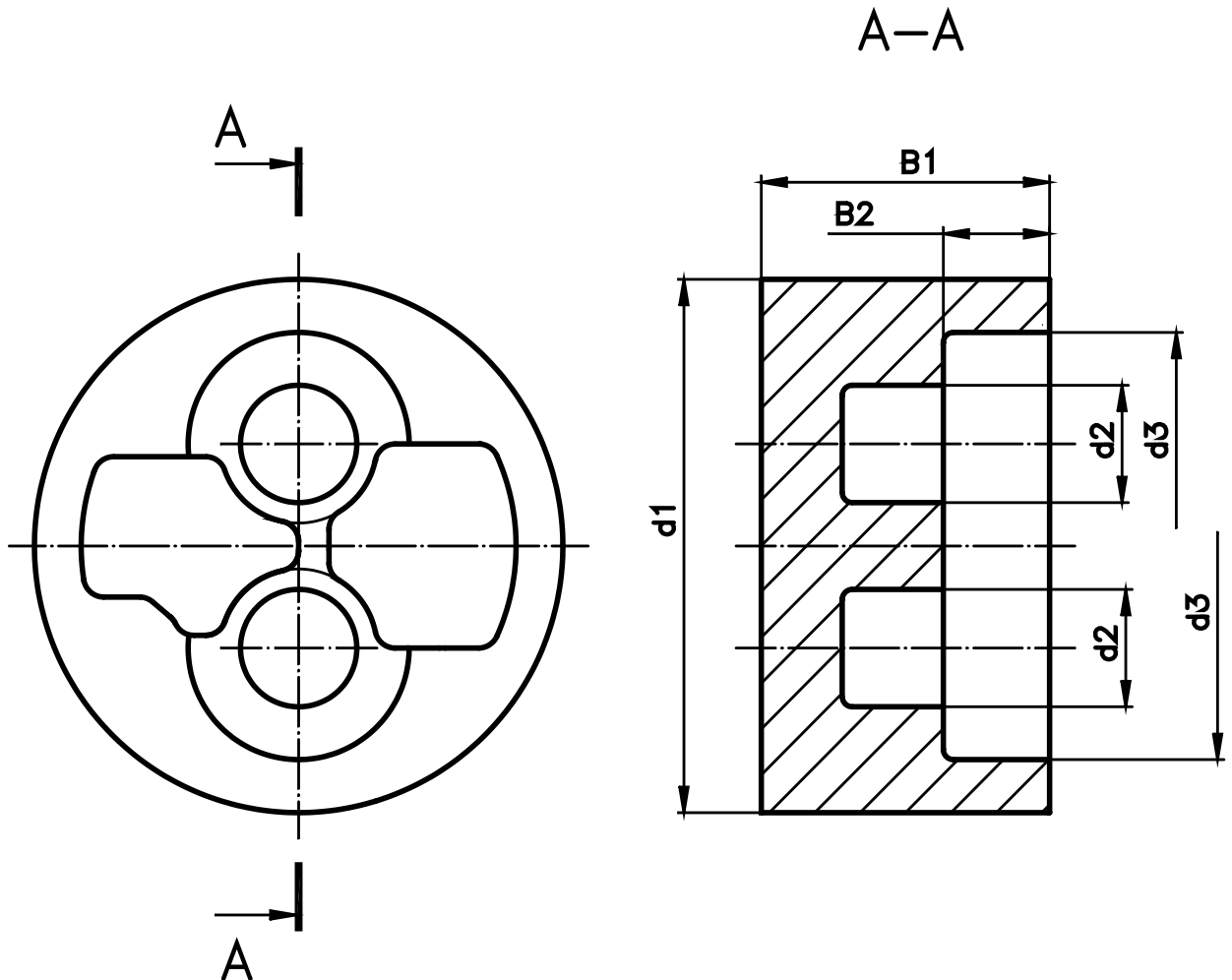


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки

Вартість однієї заготовки, отриманої литтям в кокіль:

$$C_k = \frac{3350}{1000} \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 5,1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,77 - (0,94 - 0,56) \cdot \frac{1770}{1000} = 13,6 \text{ грн}$$

Вартість однієї заготовки, отриманої литтям в оболонкові форми:

$$C_o = \frac{4350}{1000} \cdot 0,88 \cdot 1,1 \cdot 5,1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,77 - (0,88 - 0,56) \cdot \frac{1770}{1000} = 16,79 \text{ грн}$$

Коефіцієнт використання заготовки:

$$\eta = \frac{q}{Q}, \quad (1.4)$$

де q - маса деталі, кг;

Q - маса заготовки, кг.

Коефіцієнт використання заготовки, отриманої литтям в кокіль:

$$\eta = \frac{0,56}{0,94} = 0,6$$

Коефіцієнт використання заготовки, отриманої литтям в оболонкові форми:

$$\eta = \frac{0,56}{0,88} = 0,64$$

Так як $\eta_o > \eta_k$, то більш технологічні за коефіцієнтом використання заготовки буде виготовлення литтям в оболонкові форми. Але за собівартістю лиття в кокіль дешевше.

Визначаємо економію при виготовленні заготовки литтям в кокіль:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{узг}} &= (C_o - C_k) \cdot N \\ \mathcal{E}_{\text{узг}} &= (16,79 - 13,6) \cdot 2000 = 6380 \text{ грн} \end{aligned} \quad (1.5)$$

Але при виготовленні литтям в оболонкові форми необхідно меншу кількість металу.

Визначаємо додаткові витрати на матеріал при литті в кокіль. Маса матеріалу, що витрачається додатково при литті в кокіль:

$$M_{\text{зк}} = \frac{q(\eta_o - \eta_k)}{\eta_o \cdot \eta_k} \cdot N = \frac{0,56 \cdot (0,64 - 0,6)}{0,64 \cdot 0,6} \cdot 2000 = 116,6 \text{ кг} \quad (1.6)$$

Вартість додаткового металу:

$$C_{мз} = \frac{C_б}{1000} \cdot M_{зк} \cdot K_m \cdot K_M \cdot K_v \cdot K_3 \cdot K_n \quad (1.7)$$

$$C_{мз} = \frac{3350}{1000} \cdot 116,6 \cdot 1,1 \cdot 5,1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,77 = 1771,7 \text{ грн}$$

Оскільки витрати на додатковий матеріал менше, ніж економія від застосування лиття в кокіль, то приймаємо лиття в кокіль.

Річна економія від застосування лиття в кокіль в порівнянні в оболонкові форми:

$$\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{изг} - C_{мз} = 6380 - 1771,7 = 4608,3 \text{ грн} \quad (1.8)$$

Всі дані для розрахунку вартості заносимо в таблицю 1.2

Таблиця 1.2-Порівняльні показники за варіантами.

Показник	Позначення	Одиниця виміру	Лиття в кокіль	Лиття в оболонкові форми
Маса заготовки	Q	кг	0,94	0,88
Базова вартість 1т заготовок	C _б	грн	3350	4350
Коефіцієнти	K _т		1,1	
	K _м		5,1	
	K _в		1	
	K _з		1,05	
	K _п		0,77	
Вартість 1т стружки	S _{отх}	грн	1770	1770
Вартість однієї заготовки	C	грн	13,6	16,79
Коефіцієнт використання заготовки	η		0,6	0,64

З двох варіантів виготовлення заготовки - лиття в кокіль і лиття в оболонкові форми - вибираємо лиття в кокіль. Економія від застосування цього способу виготовлення заготовок за рік складе 4608,3 грн.

1.4 Проектування маршрутної технології

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Технологічність конструкції - якість, яке присуджується деталі, складальній одиниці (вузла) або виробу в цілому з метою зниження вартості їх виготовлення, експлуатації та ремонту без шкоди для виконання службових функцій.

Загальні вимоги до технологічності конструкції виробів:

1. Бажано, щоб конструкція мала технологічні вузли і модулі, які виготовляються і збираються незалежно один від одного і не розбираються повністю або частково при остаточному складанні виробу.

2. Конструкція повинна мати максимальну кількість стандартних, нормалізованих і уніфікованих деталей і вузлів - складальних одиниць.

3. Взаємозамінність деталей і складальних одиниць повинна бути максимальною і економічно обґрунтованою - з урахуванням підвищення вартості механічної обробки.

4. Конструкція деталей повинна забезпечувати отримання раціональних заготовок: з дешевших, легко формуються існуючими методами матеріалів, що обробляються при високих режимах лезовим інструментом, а також прогресивними електрохімічними і електрофізичними методами; з мінімальними припущеннями на обробку; з окремих простих елементів, які з'єднуються зварюванням процесі виготовлення деталі.

5. Конструкція деталі - форма, співвідношення розмірів, з'єднання поверхонь повинні забезпечувати можливість обробки:

- а) високопродуктивними методами;
- б) на існуючому обладнанні;
- в) стандартним і нормалізованим інструментом;
- г) на високих режимах;

д) без зайвих труднощів: без додаткової ручного доведення, без спеціального оснащення і спеціального інструменту, при нормальних умовах праці і техніки безпеки, не забруднюючи навколишнє середовище.

6. Точність і шорсткість поверхонь повинні також забезпечувати і економічні вимоги: призначатися за умови можливого досягнення існуючими раціональними методами.

7. Конструкція деталі, складальної одиниці, виробу в цілому, повинна забезпечувати можливість впровадження засобів механізації та автоматизації в їх виробництво і контроль.

8. Конструкція виробу і його складові елементи повинні бути ремонтпридатності.

Фактори, що визначають технологічність конструкції:

- вибір раціональної заготівлі;
- технологічність форми;
- раціональна простановка розмірів;
- оптимальна точність геометричних характеристик;
- оптимальна шорсткість оброблюваних поверхонь;
- кількість уніфікованих поверхонь.

1) Вибір раціональної заготівлі:

- для даної деталі спосіб отримання заготовки - лиття в кокіль;
- все поверхні деталі (як зовнішні, так і внутрішні) обробляються різанням, тому заготівля за цим показником нетехнологічна;
- матеріал заготовки (алюмінієвий сплав АЛ5). Необхідну шорсткість поверхонь при обробці можна отримати легко або без особливих труднощів;
- Даний деталь можна виготовити з «дешевого» матеріалу, так як він не забезпечить необхідні характеристики і технологічні вимоги.

2) Технологічність форми:

- у даної деталі є зручні і надійні технологічні бази, які забезпечують зручне і надійне закріплення деталі на верстаті;
- на більшості операцій деталей мають достатню жорсткість при закріпленні на верстаті, що виключає її деформацію при високих режимах обробки, а також дає можливість досягнення необхідної точності;
- деталь має чітко розмежовані оброблювані і необроблювані поверхні на окремій технологічній операції;
- деталь технологічна - є вихід для інструменту;
- все поверхні деталі доступні для механічної обробки і контролю.

3) Раціональна простановка розмірів:

- на більшості послідовно виконуваних операцій зберігається принцип сталості та єдності баз;
- можливо використання простого різального та вимірювального інструменту;
- Вимірювання при обробці і після виготовлення прості і надійні;
- послідовність обробки елементарних поверхонь деталі є раціональною;
- більшість розмірів проставлено за принципом найбільш коротких розмірних ланцюгів.

4) Оптимальна точність геометричних характеристик.

Технологічна точність деталі оцінюється коефіцієнтом точності обробки - який визначається за формулою:

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

$$A_{cp.} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} = \frac{1 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 + \dots + 14 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{14}} \quad (1.10)$$

де $A_{cp.}$ - середній квалітет точності деталі,

A_i - квалітет точності i -ої елементарної поверхні,

n_i - кількість розмірів відповідного квалітету.

$$A_{cp.} = \frac{5 \cdot 8 + 7 \cdot 4 + 8 \cdot 1 + 10 \cdot 2 + 12 \cdot 1 + 14 \cdot 11}{49} = \frac{262}{49} = 9,7$$

$$K_{m.o.} = 1 - \frac{1}{9,7} = 0,89 \geq 0,8$$

Деталь за цим показником технологічна.

5) Оптимальна шорсткість оброблюваних поверхонь.

Технологічна шорсткість оцінюється коефіцієнтом шорсткості $K_{ш.}$:

$$K_{ш.} = \frac{1}{B_{cp.}} \quad (1.11)$$

$$B_{cp.} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot n_{iш}}{\sum_{i=1}^n n_{iш}} = \frac{1 \cdot n_{1ш} + 2 \cdot n_{2ш} + \dots + 14 \cdot n_{14ш}}{n_{1ш} + n_{2ш} + \dots + 14n_{14ш}} \quad (1.12)$$

де B_i – клас шорсткості i -ої елементарної поверхні,

$n_{iш}$ – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

$$B_{cp.} = \frac{3 \cdot 2 + 4 \cdot 21 + 5 \cdot 4 + 7 \cdot 2}{29} = \frac{124}{29} = 4,27$$

$$K_{ш.} = \frac{1}{4,27} = 0,23 \leq 0,32$$

Деталь за цим показником технологічна.

6) Уніфікація конструктивних елементів деталі.

Вона оцінюється коефіцієнтом уніфікації – $K_{y.e.}$:

$$K_{y.e.} = \frac{Q_{y.e.}}{Q_o}, \quad (1.13)$$

де $Q_{y.e.}$ - кількість уніфікованих типорозмірів і конструктивних елементів: різьб, отворів, радіусів жолобників, однорідних інших поверхонь з однаковими розмірами,

Q_o - загальна кількість типорозмірів і конструктивних елементів деталі.

$$K_{y.e.} = \frac{28}{54} = 0,52 \leq 0,6$$

За цим показником деталь нетехнологічна.

1.4.2 Технологічна розмітка поверхонь і визначення основних характеристик цих поверхонь.

Виконуємо розмітку основних поверхонь. Ескіз деталі з технологічної розміткою поверхонь показаний на рисунку 1.3.

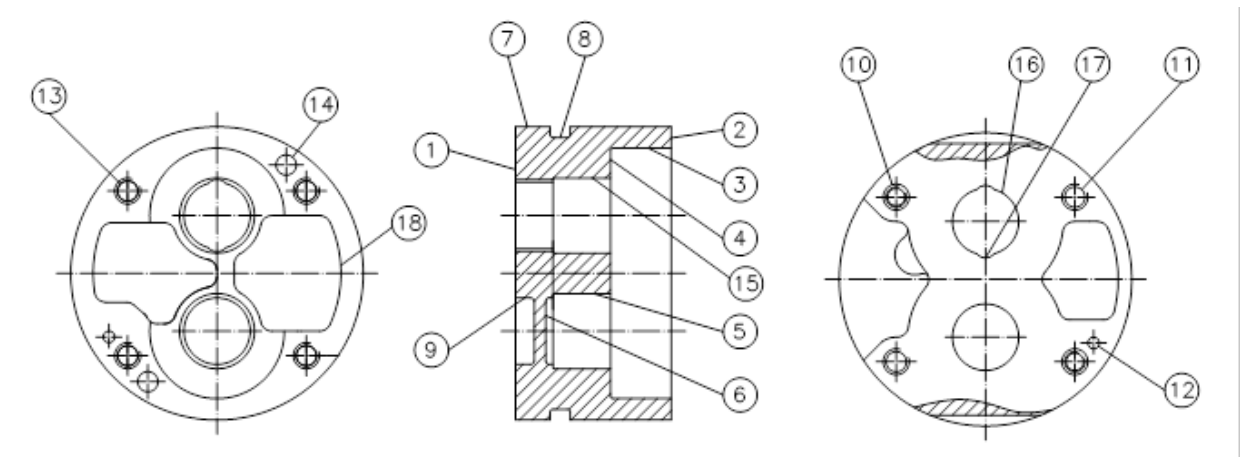


Рисунок 1.3 - Ескіз деталі з технологічної розміткою поверхонь.

Показники точності геометричних розмірів і якості основних поверхонь деталі занесені в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 -Показники точності, взаємного розташування і якості основних поверхонь деталі

Номер поверхні і її основний геометричний розмір	Характер поверхні		Квалітет точності		Погрішності взаємного розташування		Шорсткість		Твердість
	тип	вид	дет.	заг.	дет.	заг.	деталі	заг.	деталі і заготовки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. $\varnothing 101,5_{-0,057}$	наружн.	циліндр	H8	IT15	-	-	Ra=3,2	Rz=200	HB 70...75
2. $\varnothing 26^{+0,023}$	внутр.	циліндр	H7	IT15	-	-	Ra=0,8	Rz=200	HB 70...75
3. $\varnothing 46,7^{+0,39}$	внутр.	циліндр	7	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75
4. $54_{-0,12}$	наружн.	плоска	10	IT15	-	-	Ra=3,2	Rz=200	HB 70...75
5. $\varnothing 7$	внутр.	циліндр	14	IT15	-	-	Ra=12,5	Rz=200	HB 70...75
6. $1 \pm 0,4$	наружн.	плоска	14	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75
7. $\varnothing 9$	внутр.	циліндр	14	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75
8. $\varnothing 21^{+0,25}$	внутр.	циліндр	12	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75
9. $\varnothing 23^{+0,52}$	внутр.	циліндр	14	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75
10. $\varnothing 4$	внутр.	циліндр	14	IT15	-	-	Ra=12,5	Rz=200	HB 70...75
11. $\varnothing 8$	внутр.	циліндр	14	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75
12. $22,5^{+0,13}$	внутр.	плоска.	11	IT15	-	-	Ra=3,2	Rz=200	HB 70...75
13. 7	внутр.	плоска	14	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75
14. 47	внутр.	плоска	14	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75
15. 94	внутр.	плоска	14	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75
16. M8x1	внутр.	різьба	5	IT15	-	-	Ra=6,3	Rz=200	HB 70...75

1.5 Проектування МОП основних поверхонь

При механічній обробці здійснюється послідовне перетворення заготовки в готову деталь, тобто поступово поверхню заготовки роблять більш точної (уточнюють), доводячи показники точності і якості до вимог креслення.

Визначаємо і аналізуємо технічні вимоги до деталі, визначаємо вид і тип поверхонь, показники параметрів точності і якості поверхонь деталі і заготовки.

Зробимо розрахунки для зовнішньої циліндричної поверхні 7.

Деталь:

поверхня $\varnothing 101,5_{-0,057}$ мм $T_d = 0,057$ мм

шорсткість $R_a = 3,2$;

Заготовка - виливок:

Квалітет - 15, $T_d = 1,4$ мм, шорсткість $R_z = 200$ ($R_a = 50$).

Розраховуємо загальні уточнення за показниками точності і якості поверхні:

$$Eo_{Td} = Td_3 / Td_{dem} \quad (1.14)$$

$$Eo_{Td} = 1400/57 = 24,56$$

$$Eo_{Rz} = Rz_3 / Rz_{dem} \quad (1.15)$$

$$Eo_{Rz} = 50/3,2 = 15,62$$

$$Eo_{T\Delta} = T\Delta_3 / T\Delta_{dem} \quad (1.16)$$

$$Eo_{T\Delta} = 460/19 = 24,2$$

Найбільше уточнення вимагає показник Eo_{Td} . Цей показник приймається як превалюючий, тобто вимагає найбільшої уваги, витрат впливів переходів. Тому за показником Eo_{Td} будемо визначати і призначати кількість впливів на поверхню.

Число переходів:

$$k = 2 \cdot \lg Eo = 2 \cdot \lg 24,56 = 2,78 \quad (1.17)$$

Приймаємо $k = 3$.

Розподіляємо уточнення квалітетів точності на 3 переходи:

$$15 \rightarrow 13 \rightarrow 10 \rightarrow 8$$

Встановлюємо послідовність забезпечення шорсткості поверхні:

$$Ra\ 50 \rightarrow Ra\ 25 \rightarrow Ra\ 6,3 \rightarrow Ra\ 3,2$$

Встановлюємо послідовність забезпечення точності взаємного розташування поверхонь:

$$15 \rightarrow 13 \rightarrow 10 \rightarrow 7$$

Призначаємо технологічні переходи і розраховуємо уточнення по переходах.

Приймаються наступні методи обробки:

- 1.Точеніє чорнове $Td_1 = 540$ мкм;
- 2.Точеніє чистове $Td_2 = 140$ мкм;
- 3.Точеніє тонке $Td_3 = 57$ мкм;

Визначимо уточнення по кожному переходу:

$$E_{Td_i} = \frac{Td_{i-1}}{Td_i} \quad (1.18)$$

$$E_{Rz_i} = \frac{Rz_{i-1}}{Rz_i} \quad (1.19)$$

$$E_{oT\Delta} = \frac{T\Delta_{i-1}}{T\Delta_i} \quad (1.20)$$

Уточнення по Td .

$$\begin{aligned} E_{1Td} &= 1400/540 = 2,6 \\ E_{2Td} &= 540/140 = 3,86 \\ E_{3Td} &= 140/57 = 2,46 \\ E_o &= 2,6 \cdot 3,86 \cdot 2,45 = 24,68 > 24,56 \end{aligned}$$

Уточнення по Ra .

$$\begin{aligned} E_{1Ra} &= 50/25 = 2 \\ E_{2Ra} &= 25/6,3 = 3,97 \\ E_{3Ra} &= 6,3/3,2 = 1,97 \\ E_o &= 2 \cdot 3,97 \cdot 1,97 = 15,64 > 15,62 \end{aligned}$$

Уточнення по ТД.

$$E_{1TD} = 460/240 = 1,92$$

$$E_{2TD} = 240/60 = 4$$

$$E_{3TD} = 60/19 = 3,16$$

$$E_O = 1,92 \cdot 4 \cdot 3,16 = 24,27 > 24,2$$

Необхідні уточнення за всіма показниками досягнуті. Дані заносимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 - Маршрут обробки циліндричної зовнішньої поверхні
Ø101,5_{-0,057}

Параметри заготовки			Параметри деталі			Уточнення, які будуть потрібні			Технологічні переходи	Показники якості на j-м переході			Уточнення		
Td _з	R _{а_з}	TΔ _з	T _д	R _{а_д}	TΔ _д	E _{о_{Td}}	E _{о_{Rz}}	E _{о_{TD}}		Td _j	Ra _j	TΔ _j	E _{Td}	E _{Ra}	E _{TD}
1400	5 0	46 0	5 7	3, 2	19	24, 56	15, 62	24,2	1. Точіння чорнове кв. 13	54 0	25	0,16	2,6	2	1,9 2
									2. Точіння чистове кв. 10	14 0	6,3	0,06	3,8 6	3,9 7	4
									3. Точіння тонке кв. 8	57	3,2	0,02 5	2,4 6	1,9 7	3,1 6

Так як $\Pi \varepsilon_i > \varepsilon_o$, то розроблений МОП для поверхні Ø101,5_{-0,057} мм буде забезпечувати необхідну точність і якість.

Визначаємо маршрут обробки для внутрішньої циліндричної поверхні 5.

Деталь:

поверхню Ø26H7^{+0,021} мм Td = 0,021 мм

шорсткість R_a = 0,8;

Заготовка - виливок:

Квалітет - 15, Td = 1,4 мм, шорсткість Rz = 200 (Ra = 50).

Розраховуємо загальні уточнення за показниками точності і якості поверхні за формулами (1.14), (1.15), (1.16):

$$E_{OTd} = 1400/21 = 66,67$$

$$Eo_{Rz} = 50/0,8 = 62,5$$

$$Eo_{Td} = 460/7 = 65,71$$

Найбільше уточнення вимагає показник Eo_{Td} . Цей показник приймається як превалюючий, тобто вимагає найбільшої уваги, витрат впливів переходів. Тому за показником Eo_{Td} будемо визначати і призначати кількість впливів на поверхню.

Число переходів по формулі (1.17):

$$k = 2 \cdot \lg 66,67 = 3,64$$

Приймаємо $k = 4$.

Розподіляємо уточнення квалітетів точності на 3 переходи:

$$15 \rightarrow 13 \rightarrow 11 \rightarrow 9 \rightarrow 7$$

Встановлюємо послідовність забезпечення шорсткості поверхні:

$$Ra\ 50 \rightarrow Ra\ 25 \rightarrow Ra\ 6,3 \rightarrow Ra\ 1,6 \rightarrow Ra\ 0,8$$

Встановлюємо послідовність забезпечення точності взаємного розташування поверхонь:

$$15 \rightarrow 12 \rightarrow 10 \rightarrow 8 \rightarrow 6$$

Призначаємо технологічні переходи і розраховуємо уточнення по переходах.

Приймаються наступні методи обробки:

1.Точення $Td_1 = 330$ мкм;

2.Зенкерування $Td_2 = 130$ мкм;

3.Зенкерування чистове $Td_3 = 52$ мкм;

4.Розвертання $Td_4 = 21$ мкм;

Визначимо уточнення по кожному переходу:

Уточнення по Td розраховується за формулою (1.18):

$$E_{1Td} = 1400/330 = 4,24$$

$$E_{2Td} = 330/130 = 2,54$$

$$E_{3Td} = 130/52 = 2,5$$

$$E_{4Td} = 52/21 = 2,48$$

$$E_O = 2,24 \cdot 2,54 \cdot 2,5 \cdot 2,48 = 66,77 > 66,67$$

Уточнення по Ra за формулою (1.19):

$$E_{1Ra} = 50/25 = 2$$

$$E_{2Ra} = 25/6,3 = 3,97$$

$$E_{3Ra} = 6,3/1,6 = 3,94$$

$$E_{4Ra} = 1,6/0,8 = 2$$

$$E_O = 2 \cdot 3,97 \cdot 3,94 \cdot 2 = 62,56 > 62,5$$

Уточнення по TΔ за формулою (1.20):

$$E_{1T\Delta} = 460/110 = 4,18$$

$$E_{2T\Delta} = 110/43 = 2,56$$

$$E_{3T\Delta} = 43/17 = 2,53$$

$$E_{4T\Delta} = 17/7 = 2,43$$

$$E_O = 4,18 \cdot 2,56 \cdot 2,53 \cdot 2,43 = 65,78 > 65,71$$

Необхідні уточнення за всіма показниками досягнуті. Дані заносимо в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 - Маршрут обробки циліндричної внутрішньої поверхні Ø26H7^{+0,021}

Параметри заготовки			Параметри деталі			Уточнення, які будуть потрібні			Технологічні переходи	Показники якості на j-м переході			Уточнення		
Td _з	R _{а_з}	T _{Δ_з}	T _д	R _{а_д}	T _{Δ_д}	E _{О_Т} _д	E _{О_Р} _а	E _{О_Т} _Δ		Td _j	R _{а_j}	TΔ _j	E _{Т_д}	E _{Р_а}	E _{Т_Δ}
1400	50	46 0	21	0, 8	7	66, 67	62,5	65,7 1	1.Точення кв 13	330	25	110	4,24	2	4,18
									2.Зенкерування кв 11	130	6,3	43	2,54	3,97	2,56
									3.Зенкерування чистове кв 9	52	1,6	17	2,5	3,94	2,53
									4.Развертання точне кв 7	21	0,8	7	2,48	2	2,43

Так як $\Pi \varepsilon_i > \varepsilon_o$, то розроблений МОП для поверхні $\varnothing 26H7^{+0,021}$ мм буде забезпечувати необхідну точність і якість.

Визначаємо маршрут обробки для внутрішньої циліндричної поверхні 3.

Деталь:

поверхню $\varnothing 46,7^{+0,39}$ мм $Td = 0,39$ мм

шорсткість $Ra = 6,3$;

Заготовка - виливок:

Квалітет - 15, $Td = 1,4$ мм, шорсткість $Rz = 200$ ($Ra = 50$).

Розраховуємо загальні уточнення за показниками точності і якості поверхні за формулами (1.14), (1.15), (1.16):

$$Eo_{Td} = 1400/390 = 3,58$$

$$Eo_{Rz} = 50/6,3 = 7,94$$

$$Eo_{TA} = 460/130 = 3,54$$

Найбільше уточнення вимагає показник Eo_{Rz} . Цей показник приймається як превалюючий, тобто вимагає найбільшої уваги, витрат впливів переходів. Тому за показником Eo_{Rz} будемо визначати і призначати кількість впливів на поверхню.

Число переходів по формулі (1.17):

$$k = 2 \cdot \lg 7,94 = 1,79$$

Приймаємо $k = 2$.

Розподіляємо уточнення квалітетів точності на 2 переходу:

$$15 \rightarrow 14 \rightarrow 13$$

Встановлюємо послідовність забезпечення шорсткості поверхні:

$$Ra\ 50 \rightarrow Ra\ 12,5 \rightarrow Ra\ 6,3$$

Встановлюємо послідовність забезпечення точності взаємного розташування поверхонь: $15 \rightarrow 12 \rightarrow 11$

Призначаємо технологічні переходи і розраховуємо уточнення по переходах.

Приймаються наступні методи обробки:

1.Точеніє чорнове $Td_1 = 620$ мкм;

2.Фрезерування $Td_2 = 390$ мкм;

Визначимо уточнення по кожному переходу:

Уточнення по Td за формулою (1.18):

$$E_{1Td} = 1400/620 = 2,26$$

$$E_{2Td} = 620/390 = 1,59$$

$$E_O = 2,26 \cdot 1,59 = 3,59 > 3,58$$

Уточнення по Ra за формулою (1.19):

$$E_{1Ra} = 50/12,5 = 4$$

$$E_{2Ra} = 12,5/6,3 = 1,984$$

$$E_O = 4 \cdot 1,984 = 7,94 = 7,94$$

Уточнення по $T\Delta$ за формулою (1.20):

$$E_{1T\Delta} = 460/206 = 2,233$$

$$E_{2T\Delta} = 110/130 = 1,585$$

$$E_O = 2,233 \cdot 1,585 = 3,54 = 3,54$$

Необхідні уточнення за всіма показниками досягнуті. Дані заносимо в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 - Маршрут обробки циліндричної внутрішньої поверхні $\varnothing 46,7^{+0,39}$

Параметри заготовки			Параметри деталі			Уточнення, які будуть потрібні			Технологічні переходи	Показники якості на j-м переході			Уточнення		
Td_3	Ra_3	$T\Delta_3$	Td_d	Ra_d	$T\Delta_d$	E_{OTd}	E_{ORz3}	$E_{OT\Delta}$		Td_j	Ra_j	$T\Delta_j$	E_{Td}	E_{Ra}	$E_{T\Delta}$
1400	50	460	390	6,3	130	3,58	7,94	3,54	1.Точення чорнове кв 14	620	12,5	206	2,26	4	2,233
									2.Фрезерування кв 13	390	6,3	130	1,59	1,984	1,585

Так як $\Pi \varepsilon_i > \varepsilon_o$, то розроблений МОП для поверхні $\varnothing 46,7^{+0,39}_{-0,12}$ мм буде забезпечувати необхідну точність і якість.

Зробимо розрахунки поверхні 1.

Деталь:

поверхню $54_{-0,12}^{+0,12}$ мм $T_d = 0,12$ мм

шорсткість $R_a = 3,2$;

Заготовка - виливок:

Квалітет - 15, $T_d = 1,4$ мм, шорсткість $R_z = 200$ ($R_a = 50$).

Розраховуємо загальні уточнення за показниками точності і якості поверхні за формулами (1.14), (1.15), (1.16):

$$Eo_{Td} = 1400/120 = 11,66$$

$$Eo_{Rz} = 50/3,2 = 15,6$$

$$Eo_{Td} = 460/40 = 11,5$$

Найбільше уточнення вимагає показник Eo_{Rz} . Цей показник приймається як превалюючий, тобто вимагає найбільшої уваги, витрат впливів переходів. Тому за показником Eo_{Rz} будемо визначати і призначати кількість впливів на поверхню.

Число переходів по формулі (1.17):

$$\kappa = 2 \cdot \lg 15,6 = 2,38$$

Приймаємо до = 3.

Розподіляємо уточнення квалітетів точності на 3 переходи:

$$15 \rightarrow 14 \rightarrow 12 \rightarrow 10$$

Встановлюємо послідовність забезпечення шорсткості поверхні:

$$R_a 50 \rightarrow R_a 25 \rightarrow R_a 6,3 \rightarrow R_a 3,2$$

Встановлюємо послідовність забезпечення точності взаємного розташування поверхонь:

$$15 \rightarrow 13 \rightarrow 11 \rightarrow 9$$

Призначаємо технологічні переходи і розраховуємо уточнення по переходах.

Приймаються наступні методи обробки:

- 1.Точення чорнове $Td_1 = 740$ мкм;
- 2.Точення напівчистове $Td_2 = 300$ мкм;
- 3.Точення чистове $Td_3 = 120$ мкм;

Визначимо уточнення по кожному переходу:

Уточнення по Td за формулою (1.18):

$$\begin{aligned}E_{1Td} &= 1400/740 = 1,89 \\E_{2Td} &= 740/300 = 3,86 \\E_{3Td} &= 300/120 = 2,5 \\E_O &= 1,89 \cdot 2,47 \cdot 2,5 = 11,67 > 11,66\end{aligned}$$

Уточнення по Ra за формулою (1.19):

$$\begin{aligned}E_{1Ra} &= 50/25 = 2 \\E_{2Ra} &= 25/6,3 = 3,97 \\E_{3Ra} &= 6,3/3,2 = 1,97 \\E_O &= 2 \cdot 3,97 \cdot 1,97 = 15,64 > 15,6\end{aligned}$$

Уточнення по $T\Delta$ за формулою (1.20):

$$\begin{aligned}E_{1T\Delta} &= 460/26 = 1,87 \\E_{2T\Delta} &= 246/100 = 2,46 \\E_{3T\Delta} &= 100/40 = 2,5 \\E_O &= 1,87 \cdot 2,46 \cdot 2,5 = 11,5 = 11,5\end{aligned}$$

Необхідні уточнення за всіма показниками досягнуті. Дані заносимо в таблицю 1.7.

Так як $\Pi \varepsilon_i > \varepsilon_o$, то розроблений МОП для поверхні $54_{-0,12}$ мм буде забезпечувати необхідну точність і якість.

Визначаємо маршрут обробки для поверхні 2.

Деталь:

поверхню $54_{-0,12}$ мм $Td = 0,12$ мм; шорсткість $R_a = 3,2$;

Заготовка - виливок:

Квалітет - 15, $Td = 1,4$ мм, шорсткість $R_z = 200$ ($R_a = 50$).

Таблиця 1.7 - Маршрут обробки торцевої поверхні 54_{-0,12}

Параметри заготовки			Параметри деталі			Уточнення, які будуть потрібні			Технологічні переходи	Показники якості на j-м переході			Уточнення		
Td _з	Ra _з	TΔ _з	Td _д	Ra _д	TΔ _д	Eo _{Td}	Eo _{Rz}	Eo _{TΔ}		Td _j	Ra _j	TΔ _j	E _{Td}	E _{Ra}	E _{TΔ}
1400	50	460	120	3,2	40	11,66	15,6	11,5	1.Точення чернове кв 14	740	25	246	1,89	2	1,87
									2.Точення получистове кв 12	300	6,3	100	2,47	3,97	2,46
									3.Точення чистове кв 10	120	3,2	40	2,5	1,97	2,5

Розраховуємо загальні уточнення за показниками точності і якості поверхні за формулами (1.14), (1.15), (1.16):

$$Eo_{Td} = 1400/120 = 11,66$$

$$Eo_{Rz} = 50/6,3 = 7,94$$

$$Eo_{TΔ} = 460/40 = 11,5$$

Найбільше уточнення вимагає показник Eo_{Td}. Цей показник приймається як превалюючий, тобто вимагає найбільшої уваги, витрат впливів переходів. Тому за показником Eo_{Td} будемо визначати і призначати кількість впливів на поверхню.

Число переходів за формулами (1.17):

$$κ = 2 \cdot \lg 11,66 = 2,03$$

Приймаємо κ = 2.

Розподіляємо уточнення квалітетів точності на 2 переходу:

$$15 \rightarrow 12 \rightarrow 10$$

Встановлюємо послідовність забезпечення шорсткості поверхні:

$$Ra\ 50 \rightarrow Ra\ 12,5 \rightarrow Ra\ 6,3$$

Встановлюємо послідовність забезпечення точності взаємного розташування поверхонь:

$$15 \rightarrow 12 \rightarrow 9$$

Призначаємо технологічні переходи і розраховуємо уточнення по переходах.

Приймаються наступні методи обробки:

1.Точення чорнове $Td_1 = 3000$ мкм;

2.Точення чистове $Td_2 = 120$ мкм;

Визначимо уточнення по кожному переходу:

Уточнення по Td за формулою (1.18):

$$E_{1Td} = 1400/300 = 4,67$$

$$E_{2Td} = 300/120 = 2,5$$

$$E_O = 4,67 \cdot 2,5 = 11,67 > 11,66$$

Уточнення по Ra за формулою (1.19):

$$E_{1Ra} = 50/12,5 = 4$$

$$E_{2Ra} = 12,5/6,3 = 1,984$$

$$E_O = 4 \cdot 1,984 = 7,94 = 7,94$$

Уточнення по $T\Delta$ за формулою (1.20):

$$E_{1T\Delta} = 460/100 = 4,6$$

$$E_{2T\Delta} = 100/40 = 2,5$$

$$E_O = 4,6 \cdot 2,5 = 11,5 = 11,5$$

Необхідні уточнення за всіма показниками досягнуті. Дані заносимо в таблицю 1.8.

Таблиця 1.8 - Маршрут обробки торцевої поверхні 54_{-0,12}

Параметри заготовки			Параметри деталі			Уточнення, які знадобляться			Технологічні переходи	Показники якості на j-м переході			Уточнення		
Td _з	Ra _з	ТД _з	Td _д	Ra _д	ТД _д	Ео _{Тд}	Ео _{Ра_з}	Ео _{ТД}		Td _j	Ra _j	ТД _j	Е _{Тд}	Е _{Ра}	Е _{ТД}
1400	50	460	120	6,3	40	11,66	7,94	11,5	1.Точіння чернове кв 12	300	12,5	100	4,67	4	4,6
1400	50	460	120	6,3	40	11,66	7,94	11,5	2.Точіння чистове кв 10	120	6,3	40	2,5	1,984	2,5

Так як $\Pi \varepsilon_i \geq \varepsilon_0$, то розроблений МОП для поверхні 54_{-0,12} мм буде забезпечувати необхідну точність і якість.

1.6 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз починається з вибору чорновий і настановної баз для першої операції.

Чорнова база, перш за все, повинна забезпечуватися на першій операції, яка є найбільш важливою настановної базою при подальшій обробці інших поверхонь деталі.

Чорнова база повинна мати максимальний розмір для забезпечення кращої стійкості заготовки повинна:

- мати досить точну форму, яка забезпечує визначеність базування;
- бути необробленою;
- мати найменший (в порівнянні з іншими поверхнями) припуск.

Чорною базою на даній деталі є торець 1 і поверхня 7, при точінні з однієї установки, а торець 2 і поверхня 7, при точінні з іншого боку.

Головним принципом при виборі чистових настановних баз є принцип єдності баз, за умовою якого:

- за чистову установчу базу вибирається поверхню, щодо якої координовано найбільше число інших поверхонь;
- за чистові установчі бази вибирають конструкторські бази, які одночасно є вимірювальними і настрювальними;
- несумісність баз завжди веде до збільшення допусків на розміри, які пов'язують несумісні бази.

Іншим принципом чистових настановних баз є принцип сталості цих баз на операціях технологічного процесу:

- при порушенні цього принципу потрібно враховувати, що вже оброблена поверхня має більшу точність, ніж будь-яка необроблена. Тому саме вона повинна бути чистової настановної базою на наступній операції.

Чистовими установочними базами для даної деталі є торець 1 і поверхня 7 після попередньої обробки.

Конструкторські та технологічні бази збігаються для забезпечення складання в вузлі.

Даний вибір баз забезпечує можливість обробки з однієї установки максимальної кількості поверхонь.

1.7 Маршрут виготовлення деталі. Вибір технологічного обладнання (верстатів).

Маршрут виготовлення деталі - це загальний план, на якому на основі компонування переходів раніше розроблених в МОП, встановлено склад і послідовність операцій ТП, вказані тип і модель верстата, наведено вихідні і вихідні характеристики оброблюваних поверхонь. Маршрут виготовлення деталі як етапний документ технологічного проектування представляють у вигляді таблиці. Після виконання технічного нормування заповнюють маршрутну карту.

Етапна схема виготовлення втулки перехідною:

- отримання заготовки - виливок,
- механічна чорнова обробка,
- механічна напівчистова обробка,
- механічна чистове обробка,
- мийка,
- контроль.

Призначення технологічних баз.

Для чорнових операцій - торець 1 і поверхня 7, при точінні з однієї установки, а торець 2 і поверхня 7, при точінні з іншого боку.

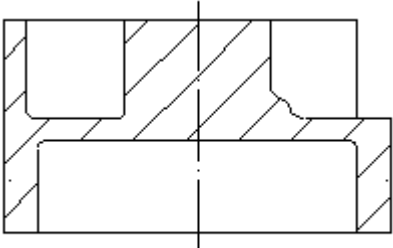
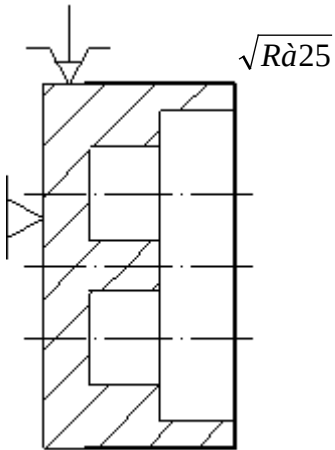
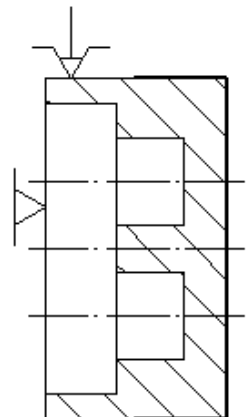
Для чистових операцій - торці 1,2 і поверхню 7.

Для операцій свердління - торці 1 і 2.

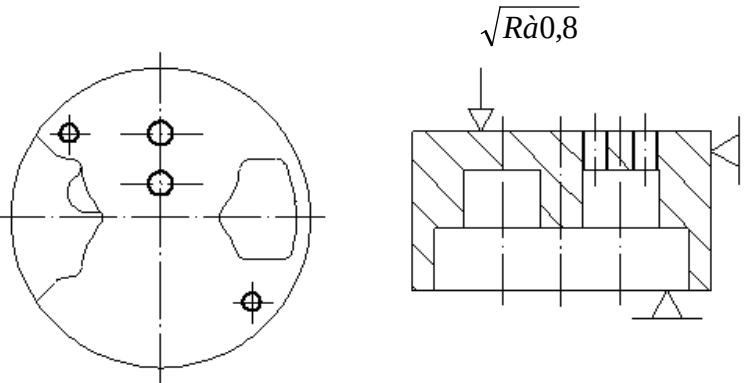
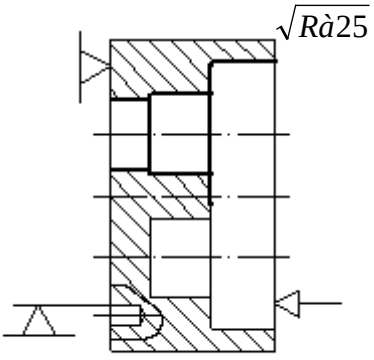
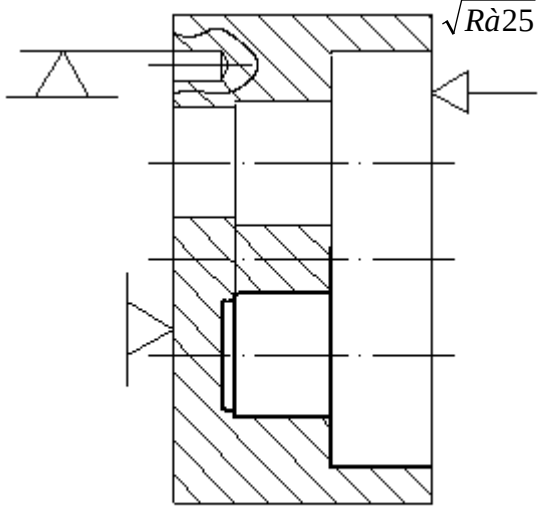
При фрезеруванні - посадкові отвори 10 і 13 і торці 1 і 2.

Маршрут виготовлення втулки перехідною представлений в таблиці 1.9

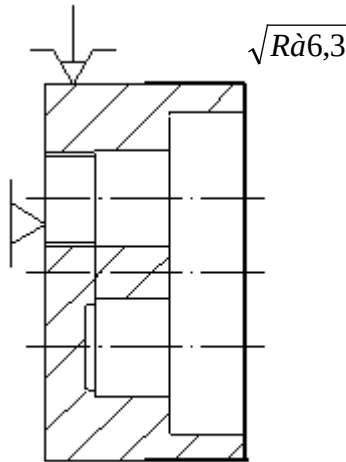
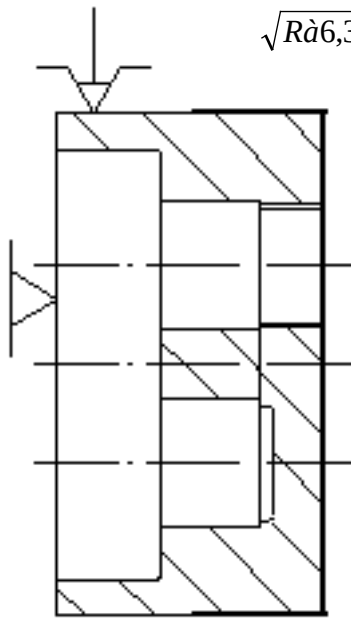
Таблиця 1.9 -Маршрут виготовлення деталі.

№	Найменування операції	Тип і модель станка	Схема установки
1	2	3	4
05	Заготівельна	Отливка	$\sqrt{Ra50}$ 
10	Токарна	Токарний с ЧПУ 16K20Ф3	 $\sqrt{Ra25}$
15	Токарна	Токарний с ЧПУ 16K20Ф3	$\sqrt{Ra25}$ 

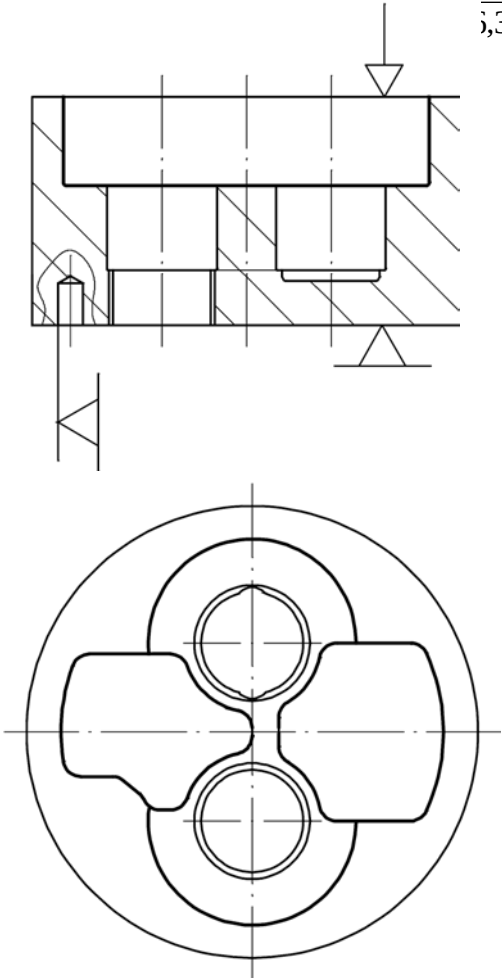
Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4
20	Свердлильна	Вертикально - свердлильний 2P13 5Ф2-1	
25	Токарна	Токарний 16Б16Т1-Ф3	
30	Токарна	Токарний 16Б16Т1-Ф3	

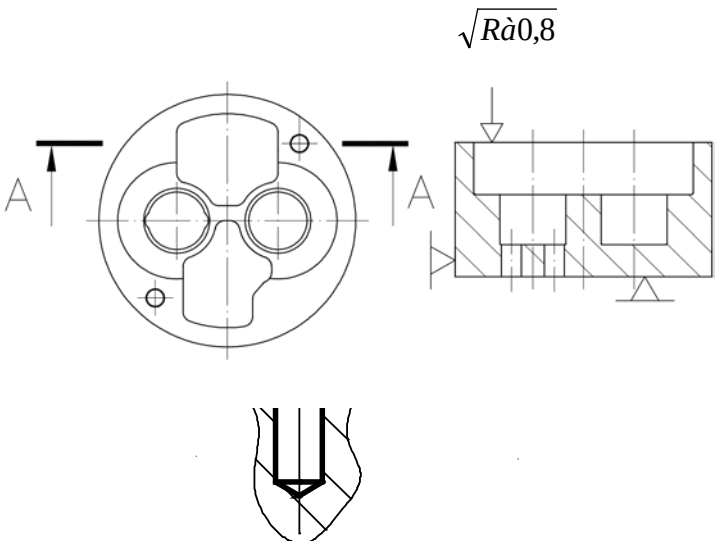
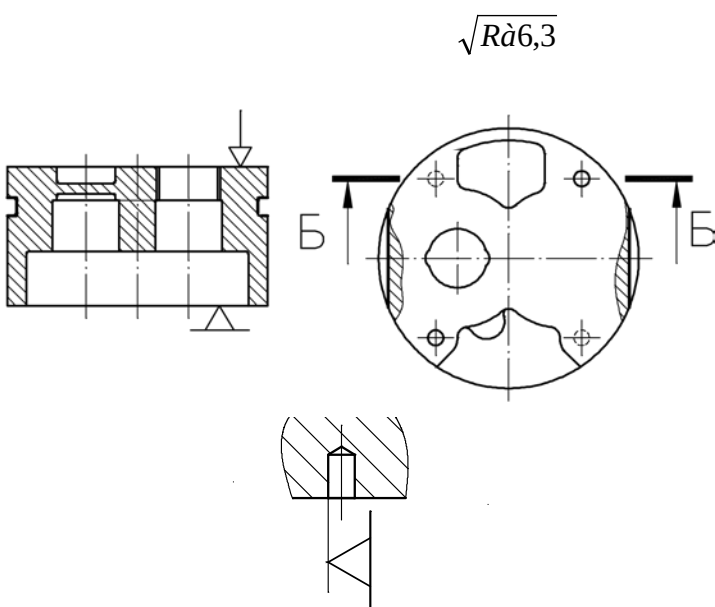
Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4
35	Токарна	Токарний с ЧПУ 16К20Ф3	
40	Токарна	Токарний с ЧПУ 16К20Ф3	

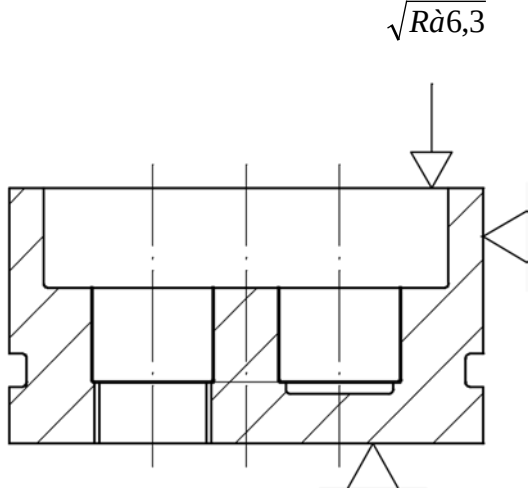
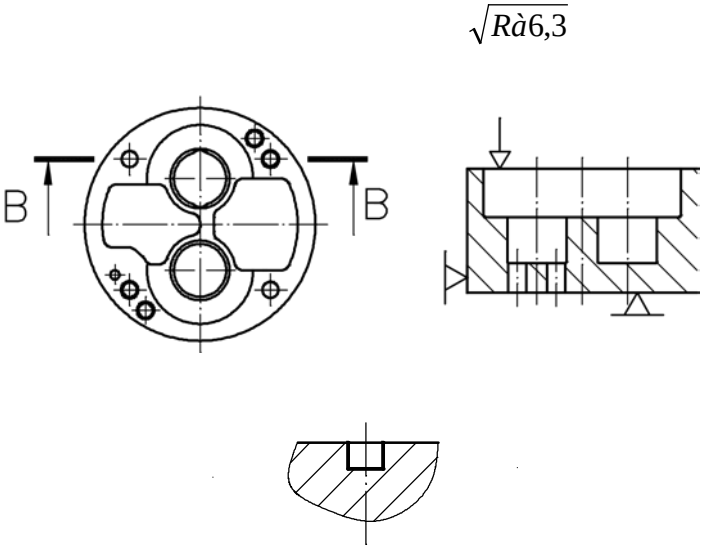
Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4
45	Фрезерна	Вертикально-фрезерний с ЧПУ 6Р13ФЗ	

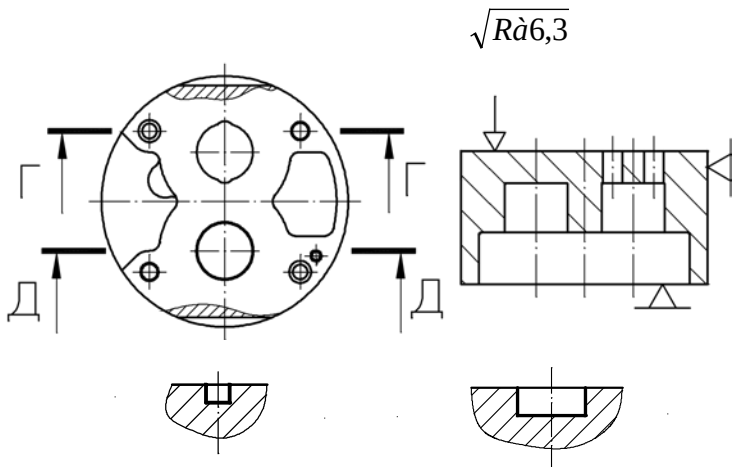
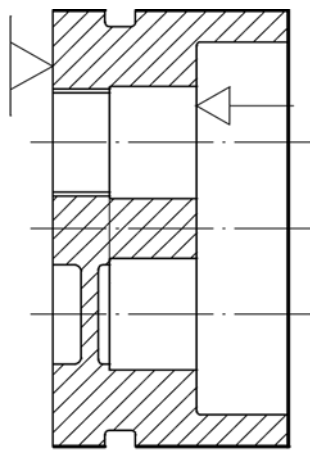
Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4
50	Свердлильна	Вертикально-свердильний 2Р135Ф2-1	
55	Фрезерна	Вертикально-фрезерний 6Т104	

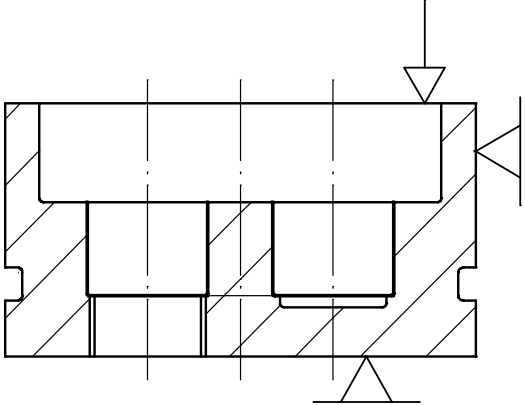
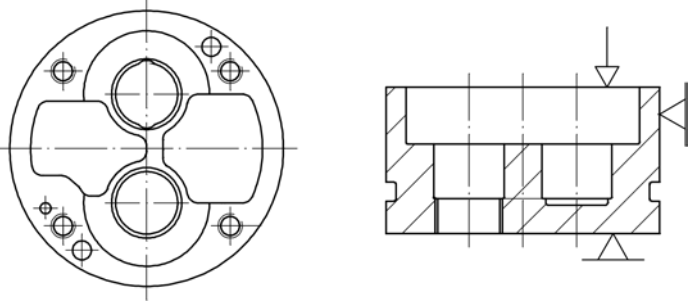
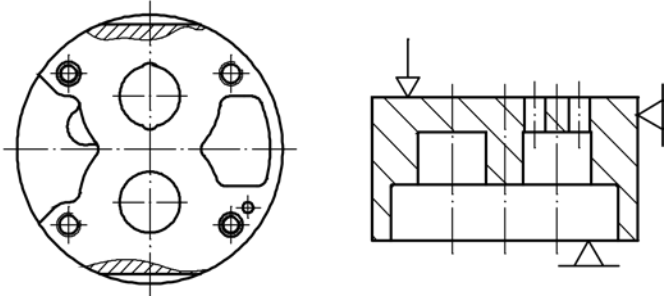
Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4
60	Свердлильна	Вертикально-свердильний 2P135Ф2-1	
65	Свердлильна	Вертикально-свердильний 2P135Ф2-1	

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4
70	Свердлильна	Вертикально-свердлильний 2P135Ф2-1	
75	Термічна		
80	Токарна	Токарний с ЧПУ 16K20Ф3	

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4
85	Свердлильна	Вертикально-свердлильний 2P135Ф2-1	$\sqrt{Ra0,8}$ 
90	Різьбонарізна	Різьбонарізний 5991П	$\sqrt{Ra6,3}$ 
95	Різьбонарізна	Різьбонарізний 5991П	$\sqrt{Ra6,3}$ 

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4
100	Слюсарня	Слюсарний верстак	
105	Мийка	Мийна машина	
110	Контрольна	Контрольний стіл	
115	Хіміко-термічна		

1.8 Технологічні розмірні розрахунки

Припуск - це шар матеріалу, який необхідно зняти з поверхні заготовки для досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні. Вихідні дані для призначення припусків: матеріал деталі, вид заготовки, її маса і розміри, маршрут обробки поверхні, схеми установки заготовки.

При визначенні припусків і розрахунку виконавчих розмірів на обробку визначається мінімальний припуск, який визначається двома методами: 1) розрахунково-аналітичним та 2) табличним.

Технологічні виконавчі розміри розраховуються методом розмірних ланцюгів. В основі цього методу лежить розмірна зв'язок шуканого технологічного розміру з іншими розмірами, які утворюють замкнутий контур.

1.8.1 Розраховуємо припуски і технологічні розміри розрахунково-аналітичним методом для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 101,5_{-0,057}$

Розрахунковою величиною є мінімальний припуск на обробку.

При обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь двосторонній припуск

$$2Z_i^{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\varepsilon_{i-1}} + \varepsilon_i} \right], \quad (1.21)$$

де R_z - висота нерівностей профілю на попередньому (i-1) операції або переході,

h_{i-1} - глибина дефектного шару поверхні, обробленої на попередній (i-1) операції,

$\Delta_{\varepsilon_{i-1}}$ - сумарне відхилення розташування поверхні, відхилення форми поверхні на попередній (i-1) операції,

ε_i - похибка установки заготовки на виконуваної i -й операції або i -м переході;

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (1.22)$$

де ε_6 - похибка базування,

ε_3 - похибка закріплення.

Знаходимо елементи припусків по переходах.

Для 1-го переходу - заготівельна операція:

$$R_{Z_1} = 200 \text{ мкм},$$

$$h_1 = 100 \text{ мкм},$$

$$\Delta_1 = \sqrt{\Delta_n^2 + \Delta_{кор}^2}, \quad (1.23)$$

$$\Delta_{кор} = 0$$

$$\Delta_n = 3 \text{ мкм/мм},$$

$$\Delta_n = \Delta_n \cdot l = 3 \cdot 57 = 171 \text{ мкм},$$

$$\Delta_1 = \sqrt{171^2 + 0^2} = 171 \text{ мкм}.$$

Для 2-го переходу - чорнове точіння:

$$R_{Z_2} = 100 \text{ мкм},$$

$$h_2 = 100 \text{ мкм},$$

$$\Delta_2 = \kappa_y \cdot \Delta_1 = 171 \cdot 0,06 = 10 \text{ мкм},$$

де κ_y - коефіцієнт уточнення, $\kappa_y = 0,06$.

Так як установча і технологічна бази збігаються, то $\varepsilon_6 = 0$, похибка закріплення $\varepsilon_3 = 80$.

Для 3-го переходу - чистове точіння:

$$R_{Z_3} = 25,2 \text{ мкм},$$

$$h_3 = 50 \text{ мкм},$$

$$\kappa_y = 0,05,$$

$$\Delta_3 = \kappa_y \cdot \Delta_2 = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_3 = 0$$

Для 4-го переходу - точіння тонке:

$$R_{Z4} = 10 \text{ мкм},$$

$$h_4 = 20 \text{ мкм},$$

$$\kappa_y = 0,04,$$

$$\Delta_4 = \kappa_y \cdot \Delta_3 = 0,04 \cdot 0,05 = 0 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_4 = 0.$$

Розраховуємо мінімальні припуски.

$$2Z_2^{\min} = 2(200 + 100 + \sqrt{171^2 + 0}) = 942 \text{ мкм},$$

$$2Z_3^{\min} = 2(100 + 100 + \sqrt{10^2 + 80^2}) = 561 \text{ мкм},$$

$$2Z_4^{\min} = 2(25,2 + 50 + \sqrt{0,5^2 + 0}) = 151 \text{ мкм}.$$

Розраховуємо максимальні операційні розміри.

$$d_{4\max} = d_{4\text{НОМ}} + eS_{Td4} = 101,5 + 0 = 101,5 \text{ мм} \quad (1.24)$$

$$d_{3\max} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} + Td_3 = 101,5 + 0,151 + 0,14 = 101,79 \text{ мм}$$

$$d_{2\max} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} + Td_2 = 101,79 + 0,561 + 0,54 = 102,89 \text{ мм}$$

$$d_{1\max} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} + Td_1 = 102,89 + 0,942 + 1,4 = 105,232 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні операційні розміри.

$$d_{\min_i} = d_{\max_i} - Td_i \quad (1.25)$$

$$d_{4\min} = 101,5 - 0,057 = 101,443 \text{ мм},$$

$$d_{3\min} = 101,79 - 0,14 = 101,65 \text{ мм},$$

$$d_{2\min} = 102,89 - 0,54 = 102,35 \text{ мм},$$

$$d_{1\min} = 105,2 - 1,4 = 103,8 \text{ мм}.$$

Визначаємо мінімальні припуски для переходів.

$$2Z_{4\min} = d_{3\min} - d_{4\max} = 101,65 - 101,5 = 0,15 \text{ мм} \quad (1.26)$$

$$2Z_{3\min} = d_{2\min} - d_{3\max} = 102,35 - 101,79 = 0,56 \text{ мм},$$

$$2Z_{2\min} = d_{1\min} - d_{2\max} = 103,8 - 102,89 = 0,91 \text{ мм}.$$

Визначаємо максимальні припуски для переходів.

$$\begin{aligned}2Z_{2\max} &= d_{1\max} - d_{2\min} = 105,2 - 102,35 = 2,85 \text{ мм} \\2Z_{3\max} &= d_{2\max} - d_{3\min} = 102,89 - 101,65 = 1,24 \text{ мм} \\2Z_{4\max} &= d_{3\max} - d_{4\min} = 101,79 - 101,443 = 0,347 \text{ мм}\end{aligned}\quad (1.27)$$

Виконуємо перевірку розрахунків.

$$\begin{aligned}2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} &= Td_{\text{заг}} + Td_{\text{дет}}, \\2Z_{0\max} &= d_{\text{çäã}}^{\max} - d_{\text{ääô}}^{\min} = 105,2 - 101,443 = 3,757 \text{ мм}, \\2Z_{0\min} &= d_{\text{çäã}}^{\min} - d_{\text{ääô}}^{\max} = 103,8 - 101,5 = 2,3 \text{ мм}, \\3,757 - 2,3 &= 1,457 = 1,4 + 0,057 = 1,457 \text{ мм}.\end{aligned}\quad (1.28)$$

Визначаємо виконавчі технологічні розміри.

$$\begin{aligned}d_{i_{\text{ном}}} &= d_{i_{\max}} - es_{d_i} \\d_1 &= 104,5 \pm 0,7 \\d_2 &= 102,89_{-0,54} \\d_3 &= 101,79_{-0,14} \\d_4 &= 101,5_{-0,057}\end{aligned}\quad (1.29)$$

Допуск на виливок розподіляється $\pm 0,7$.

Номінальні розміри

$$\begin{aligned}d_{1\text{ном}} &= 105,2 - 0,7 = 104,5 \text{ мм}, \\d_{2\text{ном}} &= 102,89 - 0 = 102,89 \text{ мм}, \\d_{3\text{ном}} &= 101,79 - 0 = 101,79 \text{ мм}, \\d_{4\text{ном}} &= 101,5 \text{ мм}.\end{aligned}$$

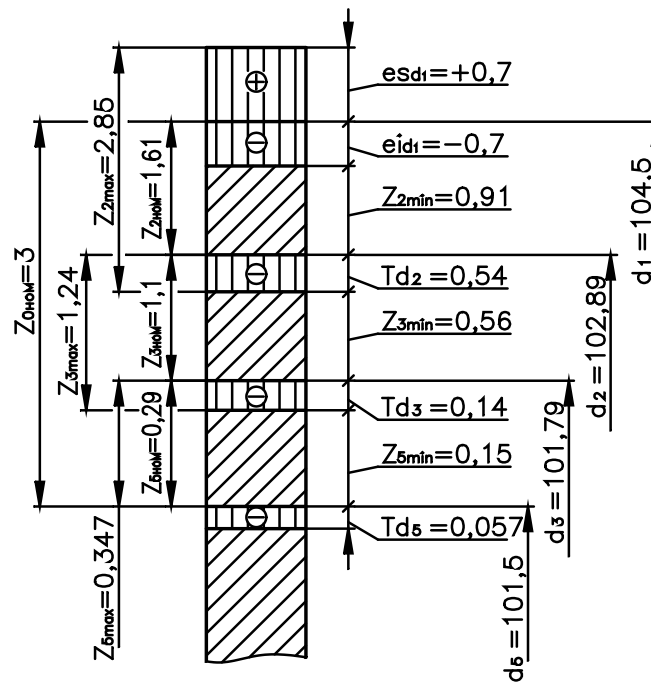


Рисунок 1.4 - Розрахункова схема визначення припусків

Таблиця 1.10 - Розрахунок припусків на обробку та граничних розмірів за технологічними переходами

i	Найменування Технологіч. переходів	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий		Доп. Td, мм	Граничні значення розмірів, мм		Гранич. значення припусків, мкм		Виконавч. технологіч. Розмір d, мм
		RZ _{i-1}	h _{i-1}	$\Delta_{\varepsilon_{i-1}}$	ε_i	Прип. 2Z _{min} , мкм	розмір d _{max} , мм		d _{max}	d _{min}	Z _{max}	Z _{min}	
1	Заготовка	200	100	171	—	—	105,23	1,4	105,2	103,8	—	—	104,5±0,7
2	Точення чернове	100	100	10	120	942	102,89	0,54	102,89	102,35	2850	910	102,89 _{-0,54}
3	Точення чистове	25,2	50	0,5	80	561	101,79	0,14	101,79	101,65	1240	560	101,79 _{-0,14}
4	Точення тонке	12,8	20	0	0	151	101,5	0,057	101,5	101,443	347	150	101,5 _{-0,057}

1.8.2 Призначаємо припуски і розраховуємо технологічні розміри табличним методом для поверхні Ø26H7(^{+0,021}).

Визначаємо значення мінімальних припусків:

$$2Z_{2\min} = 1,6 \text{ мм}, 2Z_{3\min} = 0,5 \text{ мм}, 2Z_{4\min} = 0,25 \text{ мм}, 2Z_{5\min} = 0,14 \text{ мм}.$$

Розраховуємо значення номінальних припусків:

$$2Z_{2\text{НОМ}} = 2Z_{2\min} + ei_1 = 1,6 + 0,7 = 2,3 \text{ мм} \quad (1.30)$$

$$2Z_{3\text{НОМ}} = 2Z_{3\min} + Td_2 = 0,5 + 0,33 = 0,83 \text{ мм}$$

$$2Z_{4\text{НОМ}} = 2Z_{4\min} + Td_3 = 0,25 + 0,13 = 0,38 \text{ мм}$$

$$2Z_{5\text{НОМ}} = 2Z_{5\min} + Td_4 = 0,14 + 0,052 = 0,192 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні розміри по переходах:

$$D_{5\min} = D_{5\text{НОМ}} - ei_{Td5} = 26 - 0 = 26 \text{ мм} \quad (1.31)$$

$$D_{4\min} = D_{5\min} - 2Z_{5\min} - Td_4 = 26 - 0,14 - 0,052 = 25,808 \text{ мм}$$

$$D_{3\min} = D_{4\min} - 2Z_{4\min} - Td_3 = 25,808 - 0,25 - 0,13 = 25,428 \text{ мм}$$

$$D_{2\min} = D_{3\min} - 2Z_{3\min} - Td_2 = 25,428 - 0,5 - 0,33 = 24,598 \text{ мм}$$

$$D_{1\min} = D_{2\min} - 2Z_{2\min} - Td_1 = 24,598 - 1,6 - 1,4 = 21,598 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальні розміри по переходах:

$$D_{5\max} = D_{5\min} + Td_5 = 26 + 0,021 = 26,021 \text{ мм} \quad (1.32)$$

$$D_{4\max} = D_{4\min} + Td_4 = 25,808 + 0,052 = 25,86 \text{ мм}$$

$$D_{3\max} = D_{3\min} + Td_3 = 25,42 + 0,13 = 25,55 \text{ мм}$$

$$D_{2\max} = D_{2\min} + Td_2 = 24,59 + 0,33 = 24,92 \text{ мм}$$

$$D_{1\max} = D_{1\min} + Td_1 = 21,5 + 1,4 = 22,9 \text{ мм}$$

Визначаємо максимальні припуски:

$$2Z_{5\max} = D_{5\max} - D_{4\min} = 26,021 - 25,808 = 0,213 \text{ мм} \quad (1.33)$$

$$2Z_{4\max} = D_{4\max} - D_{3\min} = 25,86 - 25,42 = 0,44 \text{ мм}$$

$$2Z_{3\max} = D_{3\max} - D_{2\min} = 25,55 - 24,59 = 0,96 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = D_{2\max} - D_{1\min} = 24,92 - 21,5 = 3,42 \text{ мм}$$

Виконуємо перевірку розрахунків.

$$2Z_{0\max} - 2z_{0\min} = Td_{\text{заг}} + Td_{\text{дет}} \quad (1.34)$$

$$2Z_{0\max} = D_{\text{адд}}^{\max} - d_{\text{çдд}}^{\min} = 26,021 - 21,5 = 4,521 \text{ мм}$$

$$2Z_{0\min} = D_{\text{адд}}^{\min} - D_{\text{çдд}}^{\max} = 26 - 22,9 = 3,1 \text{ мм}$$

$$4,521 - 3,1 = 1,421 = 1,4 + 0,021 = 1,421 \text{ мм}$$

Визначаємо виконавчі технологічні розміри:

$$D_{1\text{исп}} = 21,5 \pm 0,7 \text{ мм},$$

$$D_{2\text{исп}} = 24,59^{+0,33} \text{ мм},$$

$$D_{3\text{исп}} = 25,42^{+0,13} \text{ мм},$$

$$D_{4\text{исп}} = 25,808^{+0,052} \text{ мм},$$

$$D_{5\text{исп}} = 26^{+0,021} \text{ мм}.$$

Номинальні розміри

$$D_{1\text{ном}} = 22,9 - 0,7 = 22,2 \text{ мм},$$

$$D_{2\text{ном}} = 24,59 - 0 = 24,59 \text{ мм},$$

$$D_{3\text{ном}} = 25,42 - 0 = 25,42 \text{ мм},$$

$$D_{4\text{ном}} = 25,808 - 0 = 25,808 \text{ мм},$$

$$D_{5\text{ном}} = 26 - 0 = 26 \text{ мм}.$$

Таблиця 1.11 - Розрахунок припусків на обробку та граничних розмірів за технологічними переходами

і	Назви технологіч. переходів	Прип. $Z_{\text{ном}}$, мкм	Розрахунковий розмір $D_{\text{мін}}$, мм	Допуск Td , мм	Граничні значення розмірів, мм		Граничні значення припусків, мм		Виконавчий технологіч. розмір, мм
					$D_{\text{мак}}$	$D_{\text{мін}}$	$Z_{\text{мак}}$	$Z_{\text{мін}}$	
1	Заготівля	—	21,598	1,4	22,9	21,5	—	—	$21,5 \pm 0,7$
2	Точіння	2300	24,598	0,33	24,92	24,59	3420	1600	$24,59^{+0,33}$
3	Напівчистове	830	25,428	0,13	25,55	25,42	960	500	$25,42^{+0,13}$
4	Зенкування	380	25,808	0,052	25,86	25,808	440	250	$25,808^{+0,052}$
5	Зенкування	192	26	0,021	26,021	26	213	140	$26^{+0,021}$

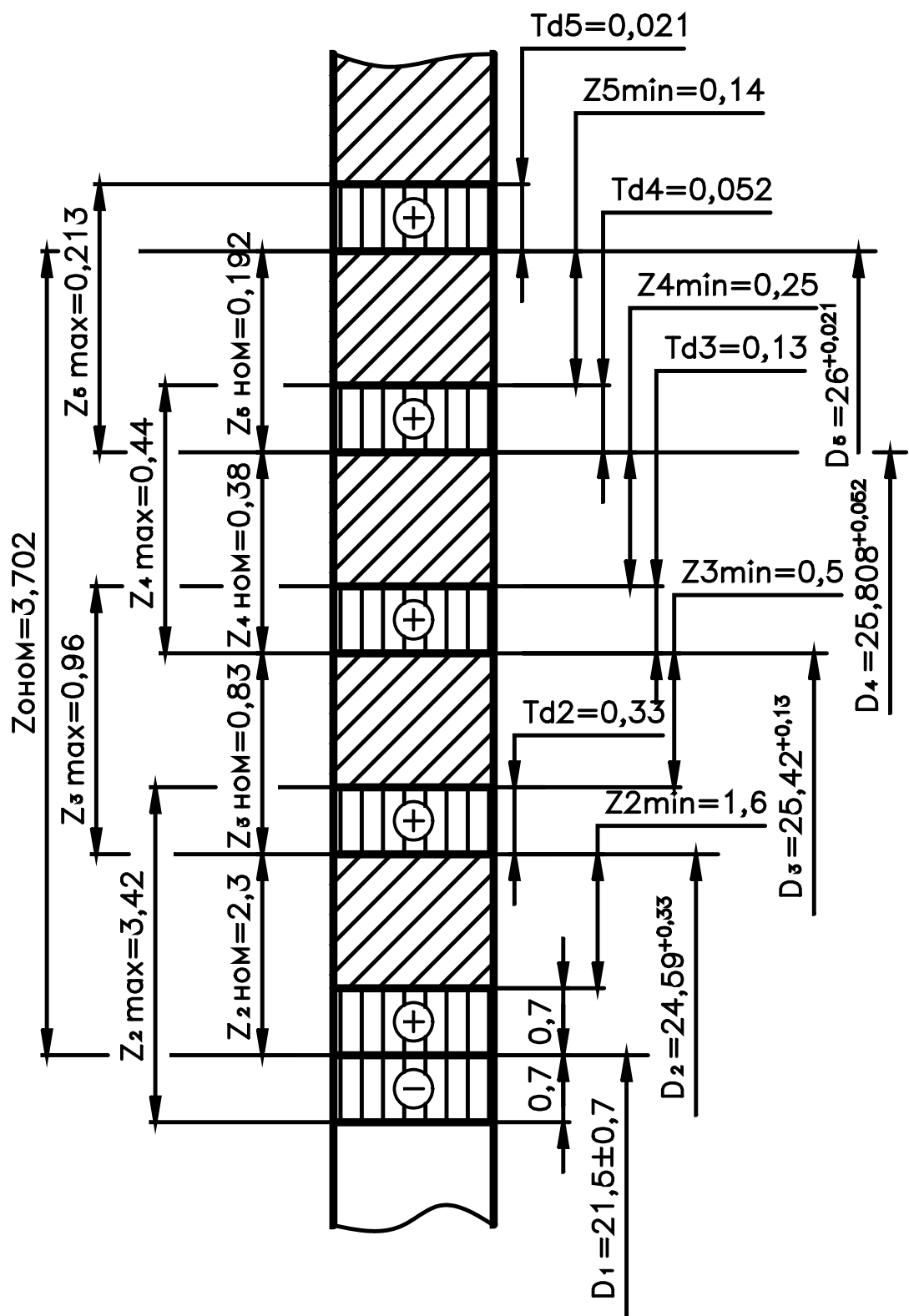


Рисунок 1.5 - Розрахункова схема визначення припусків

1.8.3 Розрахунок технологічних координатних розмірів

Технологічний розмір - розмір, проставлений в технологічній документації (на операційних ескізах, схемах налагоджень і налаштувань РТК УП).

Технологічний розмір відрізняється від конструкторського тим, що включає в себе припуск.

Розрахунок технологічних координатних розмірів будемо проводити методом максимуму-мінімуму.

Номінальне значення замикаючої ланки визначається за формулою:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n A_i = \sum_{j=1}^{n_j} A_j - \sum_{v=1}^{n_v} A_v \quad (1.35)$$

де A_i - становить ланка,

$i = 1, 2, 3, \dots, n$ - номер складової ланки,

A_j - збільшує становить ланка,

$j = 1, 2, 3, \dots, n_j$ - номер збільшує становить ланки,

A_v - зменшує становить ланка,

$v = 1, 2, 3, \dots, n_v$ - номер зменшує ланки.

Мінімальне значення замикаючої ланки визначається по формул

Максимальне значення замикаючої ланки визначається за формулою:

$$A_{\Delta}^{\max} = \sum A_j^{\max} - \sum A_v^{\min} \quad (1.36)$$

Допуск останнього у ланки визначається за формулою:

$$TA_{\Delta} = A_{\Delta}^{\max} - A_{\Delta}^{\min} = \sum_{i=1}^n TA_i = \sum TA_j + \sum TA_v \quad (1.37)$$

Граничні відхилення замикаючої ланки визначається за формулою:

$$\begin{aligned} EsA_{\Delta} &= \sum EsA_j - \sum EiA_v \\ EiA_{\Delta} &= \sum EiA_j - \sum EsA_v \end{aligned} \quad (1.38)$$

Якщо останньою ланкою буде припуск, то рівняння розмірного ланцюга буде мати вигляд:

$$[Z_i^{\min}] = \sum S_j^{\min} - \sum S_v^{\max} \quad (1.39)$$

Якщо невідомим шуканим є, то його визначають за формулою:

$$S_{jx}^{\min} = Z_i^{\min} + \sum_{v=1}^{n_v} S_v^{\max} - \sum_{j=1}^{n_{j-1}} S_j^{\min} \quad (1.40)$$

Якщо невідомим шуканим є, то його визначають за формулою:

$$S_v^{\max} = \sum_{i=1}^{n_i} S_i^{\min} - \sum_{v=1}^{n_{j-1}} S_v^{\max} - Z_i^{\min} \quad (1.41)$$

Для зовнішніх поверхонь в системі вале "h" номінальне значення шуканого становить ланки:

$$S_{jx}^{\text{ном.}} = S_{jx}^{\min} + |EiS_{jx}| \quad (1.42)$$

Виконавчий розмір шуканого технологічного розміру:

$$[S_{jx}^{\text{ном.}}]_{EiS_{jx}} \quad (1.43)$$

Номінальне значення припуску визначається за формулою:

$$Z_i = \sum S_j - \sum S_v \quad (1.44)$$

Граничні значення припуску:

$$Z_i^{\min} = Z_i - EiZ_i \quad (1.45)$$

- контрольне правило рівності заданого припуску:

$$Z_i^{\max} = Z_i + EsZ_i \quad (1.46)$$

Призначаємо припуски на торцеві поверхні корпусу нагнітає насоса (позначення припусків і їх розташування показано на рис. 1.6)

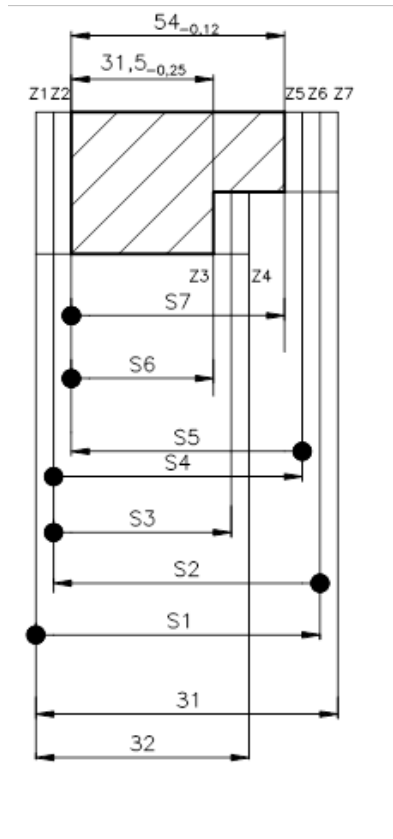


Рисунок 1.6 - Припуски на торцеві поверхні

Складаємо вихідні рівняння технологічних розмірних ланцюгів, починаючи з останньої операції. Визначаємо шукані технологічні розміри на переходи механічної обробки. Допуски на виконання технологічних переходів призначаємо відповідно до раніше розробленого МОН.

$$1) S_7 = [A_1] = 54_{-0,12}$$

$$2) S_6 = [A_2] = 31,5_{-0,25}$$

$$3) [Z_{5\min}] = S_{5\min} - S_{7\max}$$

$$S_{5\min} = S_{7\max} + Z_{5\min} = 54 + 0,12 = 54,12$$

$$S_{5\max} = 54,12 + 0,3 = 54,42$$

Виконавчий розмір:

$$S_5 = 54,42_{-0,3}$$

$$[Z_{5\max}] = S_{5\max} - S_{7\min} = 54,42 - 53,88 = 0,54$$

Перевірка:

$$[Z_5] = S_5 - S_7 = 54,42_{-0,3} - 54_{-0,12} = 0,42_{-0,3}^{+0,12}$$

контрольне правило підтвердилося.

$$4) [Z_{2\min}] = S_{4\min} - S_{5\max}$$

$$S_{4\min} = S_{5\max} + Z_{2\min} = 54,42 + 0,25 = 54,67$$

$$S_{4\max} = 54,67 + 0,3 = 54,97$$

Виконавчий розмір:

$$S_4 = 54,97_{-0,3}$$

$$[Z_{2\max}] = 54,97 - 54,12 = 0,85$$

Перевірка:

$$[Z_2] = S_4 - S_5 = 54,97_{-0,3} - 54,42_{-0,3} = 0,55_{-0,3}^{+0,3}$$

контрольне правило підтвердилося.

$$5) [Z_{3\min}] = S_{3\min} + S_{5\max} - S_{6\max} - S_{4\max}$$

$$S_{3\min} = S_{6\max} + S_{4\max} + Z_{3\min} - S_{5\min} = 31,5 + 54,97 + 0,25 - 54,12 = 32,9$$

$$S_{3\max} = 32,6 + 0,74 = 33,34$$

Виконавчий розмір:

$$S_3 = 32,9_{-0,74}$$

$$[Z_{3\max}] = 33,34 + 54,42 - 31,25 - 54,67 = 1,84$$

Перевірка:

$$[Z_3] = 33,34_{-0,3} + 54,42_{-0,3} - 31,5_{-0,25} - 54,97_{-0,3} = 1,29_{-0,6}^{+0,55}$$

контрольне правило підтвердилося.

$$\begin{aligned}
 6) [Z_{6\min}] &= S_{2\min} - S_{4\max} \\
 S_{2\min} &= S_{4\max} + Z_{6\min} = 54,97 + 0,25 = 55,22 \\
 S_{2\max} &= 55,22 + 0,74 = 55,96
 \end{aligned}$$

Виконавчий розмір:

$$\begin{aligned}
 S_2 &= 55,96_{-0,74} \\
 [Z_{6\max}] &= 55,96 - 54,67 = 1,29
 \end{aligned}$$

Перевірка:

$$[Z_6] = S_2 - S_4 = 55,96_{-0,74} - 54,97_{-0,3} = 0,99_{-0,74}^{+0,3}$$

контрольне правило підтвердилося.

$$\begin{aligned}
 7) [Z_{1\min}] &= S_{1\min} - S_{2\max} \\
 S_{1\min} &= 55,96 + 0,8 = 56,76 \\
 S_{1\max} &= 56,76 + 0,74 = 57,5
 \end{aligned}$$

Виконавчий розмір:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= 57,5_{-0,74} \\
 [Z_{1\max}] &= 57,5 - 55,22 = 2,28
 \end{aligned}$$

Перевірка:

$$[Z_1] = 57,5_{-0,74} - 55,96_{-0,74} = 1,54_{-0,74}^{+0,74}$$

контрольне правило підтвердилося.

$$\begin{aligned}
 8) [Z_{7\min}] &= 3_{1\min} - S_{1\max} \\
 3_{1\min} &= 57,5 + 0,8 = 58,3 \\
 3_{1\max} &= 58,3 + 1,4 = 59,7
 \end{aligned}$$

Виконавчий розмір:

$$3_1 = 59 \pm 0,7$$

$$[Z_{7\max}] = 59,7 - 56,76 = 2,94$$

Перевірка:

$$[Z_7] = 59 \pm 0,7 - 57,5_{-0,74}^{+1,44} = 1,5_{-0,7}^{+1,44}$$

контрольне правило підтвердилося.

$$9) [Z_{4\min}] = 3_{2\min} + S_{2\min} - S_{3\max}$$

$$3_{2\min} = 57,5 + 33,94 + 0,8 - 55,22 = 36,42$$

$$3_{2\max} = 35,98 + 1,4 = 37,82$$

Виконавчий розмір:

$$3_2 = 36,68 \pm 0,7$$

$$[Z_{4\max}] = 37,38 + 55,96 - 32,6 - 56,76 = 3,98$$

Перевірка:

$$[Z_4] = 36,68 \pm 0,7 - 55,96_{-0,74}^{+1,74} - 32,9_{-0,3}^{+1,44} - 57,5_{-0,74}^{+1,44} = 2,24_{-1,44}^{+1,74}$$

контрольне правило підтвердилося.

1.9 Проектування операційної технології

1.9.1 Операція 040 - токарна з ЧПУ.

Вихідні дані

Операційний ескіз (див. Рис. 6.1)

Матеріал - алюм. сплав АЛ5

Верстат - 16K20Ф3, пульт управління типу H22-1М.

Підготовка операційного ескізу деталі:

а) Обробку даної деталі проводимо за одну установку, послідовно декількома інструментами.

Габарити і конфігурація деталі дозволяють забезпечити базування і кріплення деталі в цангові патрони.

б) Визначаємо настроювальні розміри для оброблюваних поверхонь деталі і проставляємо їх на ескізі (рис. 1.7) за формулою:

$$A_{настр.} = (A_{max} + A_{min})/2 \quad (1.47)$$

Результати розрахунку зводимо в табл. 1.12

Таблиця 1.12 - Розрахункові настроювальні розміри

№	Настроюваний розмір	Операційний розмір
1	$(54,42+54,12)/2=54,27$	$54,42_{-0,3}$
2	$(101,79+101,65)/2=101,72$	$\varnothing 101,79_{-0,14}$

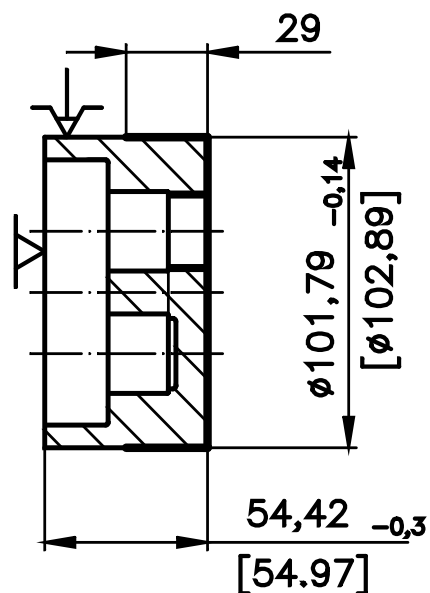


Рисунок 1.7 - Операційний ескіз деталі

с) Вибираємо початок системи координат деталі. Початок системи відліку - перетин осей X-Z. Вісь Z поєднана з віссю обертання деталі, вісь X поєднана з лівим торцем, який є напольгливої базою.

Позитивне напрямки осей показано стрілками.

д) Координати "нульовий" точки еталонного інструменту для даного верстата з фіксованим положенням супорта складають:

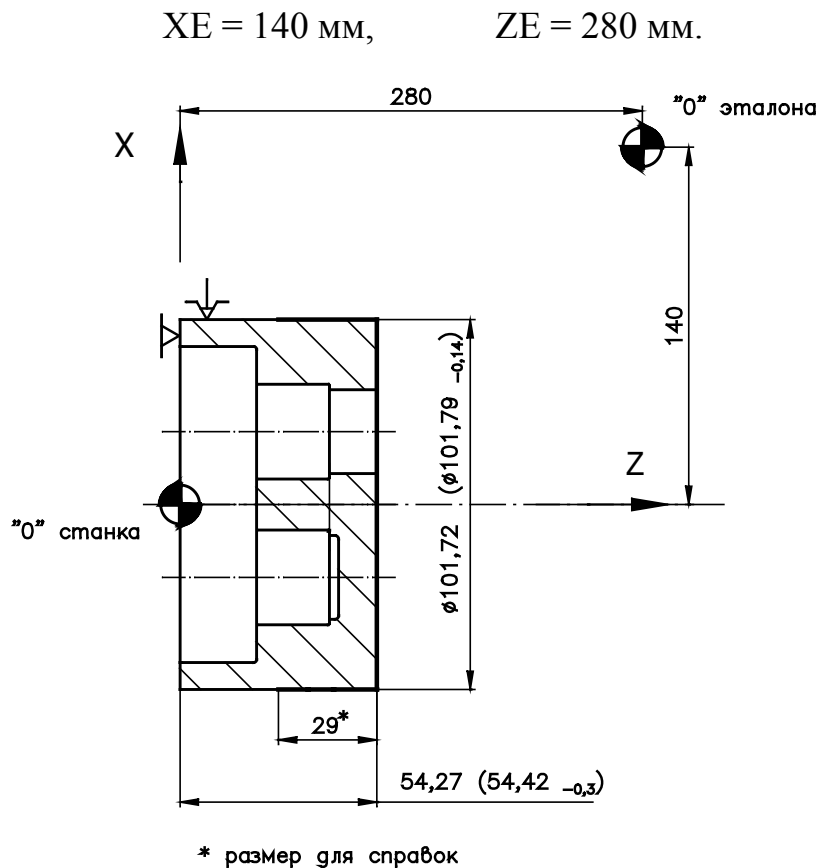


Рисунок 1.8 - Операційний ескіз деталі з урахуванням настроювальних розмірів

Визначення послідовності обробки поверхонь деталі; призначення припусків по переходах; вибір ріжучого інструменту; розрахунок режимів різання:

а) Визначаємо послідовність обробки. Пропонований план обробки даної деталі див. Рис. 1.8.

1). Підрізати торець 2, витримуючи розмір 54,27 мм. Точити поверхню 7 діаметром $\varnothing 101,72$, витримуючи розмір 29.

б) визначаємо загальний припуск для кожної оброблюваної поверхні, кількість проходів і глибину різання для кожного проходу.

1). Підрізання торця 2:

$$t = 54,97 - 54,42 = 0,55 \text{ мм};$$

приймаємо число проходів $i = 1$.

2). Точіння поверхні 7:

$$Z_0 = (102,89 - 101,79) / 2 = 0,55 \text{ мм};$$

приймаємо число проходів $i = 1$.

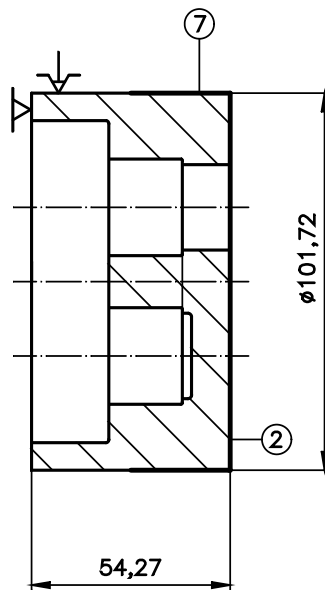


Рисунок 1.9 - План обробки деталі

в) вибираємо інструмент та режими обробки.

Різець прохідний, ВК8, $R = 1,2$ ГОСТ 18881-73 мм.

$t = 0,55$ мм; $S = 0,3$ мм / об ([4] таб. 12, стр. 267)

Визначаємо швидкість різання за формулою (6.2):

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (1.48)$$

$$V = \frac{328}{50^{0,28} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 0,4 = 80,1 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо швидкість обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \quad (1.49)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 80,1}{3,14 \cdot 101,72} = 250,65 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{\text{ст}} = 250$ об / хв.

Налаштування інструментів на мікроскопі і визначення настроювальних розмірів:

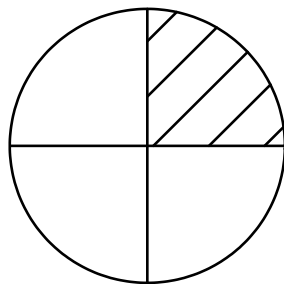
а) Визначаємо настроювальні розміри кожного інструменту.

$$\begin{aligned} \text{ЦИ}x &= 0,005; \text{ЦИ}z = 0,01 \\ Mx &= 1/\text{ЦИ}x = 1/0,005 = 200 \\ Mz &= 1/\text{ЦИ}z = 1/0,01 = 100 \end{aligned}$$

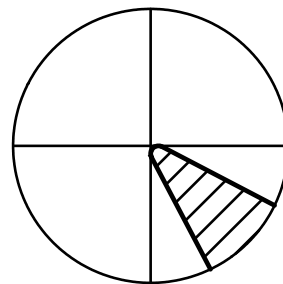
Різець прохідний $A = -40; B = -40; J = 4$

$$\begin{aligned} Z_{\text{см}} &= 54,27 + 20 - 1 + 40 = 113,27 \\ Z_{\text{имп}} &= 113,27 \times 100 = 11327 \text{ имп} \\ X_{\text{см}} &= 50,86 + 1 - 1 + 40 = 90,86 \\ X_{\text{имп}} &= 51,925 \times 200 = 10385 \text{ имп} \end{aligned}$$

б) Заповнюємо таблицю параметрів настроювання інструментів.



Еталон №01



Різець прохідний

Рисунок 1.10 - Визначення на мікроскопі координат інструментальних блоків

Розробка траєкторії руху інструментів, розрахунок координат і збільшення опорних точок, призначення технологічних команд, підготовка карти технологічної інформації:

а) Розробляємо схеми зняття припусків для кожної позиції інструменту (рис 1.11).

б) Визначаємо площину безпеки на відстані 20 мм від торця. Величини врізання приймаємо рівними 3 мм, величини відскоків 0,5 мм.

в) вимальовується згідно зі схемою зняття припусків для кожної поверхні траєкторії руху кожного інструменту (рис. 1.12), присвоюємо номери опорних точках.

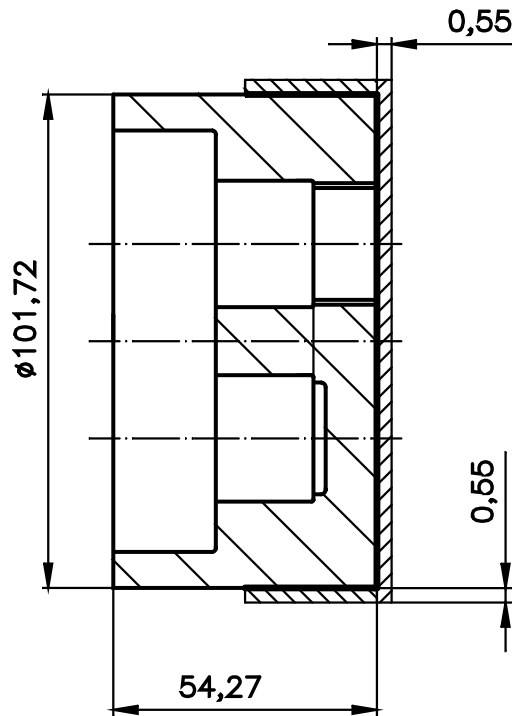


Рисунок 1.11 - Схеми зняття припусків

Опис траєкторій:

Блок №1: 01 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8

г) Проводимо останню компоновку РТК. У лівому нижньому кутку розміщуємо операційний ескіз, в правому куті над штампом - таблицю настройки інструментів.

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_o}{1020 \cdot 60} \quad (1.50)$$

де P_z - сила різання

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.51)$$

де K_p поправочний коефіцієнт

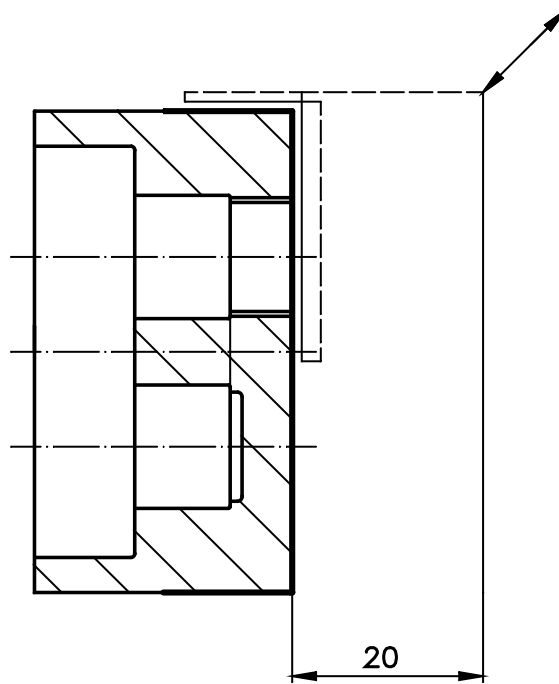


Рисунок 1.12 - Траєкторії руху інструментів

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (1.52)$$

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,94 = 0,87$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 0,55^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 0,87 = 77,58$$

Потужність різання визначається за формулою (1.50):

$$N_p = \frac{77,58 \cdot 79,89}{1020 \cdot 60} = 0,11 \text{ кВт}$$

$N_p < N_{\text{дв}} (0,11 < 2,2)$ - умова роботи верстата по потужності виконується.

Основний час визначається за формулою:

$$t_{o1} = \frac{L_{p.x}}{S \cdot n} \cdot i \quad (1.53)$$

$$t_o = \frac{50,86 + 2 + 29}{250 \cdot 0,3} \cdot 1 = 1,09 \text{ мин}$$

Технічне нормування операції

Штучний час розраховується за формулою:

$$t_{ум.} = t_{оп} + (t_{обсл.} + t_{омд.}) \quad (1.54)$$

де $T_{оп}$ - оперативне час

t_b - допоміжний час.

Оперативне час розраховується за формулою:

$$t_{оп} = t_o + t_b \quad (1.55)$$

де t_o - основний час

t_b - допоміжний час.

Розрахунок допоміжного часу на операцію в умовах серійного виробництва полягає у визначенні:

- $t_{уст}$ - часу на установку і зняття деталі;
- $t_{пер}$ - часу, пов'язаного з переходом;
- $t_{изм}$ - часу на контрольні проміри обробленої поверхні.

$$t_b = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм} + t_{м.в.} \quad (1.56)$$

де $t_{уст} = 0,22$ хв по [9, карта 55, стр 144];

$t_{пер} = 0,03 \cdot 4 + 0,2 = 0,42$ хв по [1, таб 16, стр 618];

$t_{м.в.} = 0,04 \cdot 3 + 0,08 \cdot 2 + 0,05 \cdot 2 + 0,07 \cdot 1 = 0,45$ хв по [1, таб 12, стр 605]

$$t_b = 0,22 + 0,45 + 0,42 = 1,09 \text{ хв}$$

$$t_{оп} = 1,09 + 1,09 = 2,18 \text{ хв}$$

$$t_{обсл.} + t_{омд} = 9\% \cdot t_{оп} \quad (1.57)$$

$$t_{обсл.} + t_{омд} = 9 \cdot 1,09 / 100 = 0,1 \text{ хв}$$

$$t_{ум} = 2,18 + 0,1 = 2,28 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$t_{п.з.} = 4,2 + 15 + 3,9 = 23,1 \text{ хв по [9, карта 49]}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою:

$$T_{ум-к} = t_{ум} + \frac{t_{п.з.}}{n} \quad (1.58)$$

де n - кількість деталей в партії (обсяг партії), шт .:

$$n = \frac{a \cdot N}{250} \quad (1.59)$$

де $a = 5$ днів - періодичність запуску деталі в виробництво,
N-річна програма випуску, $N = 2000$ шт.

$$n = \frac{5 \cdot 2000}{250} = 40 \text{ шт}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 2,28 + \frac{23,1}{40} = 2,86 \text{ хв}$$

1.9.2 Операція 025 - токарна з ЧПУ

Вихідні дані

Операційний ескіз (див. Рис. 1.14). Матеріал - алюм. сплав АЛ5

Верстат - 16Б16Т1-Ф3, пульт управління типу Н22-1М.

Підготовка операційного ескізу деталі:

а) Обробку даної деталі проводимо за одну установку, послідовно декількома інструментами.

Габарити і конфігурація деталі дозволяють забезпечити базування і кріплення деталі в спец. плиті.

б) Визначаємо настроювальні розміри для оброблюваних поверхонь деталі і проставляємо їх на ескізі (рис. 6.8) за формулою:

$$A_{\text{настр.}} = (A_{\text{max}} + A_{\text{min}})/2 \quad (1.60)$$

Результати розрахунку зводимо в табл. 1.13

Таблиця 1.13 - Розрахункові настроювальні розміри

№	Настроювальний розмір	Операційний розмір
1	$(41,25+39,75)/2=40,57$	$41 \pm 0,25$
2	$(33,34+32,6)/2=32,97$	$33,34_{-0,74}$
3	$(55,96+55,22)/2=55,59$	$55,96_{-0,74}$
4	$(45,87+46,2)/2=45,035$	$\varnothing 45,87^{+0,33}$
5	$(24,59+24,92)/2=24,755$	$\varnothing 24,59^{+0,33}$

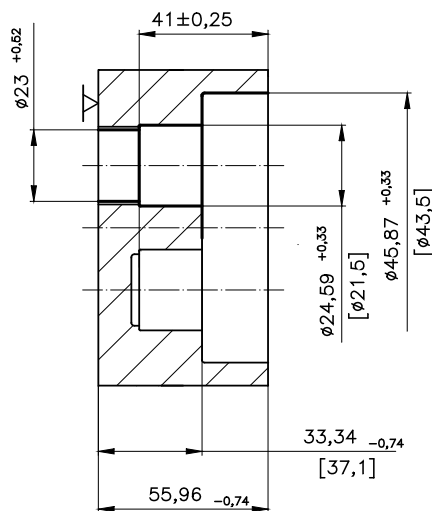


Рисунок 1.7 - Операційний ескіз деталі

с) Вибираємо початок системи координат деталі. Початок системи відліку - перетин осей X-Z. Вісь Z поєднана з віссю обертання деталі, вісь X поєднана з лівим торцем, який є напольгливою базою.

Позитивне напрямки осей показано стрілками.

д) Координати "нульовий" точки еталонного інструменту для даного верстата з фіксованим положенням супорта складають:

$$XE = 140 \text{ мм}, \quad ZE = 280 \text{ мм}.$$

Визначення послідовності обробки поверхонь деталі; призначення припусків по переходах; вибір ріжучого інструменту; розрахунок режимів різання:

а) Визначаємо послідовність обробки. Пропонований план обробки даної деталі див. Рис. 6.9.

1). Точити діаметр 3, витримуючи розмір Ø45,035 мм. Підрізати торець 4 на розмір 32,97.

2). Точити діаметр 5 витримуючи розмір Ø24,755

3). Свердлийти отвір 12 Ø23

б) визначаємо загальний припуск для кожної оброблюваної поверхні, кількість проходів і глибину різання для кожного проходу.

1). Точіння діаметра 3:

$$t = (45,035 - 43,5) / 2 = 0,7657 \text{ мм}$$

приймаємо число проходів $i = 1$.

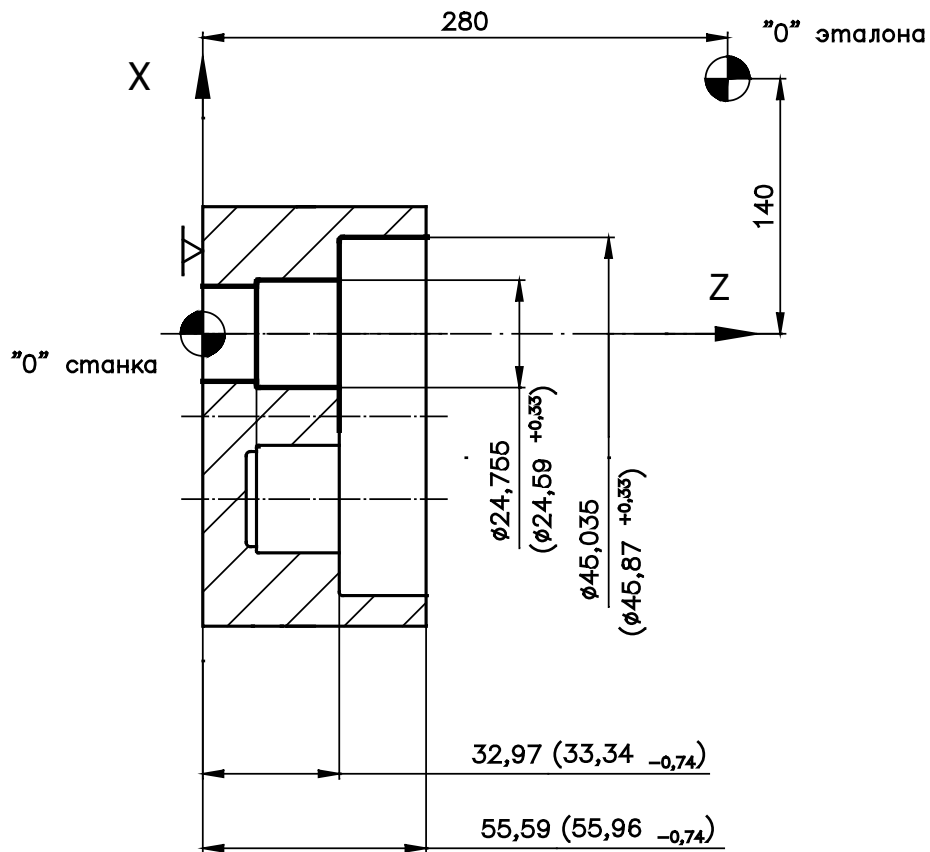


Рисунок 1.14 - Операційний ескіз деталі з урахуванням настроювальних розмірів

2). Підрізати торець 4:

$$t = 37,1 - 32,97 = 4,13 \text{ мм}$$

приймаємо число проходів $i = 1$.

3). Розточування поверхні 5:

$$t = (24,755 - 21,5) / 2 = 1,627 \text{ мм}$$

4). Свердління поверхні 12:

$$t = 23/2 = 11,5$$

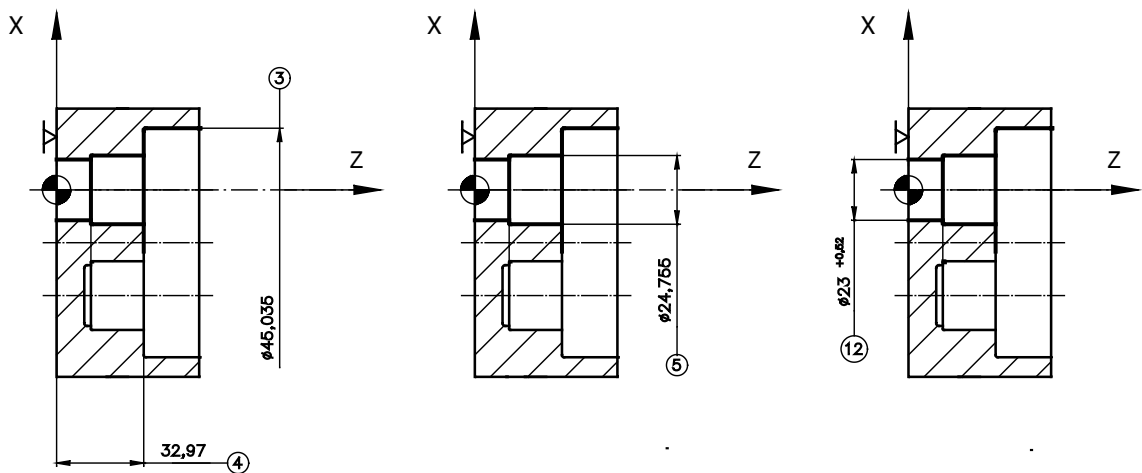


Рисунок 1.15 - План обробки деталі

в) вибираємо інструмент та режими обробки.

1. Токарський розточний різець, Т15К6, R = 1 мм ГОСТ 18063-72
 $t = 4,13$ мм; $S = 0,2$ мм / об ([4] таб. 12, стр. 267)

Визначаємо швидкість різання за формулою (1.48):

$$V = \frac{328}{50^{0,28} \cdot 4,13^{0,12} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 0,4 = 82,75 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо швидкість обертання шпинделя по формулі (1.49):

$$n = \frac{1000 \cdot 82,75}{3,14 \cdot 45,3} = 531 \text{ об/хв}$$

$n_{\text{ст}} = 500$ об / хв.

2. Токарний розточний різець, Т15К6, R = 1 мм ГОСТ 18063-72
 $t = 1,62$ мм; $S = 0,1$ мм / об [4. таб. 12, стр. 267]

Визначаємо швидкість різання за формулою (1.48):

$$V = \frac{328}{50^{0,28} \cdot 1,62^{0,12} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 0,4 = 130,84 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо швидкість обертання шпинделя по формулі (1.49):

$$n = \frac{1000 \cdot 130,84}{3,14 \cdot 24,59} = 1680 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{\text{ст}} = 1500 \text{ об / хв.}$
Визначаємо дійсне значення швидкості різання:

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/хв} \quad (1.61)$$

$$V_{\text{д}} = \frac{3,14 \cdot 24,75 \cdot 1500}{1000} = 116,65$$

3. Свердел спіральне ГОСТ 10903-77

$D = 23 \text{ мм}; S = 0,5 \text{ мм / об}$ ([4] таб. 25, стр. 277)

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (1.62)$$

$$V = \frac{40,7 \cdot 23^{0,25}}{75^{0,125} \cdot 0,5^{0,4}} \cdot 0,4 = 27,4 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо швидкість обертання шпинделя по формулі (1.49):

$$n = \frac{1000 \cdot 27,4}{3,14 \cdot 23} = 329 \text{ об/хв}$$

$n_{\text{ст}} = 300 \text{ об / хв.}$

Налаштування інструментів на мікроскопі і визначення настроювальних розмірів.

а) Визначаємо настроювальні розміри кожного інструменту.

$$\begin{aligned} \text{ЦИх} &= 0,005; \text{ЦИз} = 0,01 \\ \text{Мх} &= 1/\text{ЦИх} = 1/0,005 = 200 \\ \text{Мз} &= 1/\text{ЦИз} = 1/0,01 = 100 \end{aligned}$$

Різець розточний $A = -40; B = -40; J = 4$

Різець розточний $A = -30; B = -20; J = 4$

б) Заповнюємо таблицю параметрів настроювання інструментів.

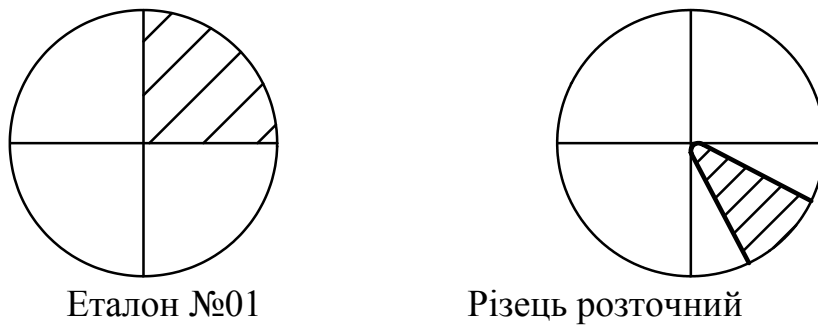


Рисунок 1.16 - Визначення на мікроскопі координат інструментальних блоків

Розробка траєкторії руху інструментів, розрахунок координат і збільшення опорних точок, призначення технологічних команд, підготовка карти технологічної інформації:

а) Розробляємо схеми зняття припусків для кожної позиції інструменту (рис. 1.17).

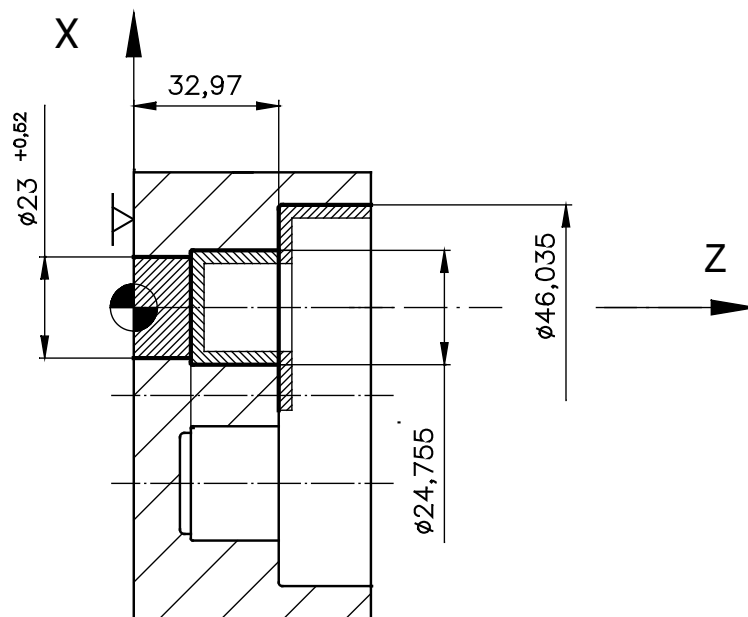


Рисунок 1.17 - Схеми зняття припусків

б) Визначаємо площину безпеки на відстані 20мм від торця. Величини врізання приймаємо рівними 3 мм, величини відскоків 0,5 мм.

в) вимальовується згідно зі схемою зняття припусків для кожної поверхні траєкторії руху кожного інструменту, присвоюємо номера опорних точках.

Опис траєкторій:

Блок №1: 01 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6

Блок №2: 07 - 8 - 9 - 10 - 11 - 12

Блок №3: 13 - 14 - 15 - 16 - 17

г) Проводимо останню компоновку РТК. У лівому нижньому кутку розміщуємо операційний ескіз, в правому куті над штампом - таблицю настройки інструментів.

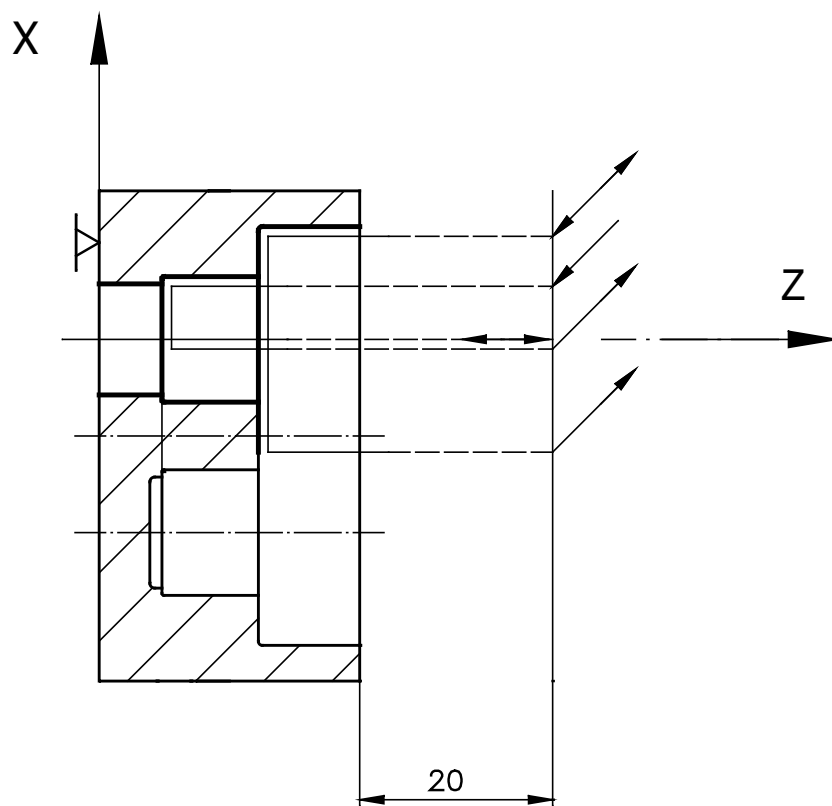


Рисунок 1.18 - Траєкторії руху інструментів

Програма в АРТ в додатку.

Визначаємо потужність різання за формулою (1.50) і силу різання по формулі (6.5):

Коефіцієнт розраховується за формулою (1.52):

$$K_p = 1 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0,94 = 0,87$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,63^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 0,87 = 100,87 \text{ Н}$$

Потужність різання:

$$N_p = \frac{100,87 \cdot 116,65}{1020 \cdot 60} = 0,19 \text{ кВт}$$

$N_p < N_{\text{дв}} (0,19 < 2,2)$ - умова роботи верстата по потужності виконується.

Основний час визначається за формулою (1.53):

$$t_{o1} = \frac{55,59 - 32,97 + 45,035 / 2 + 2}{500 \cdot 0,2} \cdot 1 = 0,48 \text{ мин}$$

$$t_{o2} = \frac{55,59 - 40,5 + 24,755 / 2 + 2}{1500 \cdot 0,1} \cdot 1 = 0,21 \text{ мин}$$

$$t_{o3} = \frac{32,97 + 8}{300 \cdot 0,5} \cdot 1 = 0,27 \text{ мин}$$

$$t_{\text{общ}} = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3}$$

$$t_{\text{общ}} = 0,48 + 0,21 + 0,27 = 0,96 \text{ хв}$$

Технічне нормування операції

Штучний час розраховується за формулою (1.54):

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{оп}} + (t_{\text{обсл.}} + t_{\text{отд.}})$$

Оперативне час розраховується за формулою (1.55):

Розрахунок допоміжного часу на операцію розраховується за формулою (1.56):

$$t_{\text{уст}} = 0,6 \text{ хв по [9, карта 53, стор 142];}$$

$$t_{\text{пер}} = 0,03 \cdot 4 + 0, + 0,2 = 0,42 \text{ хв по [1, таб 16, стор 618];}$$

$$t_{\text{м.в}} = 0,04 \cdot 6 + 0,08 \cdot 3 + 0,05 \cdot 3 + 0,07 \cdot 3 = 0,84 \text{ хв по [1, таб 12, стор 605]}$$

$$t_{\text{в}} = 0,6 + 0,84 + 0,42 = 1,86 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп}} = 0,96 + 1,86 = 2,82 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл.}} + t_{\text{отд.}} = 9\% \cdot t_{\text{оп}} = 9 \cdot 2,82 / 100 = 0,25 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт}} = 2,82 + 0,25 = 3,07 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$t_{\text{п.з.}} = 18,9 + 12 + 7,4 = 38,3 \text{ хв по [9, карта 49]}$$

За формулою (1.59):

$$T_{ум-к} = 3,07 + \frac{38,3}{40} = 4,03 \text{ хв}$$

1.9.3 Операція 020 - свердлильна.

Вихідні дані.

Проводиться 1. Свердління отвору $\varnothing 7,1 + 0,09^{+0,09}$.

2. Розгортання $\varnothing 9 + 0,036^{+0,036}$

3. Свердління отвору $\varnothing 8$

Інструмент: свердло спіральне ГОСТ 10903-77, що ріже частина -Р18.

Верстат: вертикально-свердлильний 2Р135Ф2-1; $n = 180$ ч 2800 об / хв,
 $Z = 9$ швидкостей, $S = 0,1$ ч $0,56$ мм / об, $N_{ел} = 2,2$ кВт.

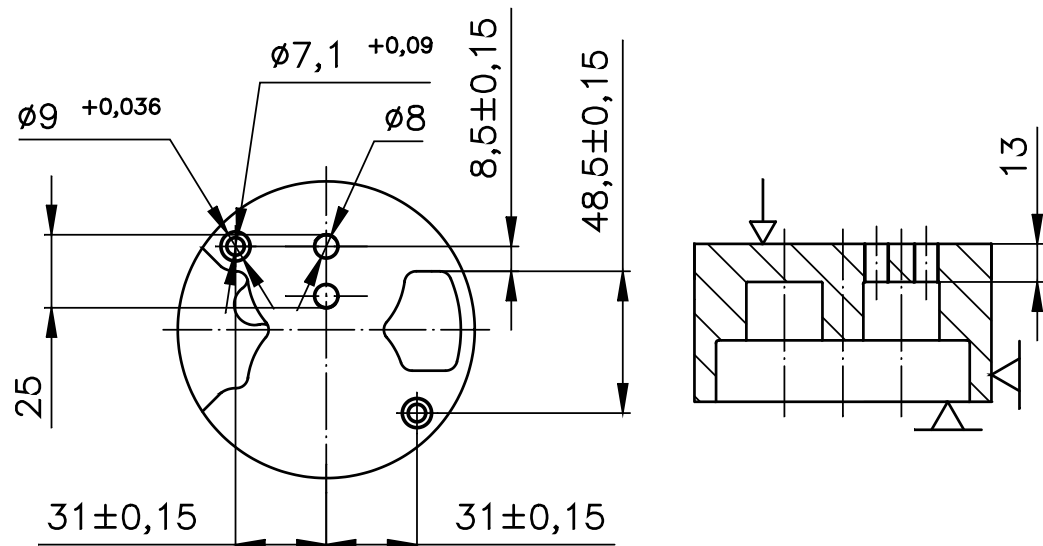


Рисунок 1.19 - Операційний ескіз до операції 20

При свердлінні глибина різання дорівнює половині діаметра свердління, так як свердління проводиться в суцільному металі:

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 7,1 = 3,55 \text{ мм.}$$

Визначаємо довжину робочого ходу:

$$L_{р.х.} = L_{рез} + y \quad (1.63)$$

де $L_{рез}$ - шлях різання,

у - величина підведення, врізання інструмента.

$L_{рез} = 30 \text{ мм}$, $y = 2 \text{ мм}$.

$$L_{p.x.} = 32 \text{ мм.}$$

Призначаємо подачу: $S_0 = 0,12 \text{ мм / об.}$ (Стр 277 табл 25)

Визначаємо стійкість інструменту: $T = 35 \text{ хв.}$ (Стр 280 табл.30)

Визначаємо швидкість різання за формулою (1.62):

$C_v = 40,7$; $g = 0,25$; $y = 0,4$; $m = 0,125$ [стор. 278 таб28]

$$V = \frac{40,7 \cdot 7^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,4 = 6,8 \text{ м/хв}$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV} = 0,8 \times 0,5 \times 1 = 0,4$$

$K_{MV} = 0,8$ [стр. 263 таб4]

$K_{IV} = 0,5$ [стр. 263 таб 6]

$K_{LV} = 1$ [стр. 280 таб 31]

Частота обертання інструменту розраховується за формулою (1.49):

$$n = \frac{1000 \cdot 6,8}{3,14 \cdot 7} = 309,2 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{ст} = 300 \text{ об / хв.}$

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою (1.61):

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 300}{1000} = 6,59 \text{ м/хв}$$

Визначаємо потужність різання.

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,45 \cdot 300}{9750} = 0,02 \text{ кВт} \quad (1.64)$$

де $M_{кр}$ - крутний момент;

n- число обертів інструменту в хвилину.

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^g \cdot S^y \cdot K_p \quad (1.65)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.005 \cdot 7^2 \cdot 0.12^{0.8} \cdot 1 = 0,45 \text{ Н м}$$

$N_{рез} = 0,02 \text{ кВт} < N_{ст} = 2,2 \text{ кВт}$.

Визначаємо основний час на обробку за формулою (1.53):

$$t_{01} = \frac{32}{300 \cdot 0,12} \cdot 2 = 1,54 \text{ хв.}$$

2. Розгортання $\varnothing 9^{+0,036}$:

При розгортанні глибина різання визначається за формулою:

$$t = (D - d) / 2. \quad (1.66)$$

$$t = (9 - 7) / 2 = 1 \text{ мм}$$

Визначаємо довжину робочого ходу за формулою (1.63):

$L_{рез} = 15 \text{ мм}$, $y = 3 \text{ мм}$.

$$L_{р.х.} = 15 + 3 = 18 \text{ мм.}$$

Призначаємо подачу: $S_0 = 0,4 \text{ мм / об.}$ [Стор 277 табл 25]

Визначаємо стійкість інструменту: $T = 35 \text{ хв.}$ [Стор 280 табл.30]

Визначаємо швидкість різання за формулою (6.16):

$C_v = 23,2$; $g = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,5$; $m = 0,3$ [стор. 279 табл.29]

$$V = \frac{23,2 \cdot 9^{0,2}}{35^{0,3} \cdot 1^{0,1} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,4 = 7,88 \text{ м/хв}$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV} = 0,8 \times 0,5 \times 1 = 0,4$$

$K_{MV} = 0,8$ [стр. 263 табл 4]

$K_{IV} = 0,5$ [стр. 263 таб 6]

$K_{LV} = 1$ [стр. 280 таб 31]

Частота обертання інструменту розраховується за формулою (1.49):

$$n = \frac{1000 \cdot 7,88}{3,14 \cdot 9} = 268 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{\text{ст}} = 250 \text{ об / хв}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою (1.61):

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 250}{1000} = 7,1 \text{ м/хв}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.64):

$$N = \frac{1,94 \cdot 250}{9750} = 0,05 \text{ кВт}$$

Крутний момент розраховується за формулою (1.65):

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0.005 \cdot 9^2 \cdot 0,4^{0.8} \cdot 0,4^{0.8} \cdot 1 = 1,94 \text{ Н м}$$

$N_{\text{рез}} = 0,05 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 2,2 \text{ кВт}$.

Визначаємо основний час на обробку за формулою (1.53):

$$t_{01} = \frac{18}{250 \cdot 0,4} \cdot 2 = 0,36 \text{ хв.}$$

3.Сверлення отвори Ø8

При свердлінні глибина різання дорівнює половині діаметра свердління, так як свердління проводиться в суцільному металі:

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ мм.}$$

Визначаємо довжину робочого ходу за формулою (1.63):

$$L_{\text{рез}} = 13 \text{ мм, } y = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{р.х.}} = 18 \text{ мм.}$$

Призначаємо подачу: $S_0 = 0,12 \text{ мм / об. [Стор 277 табл 25]}$

Визначаємо стійкість інструменту: $T = 35 \text{ хв}$. [Стор 280 табл.30]

Визначаємо швидкість різання за формулою (1.62):

$C_v = 40,7$; $g = 0,25$; $y = 0,4$; $m = 0,125$ [стор. 278 табл.28]

$$V = \frac{40,7 \cdot 8^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,12^{0,4}} \cdot 0,4 = 7,4 \text{ м/хв}$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV} = 0,8 \times 0,5 \times 1 = 0,4$$

Частота обертання інструменту визначається за формулою (1.48):

$$n = \frac{1000 \cdot 7,4}{3,14 \cdot 8} = 297 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{\text{ст}} = 300 \text{ об / хв}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою (1.61):

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 300}{1000} = 7,54 \text{ м / хв}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.64):

$$N = \frac{0,58 \cdot 300}{9750} = 0,01 \text{ кВт}$$

Крутний момент розраховується за формулою (1.65):

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,005 \cdot 8^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 0,58$$

$N_{\text{рез}} = 0,01 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 2,2 \text{ кВт}$.

Визначаємо основний час на обробку за формулою (1.53)

$$t_{01} = \frac{18}{300 \cdot 0,12} \cdot 2 = 1 \text{ хв.}$$

$$t_{0\Sigma} = 1 + 0,36 + 1,54 = 2,9 \text{ хв}$$

$$t_{\text{xx}} = \frac{230,4}{600 \cdot 0,4} = 0,89 \text{ хв}$$

$$t_o = 2,9 + 0,96 = 3,86$$

Технічне нормування операції.

Штучний час розраховується за формулою (1.54):

Оперативне час розраховується за формулою (1.55):

Розрахунок допоміжного часу за формулою (1.56):

$$t_{уст} = 3,5 \text{ хв по [9, карта 44, стор 292];}$$

$$t_{м.в} = 0,03 \cdot 8 + 0,1 \cdot 6 + 0,2 \cdot 2 = 1,24 \text{ хв по [1, таб 12, стор 607]}$$

$$t_b = 3,5 + 1,24 = 4,74 \text{ хв}$$

$$t_{оп} = 3,86 + 3,5 + 1,24 = 8,6 \text{ хв}$$

$$t_{обсл.} + t_{отд} = 8\% \cdot t_{оп} = 8 \cdot 8,6 / 100 = 0,69 \text{ хв}$$

$$t_{шт} = 8,6 + 0,69 = 9,29 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$t_{п.з.} = 12 + 11,25 + 4,2 = 27,45 \text{ хв по [9, карта 49]}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.59):

$$T_{шт-к} = 9,29 + \frac{27,45}{40} = 9,98 \text{ хв}$$

1.9.4 Операція 055 - фрезерна.

Вихідні дані.

Операція 55 - фрезерна.

Інструмент: фреза $D = 16$; $Z = 6$ ГОСТ 7063-72 (стр.179 таб 77), що ріже частина -P18.

Верстат: вертикально-фрезерний 6Т104; $n = 180$ ч 2800 об / хв, $Z = 9$ швидкостей, $S = 0,1$ ч $0,56$ мм / об, $N_{ел} = 1,5$ кВт.

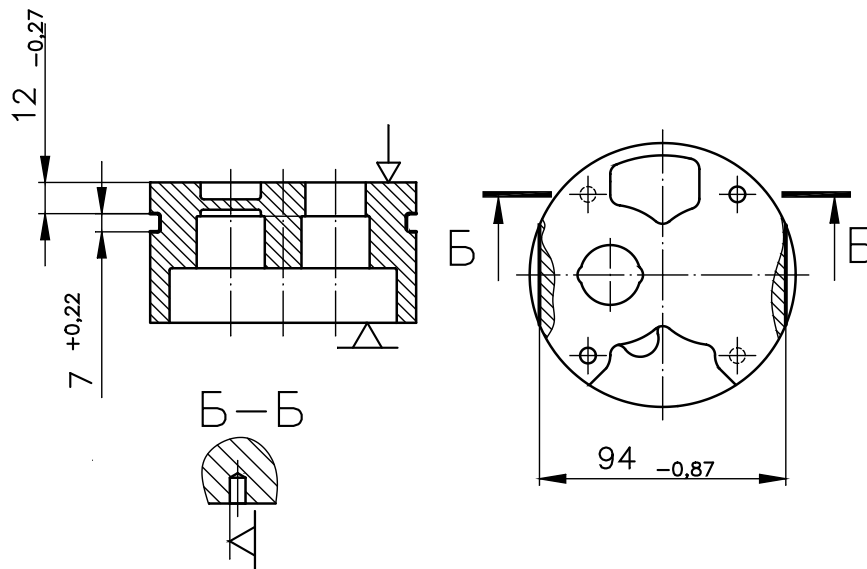


Рисунок 1.20 - Операційний ескіз до операції 20

При фрезеруванні глибина різання визначається за формулою:

$$t = (101,8 - 94) / 2 = 3,9 \text{ мм.},$$

Визначаємо довжину робочого ходу за формулою (1.63):

$$L_{\text{рез}} = 42 \text{ мм, } y = 2 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{п.х.}} = 42 + 2 = 44 \text{ мм.}$$

Призначаємо подачу: $S_z = 0,06 \text{ мм / об.}$ [Стор 285 табл 36]

Визначаємо стійкість інструменту: $T = 120 \text{ хв.}$ [Стор 290 табл.40]

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \text{ м/хв} \quad (1.67)$$

$$V = \frac{40,7 \cdot 7^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,4 = 6,8$$

$C_v = 183,4$; $g = 0,25$; $x = 0,3$; $y = 0,2$; $u = 0,1$; $p = 0,1$; $m = 0,2$ [стр. 289 табл 34]

$S_z = 0,06 \text{ мм/об}$ [стр. 285 таб 36]

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{HV} \cdot K_{LV} = 0,8 \times 0,5 \times 1 = 0,4$$

$K_{MV}=0,8$ [стр. 263 таб4]

$K_{IV}=0,5$ [стр. 263 таб 6]

$K_{LV}=1$ [стр. 280 таб 31]

Частота обертання інструменту розраховується за формулою (1.48):

$$n = \frac{1000 \cdot 45,4}{3,14 \cdot 16} = 903,2 \text{ об / хв}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{ст} = 900$ об / хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою (1.61):

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 900}{1000} = 45,2 \text{ м/хв}$$

Визначаємо потужність різання за формулою (1.64):

$$N = \frac{1145,3 \cdot 45,2}{1020 \cdot 60} = 0,84 \text{ кВт}$$

Сила різання P_z , Н, розраховується за формулою:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^g \cdot n^w} \cdot K_{mm} \text{ Н} \quad (1.68)$$

де: $C_p = 261$; $x = 0,9$; $y = 0,8$; $u = 1,1$; $g = 1,1$; $w = 0,1$ [стор. 291 таб41]

n - число обертів інструменту в хвилину.

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 3,9^{0,9} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 7^{1,1} \cdot 6}{16^{1,1} \cdot 900^{0,1}} \cdot 1 = 1145,3$$

$N_{рез} = 0,84 \text{ кВт} < N_{ст} = 1,5 \text{ кВт}$.

Визначаємо основний час на обробку за формулою (1.53):

$$t_{01} = \frac{44}{900 \cdot 0,06 \cdot 6} \cdot 1 = 0,14 \text{ хв.}$$

Технічне нормування

Штучний час розраховується за формулою (1.54):

Оперативне час розраховується за формулою (1.55):

Розрахунок допоміжного часу на операцію по формулі (1.56)

$$t_{\text{уст}} = 0,39 \text{ хв по [9, карта 59, стор 426];}$$

$$t_{\text{пер}} = 0,09 + 0,06 + 0,18 = 0,36 \text{ хв по [9, карта 64, стор 440];}$$

$$t_{\text{контр.}} = 0,16 \text{ хв по [9, карта 67, стор 446]}$$

$$t_{\text{в}} = 0,39 + 0,36 + 0,16 = 0,91 \text{ хв}$$

$$t_{\text{оп}} = 0,14 + 0,91 = 1,05 \text{ хв}$$

$$t_{\text{обсл.}} + t_{\text{отд}} = (4,5\% + 4\%) \cdot t_{\text{оп}} = 8,5 \cdot 1,05 / 100 = 0,09 \text{ хв}$$

$$t_{\text{шт}} = 1,05 + 0,09 = 1,14 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$t_{\text{п.з.}} = 16 + 2 + 3 + 7 = 28 \text{ хв по [9, карта 56, стор 22]}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою (1.59):

$$T_{\text{шт-к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з.}}}{n}$$

$$T_{\text{шт-к}} = 1,14 + \frac{28}{40} = 1,84 \text{ хв}$$

Режими обробки всіх операцій технологічного процесу виготовлення втулки перехідною зведені в таблицю 1.14.

Норми часу на виконання всіх операцій технологічного процесу виготовлення втулки перехідною зведені в таблицю 1.15.

Таблиця 1.14 - Режими обробки всіх операцій технологічного процесу виготовлення втулки перехідною

№ операції, переходу	глибина, t	Подача S, мм/об	Число обертів n, об/хв	Швидкість V, м/хв	Загальни й час t _о
1	2	3	4	5	6
010 Токарна с ЧПУ	1,61	0,5	300	96,2	0,37
	1,1	0,5	300	96,2	0,23

Продовження таблиці 1.14

015 Токарна с ЧПУ	1,61	0,5	300	96,2	037
	1,1	0,5	300	96,2	0,23
020 Свердлильна с ЧПУ	3,55	0,12	300	6,59	0,82
	1	0,4	250	7,1	0,14
	4	0,12	300	7,54	0,97
025 Токарна с ЧПУ	4,13	0,2	500	82,75	0,48
	0,76	0,1	1500	116,65	0,21
	11,5	0,5	300	27,4	0,27
030 Токарна с ЧПУ	4,13	0,2	500	82,75	0,48
	0,76	0,1	1500	116,65	0,21
035 Токарна с ЧПУ	0,99	0,3	250	80,1	0,41
	0,55	0,3	250	80,1	0,68
040 Токарна с ЧПУ	0,55	0,3	250	80,1	0,41
	0,55	0,3	250	80,1	0,68
045 Фрезерна с ЧПУ	0,39	0,5	600	13,2	0,96
	0,7	0,2	900	22,6	1,1
050 Свердлильна с ЧПУ	3,1	0,12	300	5,6	0,55
055 Фрезерна	3,9	0,06	900	45,2	0,14
060 Свердлильна с ЧПУ	0,5	0,8	200	15,97	0,14
	0,5	0,8	200	15,97	0,14
065 Свердлильна с ЧПУ	3,1	0,12	300	5,6	0,55
	3,5	0,6	250	5,49	0,02
070 Свердлильна с ЧПУ	3,1	0,12	300	5,6	0,55
	2	0,14	250	3,14	1,75
	11,5	0,4	200	14,45	0,11
080 Токарна с ЧПУ	0,29	0,3	500	159,43	0,39
	0,42	0,3	500	159,43	0,37
085 Свердлильна с ЧПУ	0,25	0,8	200	16,1	0,28
	0,14	0,8	200	16,1	0,28
90 Різьбонарізна	—	1	460	0,09 0,07	0,15
095 Різьбонарізна	—	1	460	0,09 0,07	0,15

Таблиця 1.15 - Норми часу на виконання всіх операцій технологічного процесу виготовлення корпус нагнітає.

№ операції і модель станку	Загальне машинний час T_o , хв	Вспом. час T_v , хв	Опера- тивний час $T_{оп}$, хв	Час обслуж. $T_{обс}$, хв	Штучн. час $T_{шт}$, хв	Штучно- калькуляційн ий час $T_{шт-к}$, хв
1	2	3	4	5	6	7
010 Токарна с ЧПУ	0,6	0,98	1,58	0,14	1,72	2,47
015 Токарна с ЧПУ	0,6	0,98	1,58	0,14	1,72	2,72
020 Свердлильна с ЧПУ	3,86	4,74	8,6	0,69	9,29	10,04
025 Токарна с ЧПУ	0,96	1,86	2,82	0,25	3,07	4,07
030 Токарна с ЧПУ	0,72	1,76	1,48	0,22	2,7	3,45
035 Токарна с ЧПУ	1,09	1,09	2,18	0,1	2,28	2,91
040 Токарна с ЧПУ	1,09	1,09	2,18	0,1	2,28	2,91
045 Фрезерна с ЧПУ	2,06	1,41	3,47	0,42	3,89	4,89
050 Свердлильна с ЧПУ	1,1	3,82	4,92	0,39	5,31	6,06
055 Фрезерна	0,14	0,91	1,05	0,09	1,14	1,89
060 Свердлильна с ЧПУ	0,28	3,42	3,7	0,29	3,99	4,62

Продовження таблиці 1.15

065 Свердлильна с ЧПУ	1,14	3,61	4,75	0,38	5,13	5,88
070 Свердлильна с ЧПУ	2,96	3,77	6,73	0,54	7,27	8,15
080 Токарна с ЧПУ	0,76	1,09	1,85	0,17	2,02	2,65
085 Свердлильна с ЧПУ	0,56	3,58	4,14	0,33	4,47	5,1
090 Різьбонарізна	0,16	0,6	0,76	0,04	0,8	1,3
095 Різьбонарізна	0,16	0,6	0,76	0,04	0,8	1,3

2 КОНСТРУКТОРСЬКЕ ЧАСТИНА

2.1 Проектування технологічного оснащення

2.1.1 Опис конструкції і принципу роботи

Цангові пристосування складається з планшайби поз.1 до якої кріпиться втулка поз.2 (за допомогою штифта поз.10 і болтів поз.4) і цанги поз.3 в яку встановлюється деталь. Деталь затискається на зовнішній поверхні. Для закріплення деталі цангою використовується пневмоциліндр, шток якого працює в тягнучому напрямку.

2.1.2 Розрахунок похибок базування

На операції №035 обробка деталі проводиться на верстаті, налаштованому на розмір обробки. У цьому випадку з'являється поняття настроювальної бази, від якої проводиться настройка металорізального інструменту. Відхилення настроювальної і вимірювальної баз в процесі установки заготовки в пристосування буде однією зі складових загальної похибки обробки.

Похибка базування для даного пристосування дорівнює нулю, так як, цанга є трикулачні пристосуванням.

2.1.3 Схема установки. Розрахунок необхідного зусилля закріплення. вибір приводу

Вихідними даними для визначення сили затиску є:

- операційний ескіз установки заготовки в пристосуванні
- чисельні значення сили і моменту різання.

Осьова сила Q, необхідна для затягування цанги, що забезпечує силу затиску P₂ визначається за формулою:

$$Q=(P_1+P_2) \cdot \operatorname{tg}(\alpha+\varphi) \quad (2.1)$$

$$P_1=0,375 \cdot \frac{E \cdot D^3 \cdot S \cdot f \cdot z}{l^3} \cdot \left(0,0174 \cdot \frac{\alpha_1}{2} + \sin \alpha_1 \cdot \cos \alpha_1 - 229,88 \frac{\sin^2 \alpha_1}{\alpha_1}\right) \quad (2.2)$$

де P₁ - сила стискає пелюстки цанги до їх зіткнення з поверхнею заготовки.

P₂ - сила затиску заготовки пелюстками цанги;

α - половина кута конуса цанги;
 φ - кут тертя, $\varphi = \arctg \cdot f_1$;
 f_1 - коефіцієнт тертя конусної поверхні;
 l - відстань від площини зачепила пелюстки цанги до середини затискають конуса цанги;
 f - стріла прогину пелюстки;
 z - число пелюсток цанги.

$$P_2 = \frac{1}{f} \cdot \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + q^2 \cdot K} \quad (2.3)$$

де $M = P_z \cdot r_1$ - момент різання;
 r_1 - відстань від осі до точки прикладання сили різання;
 r - радіус заготовки на ділянці затиску;
 P_z - сила різання, яка прагне повернути заготовку щодо цанги;
 q - складова частина зусилля, прикладеного при різанні, зсувна заготовку уздовж осі;
 $K = 1,5$ - коефіцієнт запасу.

$$P_2 = \frac{1}{0,15} \cdot \sqrt{\frac{(77,58 \cdot 50,75)^2}{50,75^2} + 1,1 \cdot 1,5} = 517,3 \text{ Н}$$

$$P_1 = 0,375 \cdot \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 0,1105^3 \cdot 0,004 \cdot 0,0005 \cdot 4}{0,044^3} \cdot \left(0,0174 \cdot \frac{90}{2} + \sin 90^\circ - 229,88 \frac{\sin^2 90}{90}\right) = 78,29 \text{ Н}$$

$$Q = (517,3 + 78,29) \cdot \operatorname{tg}(7^\circ 30' + 8^\circ 30') = 170,78 \text{ Н}$$

В даному пристосуванні як затискного пристрою використовується обертовий пневмоциліндр, який встановлюється на задньому кінці шпинделя верстата і обертається разом з ним.

Переваги пневмоциліндрів:

- швидкість дії (0,5 ... 1,2 с);
- сталість зусилля затиску і можливість його регулювання;
- простота конструкції і експлуатації;
- незалежність працездатності від коливань температури навколишнього середовища.

Працездатність пневмоциліндра визначається правильністю вибору діаметра циліндра і штока. Діаметр циліндра знаходиться за формулою:

$$D^2 - d^2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \rho \cdot \eta} \quad (2.4)$$

де p - тиск стисненого повітря, $p = 0,5$ МПа

η - ККД, що враховує втрати в циліндрі, $\eta = 0,85$

$$D^2 - d^2 = 511,64$$

Вибираємо пневмоциліндр з наступними параметрами:

- діаметр циліндра 32 мм;
- діаметр штока 12 мм;

2.1.4 Розрахунок пристосування на точність

Методика розрахунку пристосувань на точність базується на тому, що сума похибок, що виникає в процесі обробки не повинна перевищувати величину допуску, встановленого на розмір обробки на операційному ескізі.

Скористаємося спрощеним виразом за визначенням допуску на виготовлення пристосування:

$$T_H \leq T_{обр.} - (\kappa_1 \cdot \varepsilon_6 + \varepsilon_3 + \kappa_2 \cdot \omega) \quad (2.5)$$

де κ_1 - коефіцієнт, що враховує, зменшення похибки базування внаслідок того, що інсталяційний елемент в пристосуванні замінюється нечасто, а дійсні базові розміри заготовки рідко дорівнюють граничним, $\kappa_1 = 0,8$;

κ_2 - коефіцієнт, що враховує, частку похибки обробки від загальної, спричиненої факторами, не залежними від конструкції пристосування, $\kappa_2 = 0,05$;

ω - середня економічна точність обробки, $= 0,02$.

$$T_H \leq 0,14 - (0,8 \cdot 0 + 0,090 + 0,5 \cdot 0,020) = 0,04 \text{ мм}$$

Приймаємо допуск на виконавчий розмір пристосування $+0,04$.

2.1.5 Розрахунок пристосування на міцність

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

Кожна деталь повинна мати певний запас міцності, який завжди повинен бути більшим за одиницю. Запас міцності враховує розкид

механічних властивостей матеріалів, призначених для відповідальних деталей.

У конструкції пневмоциліндра, що застосовується в даному пристосуванні, осьову навантаження відчують фланцеві з'єднання.

Умова міцності фланцевих болтів:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot P_{шт.}}{\pi \cdot d_1^2 \cdot z} \leq [\sigma_m] \quad (2.6)$$

де $P_{шт.}$ - сила на штоку, $P_{шт.} = 517,3$ Н;

z - число болтових з'єднань, $z = 3$;

$[\sigma_m] = 800$ МПа - допустиме напруження.

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 517,3}{3,14 \cdot 16^2 \cdot 4} = 64 \text{ МПа}$$

$\sigma_p = 64 \text{ МПа} \leq [\sigma_t] = 800 \text{ МПа}$ - умова міцності для фланцевих болтів виконується.

2.2 Конструювання фрезерного робочого пристосування

2.2.1 Опис конструкції і принципу роботи

Фрезерне робоче пристосування складається з плити поз. 3, на яку встановлюється деталь. За допомогою штифтів поз 25 і поз 24 деталь фіксується від проворота під час обробки. При надходженні стиснутого повітря в робочу порожнину пневмоциліндра шток поз 6 переміщається вниз і тягне планку поз 9 і через систему важелів відбувається закріплення деталі.

2.3 Контрольне пристосування

2.3.1 Розрахунок такту випуску

- інтервал часу, через який періодично проводиться випуск виробів певного найменування, типорозміру і виконання.

Величина такту випуску визначається за формулою:

$$\zeta = \frac{60 \cdot F_d \cdot m \cdot k_u}{N}, \quad (2.7)$$

де F_d дійсний річний число годин роботи одного верстата в одну зміну;
 m -число робочих змін; $F_d \cdot m = 4000$ ч

k_n -коефіцієнт використання ефективного часу, $k_n = 0.95$

N -річна програма випуску, $N = 2000$ шт.

$$\zeta = \frac{60 \cdot 4000 \cdot 0.95}{2000} = 114 \text{ мин/шт.}$$

Так як такт випуску деталей дорівнює 114, отже тип виробництва серійний і при контролі 100% деталі необхідно спроектувати спеціальне контрольне пристосування.

2.3.2 Вибір схеми базування

Деталь встановлюється на контрольній плиті. Зверху на деталь ставиться контрольне пристосування для виміру перпендикулярності (пристосування відрегульовано по еталонній деталі). При такому положенні сила гравітації буде притискати опорну плиту пристосування до деталі.

Такий вид контролю забезпечує компактність пристосування. Досягається зручність установки деталі на вимірювальну позицію. Забезпечується найкоротший шлях проходження сигналу від точки вимірювання до шкали, що є запорукою простоти і точності. Досягається вертикальне розташування вимірювального індикатора, що створює найбільш сприятливі умови в сенсі надійності експлуатації.

У процесі контролю виникають інструментальні похибки пов'язані з конструкцією пристосування (об'єктивні), так і помилки особистого характеру (суб'єктивні), в слідстві втоми контролера. Сума цих помилок, що є похибкою вимірювання не повинна перевищувати 30% від контрольованого допуску.

Контроль буде здійснюватися контактним способом. Для забезпечення точкового контакту приймаємо наконечник сферичної форми при радіусі сфери не менше 5мм.

Визначимо похибка положення контрольованої деталі в пристосуванні за формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2} \quad (2.8)$$

де ε_6 - похибка базування, $\varepsilon_6 = 5$;

ε_3 - похибка закріплення. Оскільки вимірювання проводиться без закріплення, $\varepsilon_3 = 0$.

$\varepsilon = 5$ мкм.

2.3.3 Вибір засобів вимірювання

Контрольно-вимірювальне пристосування призначене для отримання інформації про фактичному значенні параметрів виробів в заданих одиницях виміру.

Дане пристосування призначене для виміру перпендикулярності отвори щодо торця. Вимірювання проводиться контрольним пристроєм, яке складається з плити поз 1, яка встановлюється на деталь. Вимірювання биття здійснюється за допомогою індикаторних годин, які закріплені на штанзі. Індикаторні годинник моделі ІЧ-10 мають шкальної пристрій (відліковий), яке забезпечує достатню точність відліку без надмірного напруження зору.

$\Delta_{\text{ин}} = 0.002\text{мм}$, $c = 0.001\text{мм}$, $P_{\text{yc}} = 2\text{Н}$

Габаритні розміри індикатора: $Ш * b = 56 * 24$, маса - 0.2кг.

Вимірювання деталі проводиться безпосередньо на контрольній плиті, без закріплення деталі. Обертання деталі проводиться зусиллям самого контролера (вручну).

2.3.4 Визначення сумарної похибки вимірювання

Розрахунок сумарної похибки контрольно-вимірювального пристосування здійснюється за формулою:

$$\varepsilon_{\text{КІП}} = \varepsilon + \Delta_{\text{Р}} + \Delta_{\text{ин}} + \Delta_{\text{т}} + \Delta_{\text{ус}}, \quad (2.9)$$

де ε - похибка положення контрольованої деталі в пристосуванні. Вона визначається за формулою (9.8). $\varepsilon = 5$.

$\Delta_{\text{р}}$ - це похибка передавального пристрою $\Delta = 4$.

$\Delta_{\text{ин}}$ - похибка обраного засоби вимірювання, $\Delta = 2$ мкм.

$\Delta_{\text{т}}$ - похибка, викликана зміною температури навколишнього середовища

Δ_{yc} -похибка, що викликається вимірювальним зусиллям за рахунок контактної деформації. Визначимо фактичну похибку за формулою Герца

$$\Delta_t = \ell \alpha (t_1 - t_2), \quad (2.10)$$

де ℓ -розмір вимірюваного об'єкта, $\ell = 101,5$ мм;

α -коефіцієнт лінійного розширення. Для алюмінієвого сплаву АЛ5

$\alpha = 11.3 \cdot 10^{-6}$ 1/град.

Можливий перепад температури - 10 °.

У такому випадку за формулою (9.10):

$$\Delta_t = 101,5 \cdot 11.3 \cdot 10^{-6} \cdot 10 = 0.011 \text{ мм} = 11 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{yc} = 0.43 \cdot K \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{yc}^2}{r}}, \quad (2.11)$$

де P_{yc} - вимірювальне зусилля, $P_{yc} = 2$ Н;

r - радіус вимірювального наконечника, $r = 5$ мм;

K -коефіцієнт, що залежить від матеріалу при наконечнику з твердого сплаву, $K = 0.81$.

Тоді за формулою (2.11):

$$\Delta_{yc} = 0.43 \cdot 0.81 \cdot \sqrt[3]{\frac{2^2}{5}} = 0.348 \cdot \sqrt[3]{0.8} = 0.32 \text{ мкм}.$$

Підставивши знайдені значення елементарних похибок в формулу (2.10), отримаємо:

$$\varepsilon_{\text{КІП}} = 5 + 4 + 2 + 11 + 0,32 = 22,32 \text{ мкм}.$$

Зіставивши фактичну сумарну похибка ε з допустимою

$|\delta_{\text{изм}}| = 80 \cdot 30\% = 24$ мкм, робимо висновок про те, що необхідна умова точності дотримується:

$$\varepsilon_{\text{КІП}} = 22,32 < 24 = |\delta_{\text{изм}}|$$

3 ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЯНКИ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСІВ НАСОСІВ

3.1 Вихідні дані

Вихідними даними для проектування виробничої ділянки є технологічний процес виготовлення деталей; перелік обладнання, на якому виконується даний технологічний процес; трудомісткість виготовлення деталей на кожній операції і річна програма випуску всіх деталей, оброблюваних на даному обладнанні.

На проектованій ділянці будуть виготовлятися п'ять деталей:

- 1 - корпус нагнітає насоса, $N = 2000$ шт.;
- 2 - корпус відкачує насоса, $N = 3000$ шт.;
- 3 - корпус паливного насоса, $N = 5000$ шт.;
- 4 - кільце лабіринтове, $N = 2400$ шт.;
- 5 - корпус, $N = 4600$ шт.
- 6 - втулка запобіжна, $N = 3200$ шт.
- 7 - кільце, $N = 2500$ шт.
- 8 - втулка перехідна, $N = 3200$ шт.
- 9 - втулка запобіжна, $N = 5000$ шт.

Тип виробництва - серійне, з змінно-потокковою формою організації виробництва.

Вихідні дані представлені в таблиці 3.1.

3.2 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання

Для змінно-потоккових ліній кількість верстатів для кожної операції розраховується за формулою:

$$C_{pi} = \frac{\sum t_{шт-ки} \cdot N_i}{\Phi_d \cdot 60} \quad (3.1)$$

де $t_{шт-к}$ - штучно-калькуляційний час, хв;

N_i - річна програма випуску i -ої деталі;

Φ_d - річний фонд роботи верстата в одну зміну, $\Phi_d = 4000$ годину;

Розрахунок розглянемо на прикладі операції 010.

$$C_{pi} = \frac{2,68 \cdot 2000 + 11,2 \cdot 3000 + 10,6 \cdot 2400 + 8,6 \cdot 4600 + 11,3 \cdot 3200 + 9,6 \cdot 2500 + 3,2 \cdot 3200}{4000 \cdot 60} = 0,72$$

Приймаємо кількість верстатів 16K20Ф3 на даній операції $S_n = 1$.

Коефіцієнт завантаження верстатів визначається за формулою:

$$K_{zi} = \frac{C_{pi}}{C_{ni}} \quad (3.2)$$

$$K_{zi} = \frac{0,72}{1} = 0,72$$

Отримані результати розрахунку заносимо в таблицю 3.1.

Аналогічно розраховуємо кількість верстатів і на інші операції.

Середній коефіцієнт завантаження на ділянці:

$$K_{zcp} = \frac{\sum C_{pi}}{\sum C_{ni}} \quad (3.3)$$

$$K_{zcp} = \frac{13,57}{17} = 0,8$$

3.3 Розрахунок чисельності основних робітників. Циклограма многостаночной роботи

Чисельність основних виробничих робітників - верстатників визначають за трудомісткістю механічних робіт.

У серійному виробництві чисельність робітників визначається шляхом аналізу структури штучного часу і побудови циклограми багатостаночного обслуговування.

Кількість верстатів, які може обслужити один робітник в попередньо прийнятої зоні обслуговування:

$$m_s = \frac{t_{он.МАХ}}{t_{обсл.} + t_{пер.}} \quad (3.3)$$

де $t_{оп.МАХ}$ - максимальне оперативне час на верстатах, намічених до об'єднання в зону обслуговування;

$t_{обсл.}$ - час обслуговування робочим верстата - час, що витрачається робітником на установку, закріплення і зняття заготовки, управління верстатом, контроль якості обробки і інші ручні і машинно-ручні прийоми;

$t_{пер.}$ - час, що витрачається на перехід від верстата до верстата,

$t_{пер.} = 0,2 \cdot \text{кількість верстатів.}$

Число операторів в зоні обслуговування:

$$R_y = \frac{S_y}{m_{sy}} \quad (3.5)$$

де y - номер зони обслуговування.

Розраховуємо змінний обсяг випуску деталей по формулі:

$$q_{см.} = \frac{f_{см.}}{(t_{шт-к.} / C_{пр.})_{max}} \quad (3.6)$$

де $f_{см.}$ - тривалість робочої зміни, $f_{см.} = 480$ хв;

$(t_{шт-к.}/C_{пр.})_{max}$ - найбільша питома трудомісткість операцій технологічного процесу.

$$q_{см.} = \frac{480}{9,98/1} = 48 \text{ дет/смену}$$

Результати розрахунку необхідної кількості обладнання для виконання операцій технологічного процесу і коефіцієнт його завантаження, які отримані в пункті 3.2 заносимо в таблицю 3.1. Графік завантаження верстатів показаний на аркуші ГКІЮ 713004.035

Таблиця 3.1 - Вихідні дані і результати розрахунків.

Номер деталі, год прогр. вип, шт.	Номер операції для основної операції																
	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055	060	065	070	080	085	090	095
	16K20Ф3	16K20Ф3	2P135Ф2-1	16Б16Т1	16Б16Т1	16K20Ф3	16K20Ф3	6P13Ф3	2P135Ф2-1	6Т104	2P135Ф2-1	2P135Ф2-1	2P135Ф2-1	16K20Ф3	2E440A	5991П	5991П
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Верстатомісткість (штучно-калькуляційний час), хв.																
1N=2000	2,68	2,68	9,98	4,03	3,39	2,86	2,86	4,8	6,0	1,84	4,63	5,9	8,1	2,6	5,11	1,3	1,3
2N=3000	11,2	6,3	—	—	13,3	17,8	8,3	4,7	10,0	3,7	9,5	16,6	—	7,5	3,5	7,3	—
3N=5000	—	15,7	5,2	7,1	4,3	4,7	8,8	7,4	—	8,6	—	7,1	3,2	6,3	8,6	—	7,7
4N=2400	10,6	—	—	20,7	10,8	7,3	9,5	6,3	8,3	13,3	14,3	12,9	—	8,3	12	14,8	8,2
5N=4600	8,6	8,3	9,8	7,4	9,8	—	—	15,8	17,8	7,8	13,8	8,3	15,7	4,9	—	17,3	9,7
6N=3200	11,3	4	3,8	8	2,7	7,5	6,6	1,6	3,1	2,7	—	—	3,7	9,8	4,4	7,4	3,6
7N=2500	9,6	7,8	6,6	—	—	3,2	8,8	7,9	9,3	11,7	15,7	7,3	17,0	—	8,3	5,9	16,8
8N=3200	3,2	8	2,6	4	3,3	8,3	7,1	1,4	2,6	2,5	—	—	4,5	8,5	4,8	6,3	3,7
9N=5000	—	10,0	7,1	3,4	4	8,8	4,7	3,7	—	11,2	—	6,4	5,1	6,5	7,2	—	11,5

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	174360	198840	163520	184060	178380	202700	186760	196350	185290	227470	174810	216490	198660	192720	178710	198190	228260
S_{pi}	0,72	0,82	0,68	0,76	0,74	0,84	0,77	0,81	0,76	0,94	0,72	0,9	0,82	0,79	0,74	0,82	0,94
S_{ni}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K_{zi}	0,72	0,82	0,68	0,76	0,74	0,84	0,77	0,81	0,76	0,94	0,72	0,9	0,82	0,79	0,74	0,82	0,94

Попередньо формуємо зони обслуговування: -

I, II, III-токарна,

IV- фрезерно-свердлильна,

V, VI - свердлильна,

VII - різьбонарізна.

Проводимо розрахунок для сформованих зон обслуговування: для I, II - докладний. Результати всіх розраховуються зон наведені в таблиці 3.2.

I зона. Розраховуємо кількість верстатів, які може обслужити один оператор, орієнтуючись при цьому на операцію з максимальною тривалістю (операція 010) за формулою (3.3):

$$m_s = \frac{1,58}{0,53 + 0,2} = 2,16$$

Тобто один оператор може обслужити верстат по виконанню операції 010, а в решту часу він може обслужити такий же верстат 16K20Ф3 (операція 015) і у нього буде ще вільний час:

$$1,58 - (0,53 + 0,2) - (0,53 + 0,2) = 0,12$$

Коефіцієнт завантаження верстата на операції 15 становить 0,82. Визначимо вільний час оператора з урахуванням завантаження верстата:

$$\Delta t_{on15} = \frac{1,58}{0,82} - (0,53 + 0,2) - (0,53 + 0,2) = 0,46 \text{ мин}$$

Для обслуговування І зони приймаємо $RI = 1$ оператор.
Верстатомісткість зони:

$$t_{um-кI} = t_{um-к 010} + t_{um-к 015} = 2,68 + 2,68 = 5,36 \text{ хв}$$

Трудомісткість визначаємо за формулою:

$$t = f_{cm} \cdot R / q_{cm} \quad (3.7)$$

$$t_f = \frac{480 \cdot 1}{48} = 10 \text{ мин}$$

Коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування визначаємо за формулою:

$$K_M = t_{um-к} / t \quad (3.8)$$

$$K_M = 5,36 / 10 = 0,536$$

Трудомісткість операцій в І зоні обслуговування визначаємо пропорційно обслуговування верстата оператором:

$$t_{015} = \frac{t_1}{\sum t_{PABi}} \cdot t_{PAB010} = \frac{10}{0,53 + 0,53} \cdot 0,53 = 5 \text{ мин}$$

$$t_{010} = 5 \text{ хв}$$

$$t_{015} = 5 \text{ хв}$$

Отримані результати розрахунків заносимо в таблицю 3.2.

II зона. Розраховуємо кількість верстатів, які може обслужити один оператор, орієнтуючись при цьому на операцію з максимальною тривалістю (операція 010) за формулою (3.3):

$$m_s = \frac{2,48}{1,02 + 0,2} = 2,03$$

Тобто один оператор може обслужити верстат по виконанню операції 025, а в решту часу він може обслужити такий же верстат 1Б16Т1 (операція 030) і у нього буде ще вільний час:

$$2,48 - (1,02 + 0,2) - (1,02 + 0,2) = 2,03$$

Коефіцієнт завантаження верстата на операції 25 становить 0,76.
Визначимо вільний час оператора з урахуванням завантаження верстата:

$$\Delta t_{оп15} = \frac{2,48}{0,76} - (1,02 + 0,2) - (1,02 + 0,2) = 0,82 \text{ мин}$$

Для обслуговування I зони приймаємо $RП = 1$ оператор.
Верстатомісткість зони:

$$t_{шт-кП} = t_{шт-к 025} + t_{шт-к 030} = 4,03 + 3,39 = 7,42 \text{ хв}$$

Трудомісткість визначаємо за формулою:

$$t = f_{cm} \cdot R / q_{cm} \quad (3.9)$$

$$t_f = \frac{480 \cdot 1}{48} = 10 \text{ мин}$$

Коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування визначаємо за формулою:

$$K_M = t_{шт-к} / t \quad (3.10)$$

$$K_M = 7,42 / 10 = 0,742$$

Трудомісткість операцій в I зоні обслуговування визначаємо пропорційно обслуговування верстата оператором:

$$t_{025} = \frac{t_1}{\sum t_{РАБi}} \cdot t_{РАБ030} = \frac{10}{1,02 + 1,02} \cdot 1,02 = 5 \text{ мин}$$

$$t_{025} = 5 \text{ хв}$$

$$t_{030} = 5 \text{ хв}$$

Отримані результати розрахунків заносимо в таблицю 3.2.

Тобто всього для обслуговування всіх верстатів ділянки необхідно 10 осіб, коефіцієнт багатоверстатного обслуговування $k_m = 1,43$

Циклограму багатоверстатного обслуговування для зон I і II будуюмо в координатах номер верстата - час ($i-t$) і даємо структуру оперативного часу. Циклограма виконана на аркуші ГКІЮ 713004.035. На циклограмме графічно показана тривалість роботи верстата і оператора, що дає уявлення про те, як зайнятий оператор в межах розрахункового циклу, і яким чином він може обслуговувати кілька верстатів. Тривалість циклу роботи оператора визначають виходячи з тривалості обслуговування верстатів і часу на перехід від верстата до верстата.

Для 1-ої зони обслуговування тривалість циклу обслуговування (циклу роботи оператора) дорівнює:

$$T_{ц.о.1} = t_{раб.010} + t_{пер.015} + t_{раб.015} + t_{пер.015} = 0,3 + 0,2 + 0,53 + 0,2 = 1,46$$

Тривалість циклу обробки:

$$T_{ц.1} = t_{оп. max} = t_{оп. 010} = 1,58 \text{ хв}$$

Порівнюючи ці цикли для 1-ої зони, бачимо, що $T_{ц.о.1} = 1,46 \text{ хв} < T_{ц.1} = 1,58 \text{ хв}$, що прийнятно, бо не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони. Це важливо, тому що не викличе затримок в роботі наступної зони 2. Для зони 2 тривалість циклу обслуговування дорівнює:

$$T_{ц.о.2} = t_{раб.025} + t_{пер.025} + t_{раб.030} + t_{пер.030} = 1,02 + 0,2 + 1,02 + 0,2 = 2,44 \text{ хв.}$$

Тривалість циклу обробки:

$$T_{ц.1} = t_{оп. max} = t_{оп. 025} = 2,48 \text{ хв.}$$

Таким чином, $T_{ц.о.2} = 2,44 \text{ хв} < T_{ц.1} = 2,48 \text{ хв}$, що прийнятно, бо не буде затримок в обслуговуванні верстатів цієї зони.

Таблиця 3.2 - Результати розрахунків зон багатостанкового обслуговування

Номер операції		Складові часу обробки для операцій, хв				Кільк. станків		Коеф. загр. K_z	Норма обслуговування m_s	Номер зони обсл. у	Кількість операторів в зоні R_y	Станко-ємк зони $t_{шт-к. мин}$	Трудо-ємність зони $t_y мин$	Трудо-ємк. операц $t_i мин$	Коеф. Много-станочного обслуг $K_{му}$
		$t_{оп.}$	$t_{м.о.}$	$t_{раб.}$	$t_{пер.}$	S_p	$S_{пр.}$								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	010	1,58	1,05	0,53	0,2	0,72	1	0,72	2,16	I	1	5,36	10	5	0,536
2	015	1,58	1,05	0,53	0,2	0,82	1	0,82						5	
3	025	2,82	1,8	1,02	0,2	0,76	1	0,76	2,03	II	1	7,42	10	5	0,742
4	030	2,48	1,46	1,02	0,2	0,74	1	0,74						5	

3.4 Планування технологічного обладнання і робочих місць.

Готуємо вихідну інформацію для планування змінно-потоккової лінії у вигляді таблиці 3.3. і доповнюємо інформацію, якої бракує - габаритні розміри і готуємо плани темплети по довідковій літературі.

Верстати будемо мати у своєму розпорядженні в порядку виконання операцій техпроцесу виготовлення деталі.

Вибираємо сітку колон - 24x12 м.

На форматі в масштабі 1:100 наносимо сітку колон - один проліт типовий секції виробничих будівель, вказавши номери колон і відстані між ними - крок колон і ширину прольоту.

Змінно-потоккова лінія обробки деталей має ширину $b = 6$, $a = 51$, не включаючи ширину магістральних проїздів і допоміжної площі.

Виробнича площа ділянки дорівнює

$$S_{уч.} = a \cdot b = 51 \cdot 6 = 306 \text{ м}^2$$

Питома площа на один верстат розраховується за формулою:

$$F_{yd.} = \frac{S_{уч}}{\sum C_{п}} \quad (3.11)$$

де $C_{п}$ - прийняте кількість устаткування, $C_{п} = 17$

$$F_{yd.} = \frac{306}{17} = 18 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.3 - Специфікація технологічного обладнання лінії обробки даних деталей.

№ операції	№ п/п	Найменування технологіч. обладнання	Модель	Габарити	S _{пр.}	Зона обслуг.	R _y	Потужність N,кВт.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	1	Токарний с ЧПУ	16K20Ф3	3360x1710	1	I	1	10
015	1	Токарний с ЧПУ	16K20Ф3	3360x1710	1	I		10
020	2	Свердильний с ЧПУ	2P135Ф2-1	1800x21700	1		1	3,7
025	3	Токарний с ЧПУ	16Б16Т1	2920x1035	1	II	1	7,1
030	3	Токарний с ЧПУ	16Б16Т1	2920x1035	1			7.1
035	1	Токарний с ЧПУ	16K20Ф3	3360x1710	1	III	1	10
040	1	Токарний с ЧПУ	16K20Ф3	3360x1710	1			10
045	4	Фрезерний с ЧПУ	6P13Ф3	3425x3200	1	IV	1	7,5
050	2	Свердильний с ЧПУ	2P135Ф2-1	1800x21700	1			3,7
055	5	Фрезерний	6Т104	1250x1205	1		1	2,2
060	2	Свердильний с ЧПУ	2P135Ф2-1	1800x21700	1	V	1	3,7
065	2	Свердильний с ЧПУ	2P135Ф2-1	1800x21700	1			3,7
070	2	Свердильний с ЧПУ	2P135Ф2-1	1800x21700	1	VI	1	3,7
080	1	Токарний с ЧПУ	16K20Ф3	3360x1710	1		1	10
085	6	Свердильний с ЧПУ	2E440A	2440x2195	1	VI		3,9

Продовження таблиці 3.3

090	7	Різьбонарізний полуавтомат	5991П	2200x1425	1	VII	1	3,7
095	7	Різьбонарізний полуавтомат	5991П	2200x1425	1			3,7

3.5 Основні техніко-економічні показники ділянки

Кількість верстатів, шт.	17
Чисельність робітників, чол	10
Основна площа ділянки, м ²	306
Сітка колон, м	24x12
Питома площа на один верстат, м ²	18
Коефіцієнт завантаження обладнання	0,8

3.6 Проектування механічного цеху

3.6.1 Исходні дані

Вихідними даними при проектуванні механічного цеху є:

- річна програма випуску, $N = 30900$ шт .;
- маса деталі 0.56 кг;
- структура цеху - цех включає 4 ділянки механічної обробки;
- верстатомісткість I ділянки цеху $T_{\text{мех}} = 54759$ верстато-годину;
- кількість верстатів в цеху 120 шт .;
- коефіцієнт завантаження устаткування $K_{\text{з.о.}} = 0,8$;
- коефіцієнт багатоверстатного обслуговування $K_{\text{м.о.}} = 1,43$

3.6.2 Укрупнений розрахунок основних показників виробничих ділянок

Кількість верстатів на I ділянці, який був детально спроектований в пункті 7, становить 17 верстатів. Виходячи із загальної кількості верстатів в цеху - 120 верстатів, визначимо кількість верстатів на інших ділянках:

II ділянку - $C_{\text{п}} = 35$ верстатів

III ділянку - $C_{\text{п}} = 33$ верстатів

IV ділянку - $C_{\text{п}} = 35$ верстатів

Визначимо верстатомісткість обробки деталей на ділянках, виходячи з питомої станкостроємності I ділянки:

II ділянку: $T_{\text{мех II}} = \text{верстато-годину}$

III ділянку: $T_{\text{мех III}} = \text{верстато-годину}$

IV ділянку: $T_{\text{мех IV}} = \text{верстато-годину}$

Тоді загальна верстатомісткість механічної обробки в цеху:

$T_{\text{мех Ц}} = 54759 + 112740 + 106298 + 112740 = 386537 \text{ верстато-годину}$

Загальну чисельність робітників верстатників в цеху знайдемо, виходячи із загальної станкоємкості механічної обробки по формулі:

$$R_{\text{очн}} = \frac{T_{\text{мехЦ}}}{F_{\text{эф.}} \cdot K_{\text{в.н.}} \cdot K_{\text{м.о.}}} \quad (3.12)$$

де $F_{\text{эф.}}$ - ефективний фонд часу робочого, $F_{\text{эф.}} = 1860 \text{ год.}$;

$K_{\text{в.н.}}$ - середній коефіцієнт виконання норм виробітку, $K_{\text{в.н.}} = 1,05$.

$$R_{\text{очн}} = \frac{386537}{1860 \cdot 1,05 \cdot 1,43} = 138,4 \text{ чол}$$

Приймаємо $R_{\text{очн.}} = 139 \text{ осіб.}$

Виробнича площа цеху знайдемо за формулою:

$$S_{\text{пр.}} = F_{\text{уд.}} \cdot \sum C_{\text{п}} \quad (3.13)$$

де $F_{\text{уд.}}$ - питома виробнича площа на один верстат.

$F_{\text{уд}} = 18 \text{ м}^2 / \text{верстат}$

$$S_{\text{пр.}} = 18 \cdot 120 = 2160 \text{ м}^2$$

3.6.3 Основні техніко-економічні показники цеху

Кількість верстатів в цеху, шт.	120
Чисельність основних робітників, чол	139
Основна площа цеху, м2	2160
Відсоток допоміжних площ, %	10
Відсоток проходів, проїздів, %	10
Питома площа на верстат, м2 / верстат	18
Коефіцієнт завантаження верстатів	0.8

4 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Удосконалення операцій технологічного процесу за рахунок використання електроерозійної обробки при виготовленні корпусних деталей.

4.1 Загальна характеристика процесу електроерозійної обробки

Типовий технологічний процес ЕЕО на копіювально-прошивальних верстатах полягає в наступному:

1. Заготівлю фіксують і жорстко кріплять на столі верстата або в пристосуванні. Важкі установки (вагою вище 100 кг) встановлюють без кріплення. Встановлюють і кріплять в електротримач електрода-інструмента (Е-І). Положення ЕІ щодо оброблюваної заготовки вивіряють за установочними ризиків за допомогою мікроскопа або з базових штифтам. Потім ванну склянки піднімають і заповнюють робочою рідиною (РЖ) вище поверхні оброблюваної заготовки.

2. Встановлюють необхідний електричний режим обробки на генераторі імпульсів, налаштовують глибоміметр і регулятор подачі. У випадку необхідності включають вібратор і підкачування РЖ.

3. З метою підвищення продуктивності і забезпечення заданої шорсткості поверхні обробку проводять в три переходи: попередній режим - чорновим (Е-І) і остаточний - чистовим й доводочні.

4.2 Сутність електроерозійної обробки

Руйнування поверхневих шарів матеріалу під впливом зовнішнього впливу електричних розрядів називається електричної ерозією. Електроерозійна обробка полягає у зміні форми, розмірів, шорсткості і властивостей поверхні заготовки під впливом електричних розрядів у результаті електричної ерозії.

На явищі ерозії заснований принцип електроерозійної обробки (ЕЕО). При електроерозійної обробки використовують явище ерозії (руйнування) електродів з струмопровідних матеріалів при пропущенні між ними імпульсів електричного струму. Заготівлю та інструмент, виготовлені з струмопровідних матеріалів, підключають до джерела струму - генератора імпульсів (ГІ) і поміщають в діелектричну рідину.

При зближенні електрода - інструменту (ЕІ) і електрода - заготовки (ЕЗ) на відстань у кілька мікрометрів (10 ... 50 мкм) між мікровиступів на Е-І і Е-З виникає Електричний розряд і утворюється канал провідності, в якому від катода до аноду рухається потік електронів.

До цього потоку рухаються більш важкі частинки - іони. Електрони швидше досягають поверхні анода. Тому енергія електричного розряду зміщується ближче до поверхні заготовки (ЕЗ). Температура електричного розряду досягає 10000 ... 12000 ° С. При такій температурі відбуваються миттєве оплавлення і часткове випаровування елементарного об'єму матеріалу заготовки. При цьому час протікання розряду надзвичайно мало. Тому процес виділення енергії супроводжується явищем мікровибухи. За рахунок цього оплавився частки металу викидаються в навколишнє середовище, охолоджуються діелектричної рідиною і застигають у вигляді малих кульок (0,01 ... 0,005 мм), утворюючи шлам - продукт ерозії. У результаті на поверхні анода утворюється сферичне поглиблення - лунка. Поверхня катода також піддається частковому ерозійного руйнування.

Наступний розряд відбудеться в тому місці, де відстань між інструментом і заготівлею виявиться мінімальним. Так утворюється другий лунка на поверхні заготовки. При впливі серії електричних імпульсів з анода видаляється шар матеріалу. Безперервність процесу забезпечується за рахунок подачі ЕІ. Сталість міжелектродного зазору забезпечується автоматично за допомогою систем, що стежать.

Оброблена поверхня являє собою сукупність лунок, глибина яких визначає шорсткість поверхні.

Крім шорсткості оброблена поверхня характеризується наступними показниками:

- Внаслідок миттєвого нагріву поверхні заготовки до температури плавлення металу і різкого охолодження в середовищі діелектричної рідини виникають температурні напруги, що призводять до виникнення мікротріщин;

- За рахунок нагрівання до високих температур і можливого поглинання вуглецю з навколишнього середовища в поверхневому шарі відбуваються структурні зміни і, з урахуванням швидкого охолодження, твердість поверхневого шару значно підвищується в порівнянні з твердістю основного матеріалу сталеві заготовки;

- Під дією високої температури в зоні оплавлення основний матеріал вступає в хімічну реакцію з окремими елементами матеріалів електрода - інструменту і діелектричної рідини, що веде до зміни хімічного складу поверхневого шару.

При малій тривалості імпульсів (5 ... 200 мкс) поверхні катода встигає досягти лише мала частка іонів. Тому поверхню катода значно менше піддається ерозійного руйнування в порівнянні з поверхнею анода. Саме тому анодом роблять заготовку (ЕЗ), а катодом - інструмент (ЕЗ). Таку полярність називають прямою. При більшій тривалості імпульсів багато іони встигають досягти поверхні катода, і, володіючи більшою енергією в порівнянні з потоком електронів, викликають інтенсивну ерозію катода. У цьому випадку обробку здійснюють при зворотній полярності: ЕІ є анодом, а ЕЗ - катодом.

4.3 Робоче середовище

Робочі рідини (РЖ) повинні відповідати таким вимогам:

- Забезпечення високих технологічних показників ЕЕО;
- Термічна стабільність фізико-хімічних властивостей при впливі електричних розрядів з параметрами, що відповідають застосуванню при електроерозійної обробки;
- Низька корозійна активність до матеріалів ЕІ і оброблюваної заготовки;
- Висока температура спалаху і низька випаровуваність;
- Хороша фільтрівність;
- Відсутність запаху і низька токсичність.

При електроерозійної обробки застосування отримали низькомолекулярні углеводородістие рідини різної в'язкості, вода і в незначній мірі кремнійорганічні рідини, а також водні розчини двоатомних спиртів.

Для кожного виду ЕЕО застосовують робочі рідини, що забезпечують оптимальний режим обробки. На чорнових режимах рекомендується застосовувати робочі рідини з в'язкістю (суміш гас-масло індустріальне), а на чистових (гас, сировину вуглеводневу).

Вплив на продуктивність властивостей робочого середовища. У залежності від властивостей робочого середовища змінюються частка корисного використання енергії імпульсу, його гранична потужність. Для

кожного виду обробки застосовують оптимальні діелектричні середовища. Так, при електроерозійного процесу з малою енергією імпульсів високу продуктивність забезпечує дистильована і технічна вода, гас; при грубих режимах на електроімпульсній режимі застосовують важкі фракції нафти (масла, дизельні палива тощо) з високою температурою спалаху (до 450 K).

У процесі обробки рідка робоче середовище забруднюється, із-за чого знижується продуктивність. Забрудненість оцінюють у процентному відношенні маси продуктів обробки до маси рідини. При забрудненості 4 .. 5% для чорнових і 2 .. 3% для чистових процесів продуктивність залишається практично однаковою в порівнянні з чистим середовищем. Подальше зростання вмісту продуктів обробки, особливо на чистових режимах призводить до зниження числа робочих імпульсів і продуктивності.

У процесі охолодження частки металу викликають випаровування частини рідини, зміна її в'язкості і зольності. Для підтримки високої продуктивності необхідно періодично замінювати робочу середу.

Для підвищення продуктивності на оброблюваній площі може бути паралельно розміщено кілька електродів-інструментів. Якщо вони підключені до одного генератора імпульсів, то така обробка називається багатоелектродною. При підключенні кожного електрода до свого джерела енергії обробку називають багатоконтурною.

4.4 Електроди-інструменти

Електроди-інструменти (ЕІ) повинні забезпечувати стабільну роботу у всьому діапазоні робочих режимів ЕЕО і максимальну продуктивність при малому зносі. Електроди-інструменти повинен бути достатньо жорстким і протистояти різним умов механічної деформації (зусиллям прокачування РЖ) і температурних деформацій.

На поверхні ЕІ не повинно бути вм'ятин, тріщин, подряпин і розшарування.

Поверхня ЕІ повинна мати шорсткість.

При обробці вуглецевих, інструментальних сталей і жароміцних сплавів на нікелевій основі використовують графітові і мідні ЕІ. Для чорнової ЕЕО заготовок з цих матеріалів застосовуються ЕІ з алюмінієвих сплавів і чавуну, а при обробці отворів - ЕІ з латуні. При обробці твердих сплавів і тугоплавких матеріалів на основі вольфраму, молібдену і ряду

інших матеріалів широко застосовують ЕІ з композиційних матеріалів, так як при використанні графітових ЕІ не забезпечується висока продуктивність через низьку стабільності електроерозійного процесу, а ЕІ з міді мають великий знос, що досягає десятка відсотків, і високу вартість.

Знос ЕІ залежить від матеріалу, з якого він виготовлений, від параметрів робочого імпульсу, властивостей РЖ, площі оброблюваної поверхні, а також від наявності вібрації.

На вибір матеріалу і конструкції ЕІ істотний вплив роблять матеріал заготовки, площа оброблюваної поверхні, складність її форми, вимоги до точності і серійності виробу.

Якщо збільшувати площу оброблюваної поверхні, то швидкість знімання матеріалу металу буде зростати, але надалі відбудеться її зниження. Це пояснюється тим, що з плином часу погіршуються умови видалення продуктів обробки з МЕП. Все більше число імпульсів генератора не буде викликати ерозії через накопичення газів і металевих частинок у просторі між електродами. Кількість продуктів обробки залежить також від енергії імпульсів, їх числа і часу дії, тобто від потужності, що реалізується в МЕП. При малій потужності кількість розплавленого металу невелика, з зростанням потужності, що підводиться воно зростає, але при цьому збільшується і кількість продуктів обробки, які гальмують процес знімання металу. Для отримання високої продуктивності необхідно правильно вибрати поєднання площі оброблюваної поверхні та потужності. Такий вибір виконують за допомогою просторових діаграм в координатах сили струму - площа обробки - продуктивність.

Вплив продуктивності глибини впровадження ЕІ. У міру поглиблення отвори ускладнюється видалення продуктів обробки та надходження свіжої рідини в МЕП. Наявність великої кількості електропровідних крапель застиглого металу викликає імпульси, енергія яких витрачається на розплавлення таких частинок. Для запобігання таких (паразитних) імпульсів використовують примусову прокачування рідини через МЕП під тиском 100 .. 200 кПа. Прокачування можна застосовувати і при періодичному припинення процесу в виведенням ЕІ з заготовки; використовують також вібрацію електродів, їх обертання і ін

У процесі обробки форма і розміри електрода-інструмента порушуються через зношування. Знос на різних ділянках інструменту різний. Так, на ділянках інструменту, що мають увігнутість, число розрядів менше, отже, знос на них буде виражена слабше. Якщо врахувати умови

виносу продуктів обробки з проміжку, то відмінності в зносі різних ділянок ще більше зростуть. Щоб знизити вплив зносу електродів-інструментів на точність виготовлення, а) виготовляють інструмент з матеріалу, стійкого до ерозії, наприклад з вольфраму, меднографіта, коксографітових композицій; б) використовують так звані безизносні схеми, при яких частина матеріалу заготовки або з робочого середовища осаджують на інструменті, компенсуючи тим самим його знос; в) замінюють зношені ділянки інструменту шляхом поздовжнього переміщення, або замінюють весь інструмент; г) виробляють правку і калібрування робочої частини інструменту.

Перший у світі радянський електроерозійний (електроіскровий) верстат був призначений для видалення застряглого в деталі зламаного інструменту (1943). З тих пір в СРСР і за кордоном випущено велику кількість різноманітних за призначенням, продуктивності та конструкції верстатів. За призначенням (як і металорізальні верстати) розрізняють верстати універсальні, спеціалізовані і спеціальні, по необхідній точності обробки - загального призначення, підвищеної точності, прецизійні. Спільними для всіх верстатів вузлами є пристрій для кріплення і переміщення інструменту (заготовки), гідросистема, пристрій для автоматичного регулювання міжелектродного проміжку (між заготівлею та інструментом). Генератори відповідних імпульсів (іскрових або дугових) виготовляються, як правило, окремо і можуть працювати з різними верстатами. Основні відмінності пристроїв для переміщення інструменту (заготовки) в електроерозійних верстатах від таких у металорізальних верстатах - відсутність значних силових навантажень і наявність електричної ізоляції між електродами. Гідросистема складається з ванни з робочою рідиною (технічного масла, гас і т. п.), гідронасосу для прокачування рідини через міжелектродний проміжок і фільтрів для очищення рідини, що надходить у насос, від продуктів ерозії.

Компонування. Верстати для електроерозійної обробки на відміну від механообробних мають генератор імпульсів, систему очищення і подачі робочого середовища в зону обробки, засоби регулювання і управління процесом. Механічна частина, включає робочий стіл для встановлення та закріплення пристосувань і заготовки, ванну для робочої рідини, пристрій для закріплення ЕІ, механізми його переміщення, що стежать елементи систем регулювання й управління процесом. Механічна частина, включає робочий стіл для установки управління і закріплення

пристосувань і заготовки, ванну для робочої рідини, пристрій для закріплення ЕІ, механізми його переміщення, що стежать елементи системи регулювання і управління процесом. Генератор імпульсів може бути як вбудованим, так і виконаним у вигляді автономного блоку. Електро-шафа включає електричні вузли-пускаті, рубильники, запобіжники та ін Робоча рідина зберігається у ванні, яка комплектується насосом та пристроєм для очищення середовища від продуктів обробки.

При розрахунку і виборі генератора виходять із умови отримання форми та потужності імпульсу, необхідних для забезпечення необхідних технологічних показників процесу.

В даний час в електроерозійних верстатах використовують релаксаційні, машинні, магнітонасищення, лампові і напівпровідникові генератори.

Релаксаційним генераторами називають ті, у яких параметри імпульсу визначаються станом міжелектродного проміжку (МЄП).

RC генератори. При замиканні вмикача конденсатор через резистор заряджається від джерела живлення і напруга на конденсаторі, а отже і на МЄП підвищується. Коли напруга досягне пробивного для даного розміру МЄЗ, відбувається пробій проміжку і енергія, збережена в конденсаторі за час заряду, виділяється в МЄП. Напруга на конденсаторі падає, і розряд через МЄП припиняється. З цього моменту починається період деіонизації МЄП (відновлення його діелектричної міцності) і зарядка конденсатора. Час зарядки конденсатора, як відомо, визначається постійною часу. Для нормального перебігу процесу необхідно, щоб час зарядки було більше періоду деіонизації проміжку, інакше можливий перехід імпульсного розряду в дуговий. Необхідну співвідношення цих періодів досягають підбором опору резистора і ємності конденсатора. Чим вони більші, тим повільніше відбувається зарядка конденсатора. У міру знімання металу з заготовлі відстань між електродами зростає і досягає такого значення, при якому напруга на конденсаторі стає недостатнім для розряду. Якщо швидко зближувати електроди (швидше, ніж відбувається знімання матеріалу під дією ерозії), розряди будуть відбуватися при низькому напрузі, тобто мати малу енергію. І хоча частота проходження розрядів зростає, швидкість знімання металу знижується. При зовсім малих відстанях між електродами паузи між розрядами будуть недостатні для деіонизації проміжку.

У релаксаційних генераторах не вдається домогтися високої продуктивності процесу, тому що з ростом енергії імпульсу зростає час накопичення заряду і падає частота імпульсів.

У ламповому генераторі електронна лампа служить перемикаються приладом, керуючим імпульсами напруги. Тут параметри генератора не залежать від стану проміжку, і іскровий розряд не може перерости в дуговий. Отже, можна використовувати імпульси з високою частотою прямування, не піклуючись про деіонізації проміжку. Після подачі від задає генератора напруги на керуючу сітку лампи в ній з'являється анодний струм і на вторинній обмотці трансформатора збуджується імпульсна ЕРС. Під дією імпульсу напруги відбувається пробій МЕП. Період між імпульсами регулюється генератором, що задає. Для нормальної роботи лампового генератора потрібно прокачування робочої рідини.

Лампові генератори дозволяють підвищити частоту проходження імпульсів до 20 кГц, отримати імпульси малої тривалості. До недоліків лампових генераторів відносяться низький ККД, необхідність застосування джерел живлення з напругою до декількох тисяч вольт, необхідність примусового прокачування рідини через проміжок, обмеження енергії імпульсу.

Використання керованих напівпровідникових приладів дозволяє створити генератори з широким діапазоном режимів обробки, у яких частота проходження імпульсів не залежить від властивостей МЕП. Відомо 2 види генераторів цього типу: на основі інверторів, в яких керовані тиристори регулюють період зарядки та розряду конденсатора в релаксаційних генераторах, і широкодіапазонний генератори імпульсів.

У генераторі імпульсів зарядна і розрядна ланцюга розділені. Як струмообмежуючі елемента використана котушка індуктивності.

4.5 Різновиди електроерозійної обробки

У залежності від параметрів імпульсів і використовуваного обладнання ЕЕО підрозділяють на електроіскрову, електроімпульсну, високочастотну і електроконтактні.

4.6 Область застосування (ЕЕО)

Типові операції електроерозійної обробки. За технологічними ознаками встановлюються такі види ЕЕО:

1. Прошивання отворів: При ЕЕО прошивають отвори на глибину до 20 діаметрів з використанням стрижневого ЕІ і до 40 діаметрів - трубчастого ЕІ. Глибина прошиваемого отвору може бути значно збільшена, якщо обертати ЕІ, або оброблювану поверхню, або і те і інше з одночасною прокачуванням РЖ через ЕІ або з відсмоктуванням її із зони обробки. Швидкість електроерозійного прошивання (ЕЕПр) досягає 2-4 мм / хв.

2. Маркування: Маркування виконується нанесенням на виріб цифр, букв, фірмових знаків і ін. Електроерозійні маркування забезпечує високу якість, не викликає деформації металу і не створює зони концентрації внутрішньої напруги, що виникає при маркуванні ударними клеймами. Глибина нанесення знаків може коливатися в межах від 0,1 до 1 мм. Операція може виконуватися одним ЕІ і по багатоелектродного схемою. Виготовляються ЕІ з графіту, міді, латуні, алюмінію. Продуктивність становить близько 3-8 мм / с. Глибина знаків залежить від швидкості руху електрода. При швидкості руху електрода більше 6 мм / с чіткість знаків погіршується. У середньому на знак заввишки 5 мм витрачається близько 4 с.

3. Вирізання: В основному виробництві електроерозійні вирізання (ЕЕВ) застосовують при виготовленні деталей електро-вакуумної та електронної техніки, ювелірних виробів і т. д. в інструментальному виробництві, при виготовленні матриць, пуансонів, пуансонодержателів та інших деталей, а також вирубних штампів, копирів, шаблонів, цанг, лекал, фасонних різців та ін

4. Шліфування: Цей процес шліфування застосовують для чистової обробки важкооброблюваних матеріалів, магнітних та твердих сплавів.

Відхилення розмірів профілю після електроерозійного шліфування знаходиться в межах від 0,005 до 0,05 мм, шорсткість $Ra = 2,5 (0,25)$, продуктивність 260 мм² / хв. [3]

4.7 Висновок

У сучасному суспільстві рівень життя людей визначається ефективністю виробництва. Першочерговим завданням вітчизняної економіки є підвищення продуктивності праці і якість продукції, що випускається. Це може бути досягнуто на основі вискоєфективних технологій автоматизованого виробництва.

Розвиток усіх галузей промисловості, особливо авіаційної і ракетно-космічної техніки, призвело до використання матеріалів зі спеціальними експлуатаційними властивостями: надтвердих, дуже в'язких, жароміцних, композиційних. Обробка заготовок з цих матеріалів звичайними методами (способами) механічної обробки дуже скрутна або неможлива взагалі. Тому паралельно з розробкою цих матеріалів створювалися принципово нові методи (способи) обробки. Характерно що при механічній обробці в технологічному обладнанні електрична енергія перетворюється в механічну і за рахунок силової дії інструменту (штампа, різця, фрези, шліфувального круга і т. д.) на заготівлю відбувається її формування (формоутворення).

Електрофізичні (ЕФ) методи обробки засновані на безпосередньому впливі різних видів енергії на оброблювану заготовку. При обробці заготовок цим методом відсутній силовий вплив інструменту на заготівлю або воно настільки мало, що практично не впливає на сумарну похибку обробки. Ці методи дозволяють змінювати форму оброблюваної поверхні заготовки і впливати на стан поверхневого шару. Так, в деяких випадках наклеп обробленої поверхні не утворюється, дефектний шар незначний, видаляються прижоги поверхні, отримані при шліфуванні, підвищуються корозійні, міцнісні та інші експлуатаційні характеристики поверхонь деталей.

Кінематика формоутворення поверхонь деталей електрофізичними методами обробки, як правило, проста, що забезпечує точне регулювання процесів і їх автоматизацію. Електрофізичні методи обробки є універсальними і забезпечують безперервність процесів при одночасному формоутворенні всієї оброблюваної поверхні. При цьому з'являється можливість обробляти дуже складні зовнішні і внутрішні поверхні заготовок.

Технологічне обладнання для електрофізичних методів обробки, так само як і металорізальні верстати, оснащується системами ЧПУ. Впровадження їх у різних галузях промисловості забезпечує одержання значного економічного ефекту.

Виконавши курсову роботу, я переконалася, що винахід електроерозійної обробки ось вже кілька десятиліть дозволяє машино-і приладобудівників вирішувати складні технологічні завдання при виготовленні деталей складної конфігурації з оброблюваних матеріалів.ЕЕО дозволяє конструкторам і технологам вибрати оптимальний варіант конструкції, матеріалу деталі і технологічного процесу.

До електротехнології відносяться електричні способи обробки металів, які отримали великий розвиток за останнє десятиліття.

Таким чином, нові методи обробки металів знайшли широке застосування в галузях промисловості і машинобудування. За допомогою цих методів істотно підвищується якість і точність обробки матеріалів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Заходи з охорони праці

Основним змістом охорони праці на підприємстві є здійснення заходів технічного, санітарно-гігієнічного, правового та організаційного порядку, спрямованих на оздоровлення умов праці.

У дипломному проекті передбачається організація ділянки по виробництву корпусу нагнітає насоса. При роботі на даній ділянці можуть виникати небезпеки, перераховані в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Аналіз небезпек, що виникають при виготовленні корпусу нагнітаючого насоса.

№ оп.	Найменування технологічної операції	можливі небезпеки	Причини, що призводять до реалізації небезпеки	Заходи щодо запобігання нещасного випадку
1	2	3	4	5
005	Заготовча (отливка)	Розпечена заготовка, обладнання.	Відсутність огорожі, порушення технологічної дисципліни.	Встановлення огорожі, блокувань, механізація робіт, видача спеціального одягу ГОСТ 12.2.062-81.
010	Токарна	Захоплення обертовими частинами одягу робітника. Попадання стружки в очі.	Одяг має виступаючі частини, відсутність огорожі в зоні різання.	Контроль за станом одягу, недопуск до роботи до неукomплектованим верстатів. Застосування захисних окулярів.
015	Токарна	Див. операцію 010		

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5
020	Свердлильна	Захоплення обертovими частинами одягу робочого	Відсутність огорожі, порушення технологічної дисципліни	Встановлення огорожі
025	Токарна	Див. операцію 010		
030	Токарна	Див. операцію 010		
035	Токарна	Див. операцію 010		
040	Токарна	Див. операцію 010		
045	Фрезерна	Поломка фрези і травмування робочого осколками деталі або інструменту.	Відсутність захисного екрану, порушення технологічної дисципліни	Установка захисного екрану.
050	Свердлильна	Див. операцію 020		
055	Фрезерна	Див. операцію 045		
060	Свердлильна	Див. операцію 020		
065	Свердлильна	Див. операцію 020		
070	Свердлильна	Див. операцію 020		
075	Термічна	Піч, гарячі деталі	Див. операцію 005	
080	Токарна	Див. операцію 010		
085	Свердлильна	Див. операцію 020		
090	Різьбонарізна	Див. операцію 020		
100	Різьбонарізна	Див. операцію 020		

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5
105	Слюсарна	Травми рук. Порізи. Удари.	Неувага. Порушення технологічної дисципліни.	Працювати справним інструментом. Чи не обдувати повітрям деталь. Чи не скидатися стружку руками.
110	Мийка Мийна машина	Гаряча вода, пар опіки.	Лопнув бак через недостатню міцність.	Виготовляти бак з достатнім запасом міцності.
115	Контрольна	Травми рук, удари.	Необережне поводження з інструментом.	Уважність, дотримання технології.

До найбільш небезпечних факторів належать:

- ураження електричним струмом;
- опіки розжареною деталлю;
- потрапляння стружки в обличчя;

Небезпеки середньої тяжкості:

- опіки гарячою водою;
- захоплення одягу обертовими частинами верстата;
- травми рук при роботі на пресі;
- потрапляння в робочого осколків розірвався шліфкруга;
- потрапляння дроби в обличчя;

До малонебезпечних факторів належать:

- падіння деталі на ноги;
- травмування інструментом.

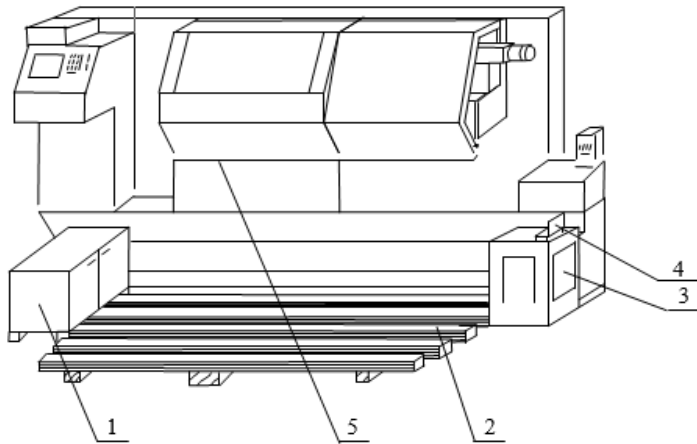
Розробка внутрішньої планування ділянки цеху з урахуванням вимог безпеки, санітарних і пожежних вимог.

Безпосередньо біля робочого місця, плануванням передбачені:

- місця для зберігання тари із заготовками і готової продукції,
- стелажі зберігання технологічної документації та інструменту.

Відстані між верстатами відповідає "Нормами технологічного проектування машинобудівних заводів" (СниП 2.09.02-85) і забезпечують кисть безпечну роботу на верстатах і обслуговування устаткування.

При розробці планування передбачається організація проходів, що забезпечують вільний доступ до всіх робочих місць і які являються шляхами евакуації особового складу на випадок надзвичайної ситуації.



1. Приймальний стіл.
2. Решітка для ніг.
3. Інструментальна тумбочка.
4. Планшет для креслень.
5. Верстат.

Рисунок 5.1 - Схема організації робочого місця токаря при обслуговуванні верстата.

Площа виробничої ділянки забезпечує виконання вимог мінімального обсягу 15 м³ на одного робітника і мінімальної норми виробничої площі 4,5 м² на одного робітника.

Робоче місце токаря (рисунок 5.1). З лівого боку від робітника знаходиться приймальний стіл 1. З правого боку розміщена інструментальна тумбочка 3. Перед верстатом під ногами робочого встановлені грати для ніг 2.

Аналіз конструкцій верстатів і пристосувань за умовами безпеки експлуатації та електробезпека.

Щоб уникнути травматизму на ділянці передбачаються наступні заходи, відповідно до системи стандартів безпеки праці.

Техпроцесом передбачено використання пневмо- і гідроприводів для затиску заготовок, обладнані запобіжними пристроями.

Гальмування двигуна після зупинки приводу здійснюється за рахунок тертя, тобто мимовільно.

На всіх металорізальних верстатах ділянки встановлена система пуску і аварійної зупинки.

На пресі передбачено дворуки́м включення, що виключає травми рук.

Зона різання всіх металорізальних верстатів захищена спеціальним екраном. Якщо він відсутній, то робітник виконує операції в спеціальних окулярах.

Передбачені запобіжні захисні засоби для автомати-ческого відключення верстатів при виході будь-якого параметра устаткування за межі допустимих значень, що виключає аварійні режими роботи.

Передбачено блокування, що виключає можливість проникнення робочого в небезпечну зону.

Встановлено додаткові кошти місцевого освітлення робочих органів, органів управління, приладів контролю в робочому і аварійному стані.

Передбачена фіксація і кріплення рухомих органів верстата при ремонтах, в неробочому стані при транспортуванні.

Усі струмопровідні частини верстатів захищені кожухом або ізолювані, можливе введення в обладнання пристроїв для контролю ізоляції і сигналізації або відключення живлення при пошкодженні з метою захисту від поравання електричним струмом.

Застосовані низькі напруги (24В) для освітлення та живлення інструментів. Використовується також заземлення та занулення неструмоведучих частин обладнання, які можуть опинитися під напругою.

Застосовується електричне поділ мережі на окремі не зв'язані між собою ділянки за допомогою спеціальних поділяють трансформатор-рів.

Передбачені попереджувальні знаки: "блискавки" на дверцятах і кришках електроапаратури.

Розглянемо транспортні та транспортно-розвантажувальні засоби, що застосовуються на ділянці механічного цеху.

З метою зниження кількості важкої ручної праці на ділянці установлена кран-балка, яка призначена для транспортування пристосованих і партій заготовок від верстата до верстата.

Деталі й заготівлі транспортуються в візках, зберігаються на стела-жах. На чорнових операціях заготовки встановлюють на верстати з допомогою електротельферів, тому що маса заготовок становить близько 50 кг. Прибирання стружки проводиться пластинчастим конвеєром.

Міжцеховим і внутрішньоцеховим транспортом є електрокари.

З метою забезпечення безпечної експлуатації ПТМ постачають середовищ засобами захисту, включаючи системи дистанційного керування, як-то кінцеві вимикачі, автоматично відключаються механізми підйому гака, обмежувачі вантажопідйомності, звукову та світлову сигналізацію, блокуювачного пристосування для автоматичного відключення необгороджених тролей і т. д.

Розглянемо санітарно-гігієнічні характеристики умов праці на ділянці.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Показниками, що характеризують мікроклімат, є:

1. Температура повітря.
2. Відносна вологість повітря.
3. Швидкість руху повітря.
4. Інтенсивність теплового випромінювання.

Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційовано для постійних і непостійних робочих місць. Оптимальні і допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні проєктованих приміщень відповідають значенням, зазначеним у ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимогам до повітря робочої зони».

Таблиця 5.2 - Метрологічні умови в приміщенні цеху

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, t°C	Відносна вологість, %	Швидкість повітря
Холодний період	Середньої важкості	18-20	60-40	0.2
Теплий період	Середньої важкості	21-23	60-40	0.2

Таблиця 5.3 допустима норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці.

Категорія робіт	Температура повітря, t°C	Відносна вологість, %	Швидкість повітря	Температура повітря на робочому місці, t,°C
Середньої важкості	17-23	75	0.1-0.3	19-24

Для підтримки необхідної температури повітря і компенсації втрат в холодну пору року є пристрій системи опалення, поєднаної з припливною вентиляцією.

Дані метрологічні умови досягаються застосуванням автомати-чеський системи регулювання температури навколишнього повітря. Термометри встановлені в декількох точках робочого приміщення, відносно вологість повітря вимірюють психрометром.

Коливання температури повітря по горизонталі в робочій зоні, а так-же протягом зміни допускається до 5 0С, при цьому абсолютні значення температури повітря, виміряної на різній висоті і в різних ділянках приміщень протягом зміни, не виходять за межі допустимих величин.

Для забезпечення нормальних метеорологічних умов і підтримання-ня теплового рівноваги тіла людини і навколишнього середовища в цеху проводиться ряд заходів, основними з яких є наступні:

- механізація і автоматизація важких і трудомістких робіт, виконання яких супроводжується надмірним теплоутворення в організмі людино;

- раціональне розміщення і теплоізоляція обладнання, апаратів, комунікацій та інших джерел, що випромінюють на робочі місця конвекційне і променисте тепло. Тепло випромінюючої обладнання розміщується так, щоб виключити суміщення потоків променевої енергії на робочих місцях, а там де це, можливо, воно встановлено на відкритих майданчиках. Теплоізоляція здійснена з таким розрахунком, що температура зовнішніх стінок тепло-випромінює устаткування не перевищує 450С;

- для попередження переохолодження і простудних захворювань біля входу в цех влаштовані тамбури або створені теплові повітряні завіси, які направляють потік зовнішнього холодного повітря в верхню зону приміщення;

- організований раціонально водно-сольовий режим з метою профілактики програвав;

- робочі забезпечені раціональної спецодягом (напівкомбінезон х / б, сорочка, головний убір, рукавички х / б) і спец взуттям.

Одним з численних факторів, які погіршують самопочуття і викликають захворювання робітників, є надлишкове конвекційне і проміністе тепло.

За допомогою вентиляції вдалося зменшити запиленість повітря і забруднення його шкідливими газами і парами, знизити температуру і

допомогтися та-кого положення, щоб вміст у робочій зоні виробничого приміщення токсичних газів, парів пилу та інших аерозолів не перевищувало пре-но допустимих концентрацій .

Для ефективної роботи система вентиляції відповідає наступним санітарно-гігієнічним і технічним вимогам:

- кількість припливного повітря $G_{пр}$ відповідає кількості видаляемого $G_{вит}$ (різниця між ними повинна бути мінімальною);
- припливні і витяжні системи в приміщенні розміщені правильно; свіже повітря подається в ті частини приміщення, де кількість шкідливих відокремлених мінімально (або їх немає взагалі), а видаляється, де виділення максі-мінімальний; приплив повітря проводиться, як правило, в робочу зону, а ви-тяжка - з верхньої зони приміщення;
- системи вентиляції не викликає переохолодження або перегріву працюючих і не створює на робочих місцях шум, що перевищує гранично припустимих рівні.

Таблиця 5.6 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях

Найменування речовини	Фактична концентрація	ПДК $\frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$	Клас небезпеки
Керосин	120	300	4
Окис вуглероду	12	20	4
Пил стали	6	6	4
Пил абразива	5	6	4
Пари масла	5	5	4

Нормальні умови роботи у виробничих приміщеннях можуть бути забезпечені лише при достатньому освітленні.

Робочі місця висвітлюються в такій мірі, щоб робочий мав можливість добре бачити процес роботи, не напружуючи зору і не нахиляючись для цього до інструменту і оброблюваного виробу. Освітлення робочих місць не повинна створювати різких тіней або відблисків, що надають сліпуче дію.

Недостатнє або неправильне освітлення робочого місця викликає перевтома зору, знижує працездатність і може стати причиною нещасного випадку.

Проходи і проїзди висвітлюються так, щоб забезпечувалася добра видимість елементів будівлі та обладнання, складених на підлозі заготовок і деталей, що рухається внутрізаводського транспорту.

На ділянці цеху передбачено природне і штучне освітлення. Природне освітлення використовується в денний час доби: воно забезпечує хорошу освітленість, сприятливо діє на зір і володіє високою економічністю. На вікнах з сонячної сторони встановлені захисні пристрої від попадання прямих сонячних променів, скла очищаються від пилу і бруду не рідше двох разів на рік. Кріплення стекол у вікнах зроблено способом, що виключає можливість випадання їх з рам.

Штучне освітлення використовується в темний час доби. Джерелом штучного світла є електрику, що використовується в лампах накаливання або в люмінесцентних лампах.

На ділянці цеху є загальне, місцеве і аварійне освітлення.

Відповідно до «Санітарними нормами і правилами щодо обмеження шуму на території та в приміщеннях виробничих підприємств», по ОСТ2Н89-40-75, рівень звуку на робочих місцях не повинен перевищувати 80 ДБА по ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки».

Норми вібрації встановлені згідно ГОСТу 12.1.012-90 «Вібро-безпеку. Загальні вимоги» та вказані в таблиці 5.7.

Вібрація - це коливання механізмів, машин, будівель і т.д. Вібрація характеризується: частотою, Гц; амплітудою, мм; віброшвидкостей, см / хв; віброприскорення, см / мін^2 .

Таблиця 5.7 - Допустимий рівень вібрації робочих місць і на території підприємства

Частота, Гц	Амплітуда, мм	Віброшвидкість, см/хв	Віброприскорення, см/мін ²
3	0,6 ... 0,4	1,12 ... 0,76	22 ... 14
100	0,005 ... 0,003	0,23 ... 0,19	112 ... 124

Загальна вібрація частотою менше, ніж 0,7 Гц викликає захворювання під умовною назвою «морська хвороба» (внаслідок втрати людиною орієнтації). Вібрація частотою 4 ... 6 Гц, також може викликати віброзахворювання. Найбільш небезпечною вважається вібрація частотою 6 ... 9 Гц, оскільки вона близька до частоти власних коливань більшості

внутрішніх органів людського організму (серце, шлунок, нирки) і може викликати резонанс. Вібροзахворювання належить до професійних захворювань, ефективне лікування захворювання можливо тільки на ранніх стадіях.

Електромагнітне поле (ЕМП) в обладнанні (виникає навколо пітання кабелів і провідників при протіканні електричного струму) є незначним по впливу на організм людини. ГОСТ 12.1.006-84 «Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні напруженості і вимоги до проведення контролю на робочих місцях» вказує норми ЕМП, таблиця 5.8

Таблиця 5.8 - Норми опромінення ЕМП

Тривалість опромінення	Гранична потужність, мкВт/см ²
За вісім годин роботи	10
Чи не більше двох годин за робочий день	100
Чи не більше 15 ... 20 хвилин за робочий день при обов'язковому використанні захисних окулярів	1000

Для зменшення впливу ЕМП на організм людини застосовуються екрани. Екрани можуть бути виготовлені з металу або металевої сітки. Екран щільно прилягає до джерела опромінення.

Конструкція виробничого устаткування, яке застосовується в ді-дипломної проект, наводиться в дію електричною енергією і включає в себе пристрої (засоби) для забезпечення електробезпеки згідно ГОСТу 12.1.019-79 «Електробезпека. Загальні вимоги». Електробезпека установок забезпечується надійною ізоляцією струмоведучих частин обладнання, застосування низьких напруг (до 42 В) для освітлення та пітання електроінструментів. Застосовується також заземлення (зниження напруги на корпусі електроустаткування при пробитті фази на корпус до безпечної величини) і занулення (перетворення пробивання напруги на корпус обладнання в коротке замикання) струмоведучих частин обладнання.

Проектований механічний цех за ступенем небезпеки виробництва, відповідно до СНиП 2.01.02-85 "Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування" відноситься до категорії Д по пожежній небезпеці, як пожежобезпечний з використанням негорючих матеріалів в холодному стані.

Для організації виробництва категорії Д в одноповерховій будівлі, забезпечена мінімальна ступінь вогнестійкості конструкцій (таблиця 5.9).

Таблиця 5.9 - Вогнестійкість будівельних конструкцій.

Основні будівельні конструкції	Ступінь огнестійкості - II	
	Група не згорає	Межа вогнестійкості
Несучі схеми і колони	Несгораємі	2,0 год.
Плити, перегородки та ін. Несучі конструкції	Несгораємі	0,75 год.
Внутрішні перегородки, Сходові клітки та ін.	Трудносгораємі	0,25 год.
Брандмауери	Несгораємі	2,5 год.

З метою забезпечення протипожежної безпеки на ділянці механічного цеху передбачається протипожежне водопостачання.

Норма витрати води на одну пожежу для будівель із ступенем вогнестійкості II категорії виробництва Д при загальному обсязі ділянки 8000м3, складає 15літров / с. Протипожежний водопровід розраховується на подачу зазначеної кількості води протягом трьох годин. На ділянці встановлено три пожежних крана з рукавами і брандспойтами.

Виходячи з параметрів площі цехових приміщень на кожні 600 м2 для механічних цехів прийнято:

- вогнегасник ОВП-100 - 1шт.
- вогнегасник ОУ-5 - 2шт.
- ящик з піском - 1 шт.
- лопати залізні - 2шт.

В електроустановках передбачені наступні заходи пожежної безпеки:

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

На видному місці ділянки розташовується бойовий розрахунок добровільної протипожежної дружини.

У складському господарстві передбачені такі заходи щодо пожежної безпеки:

- чітка організація зберігання матеріальних цінностей, забезпечующа вільний доступ до всіх стелажів;
- суворе дотримання правил спільного зберігання матеріалів, хі-катів;
- склади оснащені пожежною сигналізацією та засобами пожежогашення;
- склади розділені на відсіки протипожежними стінками по признакам однорідності засобів пожежогасіння та можливості спільного збирання матеріалів.

У цеху створено пристрій пожежної сигналізації на ділянках і в допоміжних приміщеннях із застосуванням димових датчиків, які встановлені з розрахунку один сповіщувач на 65м² площі і замикаються на приймальну станцію пожежної сигналізації типу Т10Л-10/100.

Для захисту від блискавки передбачено влаштування блискавковідводів. З метою захисту від статичної електрики є заземлення Електроприв-водних неструмоведучих частин обладнання. Металеві повітроводи встановлені через кожні 40-50м.

Застосовано також зволоження повітря 65-70%, що зменшує електричність матеріалу.

У цеху передбачено один евакуаційний вихід з приміщення, розкладений на будь-якому поверсі (крім підвального і цокольного), так як він веде до двох евакуаційних виходів з поверху.

Ширина евакуаційного виходу (дверей) - 0,8 м. Ширина проходів та сходів для одиночних робочих місць приймаємо рівною 0,4 м, а для евакуації не більше 50 чол. - 0,9 м.

Двері на шляхах евакуації відкриваються в напрямку виходу з приміщень, будівель, споруд.

Шляхи евакуації забезпечені евакуаційним освітленням, згідно вимогам будівельних норм і правил устрою електроустаткування. Освітлення вмикається з настанням сутінків у разі перебування в будівлі людей. Шляхи евакуації, які не мають природного освітлення, у разі наявності людей, постійно висвітлюються електричним світлом.

Розроблені заходи з охорони праці відповідають вимогам ГОСТ, СНіП і вимогам методичних вказівок.

ВИСНОВОК

Розроблений технологічний процес виготовлення деталі "Кришка нагнітаючого маслососу двигуна Д-36" була створена на основі базового технологічного процесу. У процесі роботи були використані матеріали, а також виробничий досвід інженерів, що працюють безпосередньо над вдосконаленням техпроцесу виготовлення.

Основна технологічна частина проекту являє собою розробку технологічного процесу обробки деталі " Кришка нагнітаючого маслососу двигуна Д-36" в умовах серійного виробництва, комплект документів був виконаний в повному обсязі на всі операції.

На перших етапах проектування була поставлена задача вибору найбільш економічної заготовки та вибраний оптимальний спосіб. Після цього, керуючись економічною раціональністю і наявністю необхідного обладнання, а також конструкторськими вимогами, був складений попередньо план обробки деталі, було розраховано необхідну кількість технологічних переходів і операцій. Після цього був виконаний розрахунок припусків і операційних розмірів поверхонь обертання розрахунково-аналітичним та нормативним (табличним) методами.

Розрахувавши всі необхідні значення припусків, ми переходимо безпосередньо до розрахунку режимів різання трьох операцій-представників: токарної, фрезерної, свердлильної. Спираючись на отримані значення режимів обробки, був заповнен комплект необхідної технологічної документації.

Керуючись вимогами до виробничих будівель, була ви-повнісінько планування цеху.

Для фрезерної операції було розроблено робочий пристосування, що забезпечує задану точність обробки і необхідне зусилля затиску.

Після даної операції потрібно провести контроль взаємного розположення поверхонь, для чого було розроблено спеціальне контрольне пристосування.

У розділі охорони праці були вивчені вимоги до проектного ділянки, що стосується техніки безпеки при роботі. Були поставлені задачі керівному складу щодо забезпечення безпечних умов праці для ра-бота і визначені вимоги щодо дотримання правил охорони праці ра-бота ділянки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Богуслаєв В.О., Ціпак В.І., Яценко В.К. Основи технології машинобудування. Навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей вищих навчальних закладів.- Запоріжжя, вид-во «Мотор Січ», 2003-336с.
4. Довідник технолога-машинобудівника. У 2-х т. Т.1 / За ред. А. Г. Косилової і Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., Перераб. і доп. - М .: Машинобудування, 1986. 656 с., Іл.
3. Ціпак В.І. Розрахунки технологічного розмірів при проектуванні технологічного процесів механічної ОБРОБКИ. Методичні вказівки.Додаткі.- Запоріжжя: ЗДГУ, 1996.-89с.
4. Довідник технолога-машинобудівника. У 2-х т. Т.2 / За ред. А. Г. Косилової і Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., Перераб. і доп. - М .: Машинобудування, 1986, 496 с., Іл.
5. Горбачев В.Ф., Шкред В.А. Курсове проектування за технологією машиностроєння.- Мінськ: Висш.шк., 1983. - 256 с.
6. Прогресивні ріжучі інструменти та режими різання металів: довідник / За ред. В. І. Баранчикова, А. В. Жаринова, Н. Д. Юдіна - М .: Машинобудування, 1990. - 400 с .: іл.
7. В.А.Богуслаєв, В.А. Леховіцер, А.С. Смирнов. Верстатні пристосування. Видання 2-е. г. Запорожье, изд. ВАТ «Мотор Січ», 2004.-461 с.
8. Верстатні пристосування. У 2-х т. Т.1 / За ред. Б.М. Вардашкіна і А.А. Шатілова. -М: Машинобудування, 1984, 592 с., Іл.
9. Нефьодов, Н. А. Збірник завдань і прикладів по різанню металів: навч. посібник для технікумів по предмету «Основи вчення про різанні металів і ріжучий інструмент» - Изд. 5-е, перераб. і доп. - М .: «Машинобудування», 1990. - 448 с.
10. Руденко П.О., Плєскач В.М., Харламов Ю.О.Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин: Підручник. - Днепропетровськ, Наука і освіта, 1999. - 254 с.
11. В. В. Кононов, В. О. Леховіцер, В. І. Ціпак. Методичні вказівки, прикладом и задачі до практичних зайняти по Проектування дільниць и цехів машинобудівельного виробництва. - Запоріжжя: ЗДТУ, 2001-116с.

12.Методіческіе вказівки, приклади та завдання до практичних занять з проектування механоскладальних цехів / Упоряд. В.І.Ципак. - Запоріжжя: ЗМІ, 1990. - 116 с.

13. Методичні вказівки по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів спеціальності "Технологія машинобудування" ./ авторизованого Жупіна Л. В., Бобровникова Р. Г., Федерякін І. А., Моргун І. М., Азаров І. І. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2006 - 22с.

14. Фатхутдінов Р.А. Організація виробництва: Підручник. - М .: ИНФРА-М, 2001 - 672с. - (Серія «Вища освіта»).

15.Методичні вказівки до дипломного проектування розділу "Охорона праці" / Укл .: Г. І. Дуднік, В. П. Порохненко, А. А. Потуремець, А. О. Пісарській, О. В. Коваленко, О. М. Савчук, - Запоріжжя: ЗДТУ, 2008. - 60с.

16. Юдін Є.Я., Бєлов С.В. та ін. Охорона праці в машинобудуванні. М .: Машинобудування, 1983. - 432 с.

17. Шеліхов Г.С. Магнітопорошкова дефектоскопія деталей і вузлів: практичний посібник. М .: НТЦ «Експерт, 1995». -159с.