



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ЗНТУ)

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу: Застосування методу хімічного нікелювання в технологічному процесі виготовлення перехідника двигуна ГТД з метою підвищення його ресурсу роботи.

Студент Воротілов Володимир Андрійович

Спеціальність і група 131 Прикладна механіка М-113м

Обсяг проекту (роботи) Повний

Кількість аркушів креслень 8

Кількість сторінок пояснювальної записки 125

а) короткий зміст проекту (роботи) та прийнятих рішень 1. Технологічна частина

2. Конструкторська частина 3. Проектування механічної ділянки Розрахунок

4. Хімічна і електрохімічна обробка деталей з титанових сплавів 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 використання методів хімічної і електрохімічної обробки дає можливість підвищити якість та експлуатаційні властивості матеріалу деталі

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до роботи

Графічна частина та пояснювальна записка виконані у відповідності до діючих стандартів

е) відгук про роботу загалом

В цілому магістерська робота студента групи М-113м Воротілова Володимира Андрійовича відповідає вимогам вищої школи

ж) інші зауваження

У якості зауважень можна привести наступне: В деяких картах ескізів комплексу технологічної документації не вказано розміри для довідок

з) оцінка роботи

В цілому магістерська робота студента групи М-113м Воротілова Володимира Андрійовича заслуговує оцінку «задовільно»

Рецензію склав доцент кафедри ТМБ, к.т.н. Патюпкін А.В.
(посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові)

_____ 2018 р.


(підпис)

[10:03:49] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №707 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:03:58] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №727 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:04:14] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №732 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:04:26] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №722 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:05:12] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №737 [3] (200043 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:05:44] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №742 [3] (200059 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:06:40] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №747 [3] (200043 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:09:32] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №752 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:11:00] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №757 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:11:13] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №762 [3] (200059 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:11:32] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №767 [3] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:12:07] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №772 [3] (200044 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:12:39] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №777 [3] (200060 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:13:01] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №782 [3] (200044 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:13:27] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №787 [3] (200029 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[10:13:28] Тип проверки: *Стандартная*

[10:13:28] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 24%)**

[10:13:28] **Уникальность текста 72%[©] (Проигнорировано подстановок: 0%)**

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

11.12.2018р.



Форма № 24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний, Машинобудівний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Технології машинобудування

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

другий (магістерський)

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Застосування методу хімічного нікелювання в технологічному процесі виготовлення перехідника двигуна ГТД з метою підвищення його ресурсу роботи

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

134 Тришаджа Микола
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Воротілов В. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник Патюпкін А.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Пухальська Г.В.

(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя

20 18 рік

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

Інститут, факультет машинобудівний
 Кафедра технології машинобудування
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень)
 Напрямок підготовки
 Спеціальність 131 Тримагдно механіка
 (код і назва) (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМБ
С. Г. Додя
 "10" 12 2018 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Виконав Володимир Андрійович
 (прізвище, ім'я, по батькові)
 Тема роботи Вдосконалення методу хімічного нікелювання
технологічного процесу виробництва деталей машин
для збільшення ресурсу роботи
 Назва роботи Вдосконалення методу хімічного нікелювання
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 Наказом вищого навчального закладу від "26" листопада 2018 року № 366
 Завдання студентом роботи 20.10.2018
 Дані до роботи прислано деталі "Перехідник"

Завдання розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розв'язати):
технологічна частина і конструкторська частина;
технологічна частина спеціальних технологій виробництва
деталей машин та механізмів

Завдання графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
технологічна деталь: прислано готовий план
технологічний: прислано робочий і конструкторський
проект спеціального
технологічного ПК деталі

РЕФЕРАТ

ПЗ: 122 с, 9 табл., 2 додатки, 19 джерел

Об'єкт дослідження – технологія виготовлення перехідника двигуна ГТД.

Мета роботи – Застосування методу хімічного нікелювання в технологічному процесі виготовлення перехідника двигуна ГТД з метою підвищення його ресурсу роботи.

Метод дослідження – емпіричний, аналітичний.

Магістерська робота складається з наступних частин: технологічна частина, конструкторська частина, організаційна частина, спеціальне завдання, розділ охорони праці.

Графічна частина проекту складається з робочого креслення диску копресора ГТД, заготовки, креслень пристосувань верстатного для фрезерування пазів і контрольного для перевірки паралельності, планування обладнання на ділянці, плаката по спецзавданням.

Альбом технологічних карт оформлений окремим томом. Він включає розробку технологічного процесу обробки перехідника двигуна ГТД.

ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПЛАН ОБРОБКИ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, НОРМА ЧАСУ, ПЕРЕХІДНИК

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГТД	Газотурбінний двигун
КГШП	Кривошипно-горячештампувальний прес
КП	Керуюча програма
МОП	Маршрут обробки поверхні
МОР	Мастильно-охолоджуюча рідина
ПША	Псевдозріджений шар абразиву
ППТК	Послідовність показників точності і якості
РТК	Розрахунково-технологічна карта
ТО	Термічна обробка
ТП	Технологічний процес
ТВ	Технічні вимоги

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	8
ВСТУП	11
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	12
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі.....	12
1.1.1 Призначення деталі	12
1.1.2 Технологічний контроль креслення	14
1.1.3 Характеристика формотворчих поверхонь.....	14
1.1.5 Механічні властивості матеріалу.....	15
1.2 Визначення типу виробництва	17
1.3 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки.....	18
1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі.....	25
1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність	25
1.4.2 Проектування МОП	27
1.4.3 Проектування маршруту виготовлення деталі (МВД)	30
1.5 Визначення операційних припусків і розмірів заготовки	30
1.5.1 Розрахунок операційних припусків і розмірів заготовки розрахунково-аналітичним методом	30
1.5.2 Розрахунок операційних припусків та розмірів заготовки табличним методом	33
1.6 Розрахунок режимів різання.....	34
1.6.1 Операція 015 (токарна)	34
1.6.2 Операція 035 (свердлильна)	43
1.6.3 Операція 095 (розточувальна).....	52
1.7 Нормування операцій	56
1.8 Проектування РТК УП для операції 035 свердління з ЧПК	61
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	63

	10
2.1 Проектування робочого пристосування	63
2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування	63
2.1.2 Розрахунок пристосування на точність	64
2.1.3 Розрахунок необхідної сили затиску в пристосуванні	70
2.2 Проектування контрольного пристосування для контролю биття.....	75
3 ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЯНКИ. РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ	77
4 ХІМІЧНА І ЕЛЕКТРОХІМІЧНА ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ З ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ	83
4.1 Хімічна обробка титанових сплавів.....	83
4.2 Осадження хімічних і електрохімічних покриттів.....	88
4.3 Хімічне нікелювання	91
4.4 Нікелювання, міднення і покриття сріблом деталей із титанових сплавів.....	95
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	99
5.1 Аналіз потенційних небезпек	99
5.2 Аналіз потенційних небезпек	100
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	103
5.4 Заходи з пожежної безпеки.....	110
5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях	114
ВИСНОВОК.....	123
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	124
ДОДАТОК А СПЕЦИФІКАЦІЯ РОБОЧОГО ПРИСТОСУВАННЯ	Ошибка! Закладка
ДОДАТОК Б СПЕЦИФІКАЦІЯ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСТОСУВАННЯ	Ошибка! За

ВСТУП

При переході машинобудівного виробництва в ринкову економіку перед ним постають безліч різних завдань і питань, які потребують негайного і правильного їх вирішення.

Зростаюча конкуренція серед виробників продукції вимагає в мінімальні терміни, максимальної якості з найменшою собівартістю обробки виробу.

Собівартість виробу в значній мірі залежить від використання прогресивних технологічних процесів на виробництві продукції, застосування відповідно прогресивного технологічного обладнання та скорочення тривалості виробничого циклу і виготовлення деталі.

Все вищевказані відноситься и до технологічного процесу виготовлення деталей коробки приводів ГТД, який забезпечує як продуктивність, так і точність обробки. При цьому, як правило, деталі авіаційних двигунів такого розміру у тому числі диски є дорогими. Тому актуальним завданням є зниження його собівартості.

Метою магістерської роботи є дослідження питання застосування методу хімічного нікелювання в технологічному процесі виготовлення перехідника двигуна ГТД з метою підвищення його ресурсу роботи. Для цього треба вирішити наступні завдання: визначення способу отримання заготовки, розрахунок припусків, режими різання, призначення обладнання різального інструменту, дослідити процес хімічного нікелювання, що забезпечують підвищують ефективність виготовлення перехідника.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

1.1.1 Призначення деталі

Перехідник встановлюється в коробку проводів газотурбінного двигуна Д-18Т, розробленого на базі двигуна Д 36 зі збільшеною ступенем підвищення тиску в компресорі і температурі газів перед турбіною.

Двигун Д-18Т турбореактивний двоконтурний трьохвальний двигун, розроблений в 70-х роках. Призначений для установки на надважкі транспортні літаки Ан-124 «Руслан» і Ан-225 «Мрія».

Базова коробка приводів двигуна Д-18Т була модифікована і на неї встановлювалося два приводи-генератора.

Агрегат привід-генератор призначений для вироблення електроенергії змінного струму стабільної частоти в бортову мережу об'єкта на всіх режимах роботи.

Перехідник встановлюється на коробці приводів, яка призначена для кріплення приводних агрегатів і розміщення їх приводів.

Деталь призначена для кріплення агрегату привід-генератора швидкознімним гвинтовим з'єднанням.

Деталь виконана з титанового сплаву ВТ3-1 з достатньою міцністю $\tau = 700$ МПа. Заготовка виготовлена методом штампування на кривошипних горячештамповочних пресах.

Перехідник повинен витримувати вагу агрегату ≈ 60 кг з урахуванням наявності вібрацій і можливих перевантажень.

3D модель деталі представлена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Ескіз деталі «Перехідник»

Деталь має:

- посадочну поверхню $\varnothing 68H6 \left(+0,019 \right)$ мм з покриттям хімічним нікелюванням 18 ... 24 мкм для підвищення зносостійкості;
- посадочну поверхню $\varnothing 67,5H7 \left(+0,03 \right)$ мм під установку торцевого ущільнення, що забезпечує ущільнення внутрішньої порожнини переходника і агрегату;
- посадочну поверхню $\varnothing 228,5H7 \left(+0,046 \right)$ мм під установку агрегату;
- посадочну поверхню поверхню $\varnothing 155h6 \left(-0,025 \right)$ мм для постановки переходника на коробку приводів з канавкою під ущільнювальне гумове кільце;
- три шпонкових паза для установки шпонок, що забезпечують фіксацію пальців коробки приводів від проворота;

- різьбову поверхню М10-5Н6Н для установки дванадцяти болтів, що забезпечують кріплення швидкоз'ємного гвинтового з'єднання агрегату;
- 12 отворів Ø11 на фланці перехідника виконані для установки деталі на шпильки корпусу коробки приводів і кріплення його самоконтрящиїся гайками.

1.1.2 Технологічний контроль креслення

Креслення деталі перехідник містить всі необхідні відомості, що дають повне уявлення про конструкцію деталі, тобто наявність всіх необхідних проекцій, перетинів, розмірів. На кресленні вказані всі необхідні розміри з відхиленнями, шорсткістю оброблюваних поверхонь, допуск відхилення від правильних геометричних форм, а також взаємного положення поверхонь.

Креслення містить відомості про матеріал і масу деталі.

Креслення деталі зроблено згідно СТ СЭВ 1181-78. Розміри проставлені згідно ГОСТ 2307-68. Граничні відхилення наведені згідно ОСТ 141154-86.

Допуски форми і розташування поверхні виконані по ГОСТ 2.308-79.

Шорсткість на кресленні проставлена у відповідності з ГОСТ 2309-73.

1.1.3 Характеристика формотворчих поверхонь

Ескіз деталі з технологічної розміткою представлений на рис 1.2.

Показники точності та якості основних поверхонь деталі наводяться в табл. 1.1.

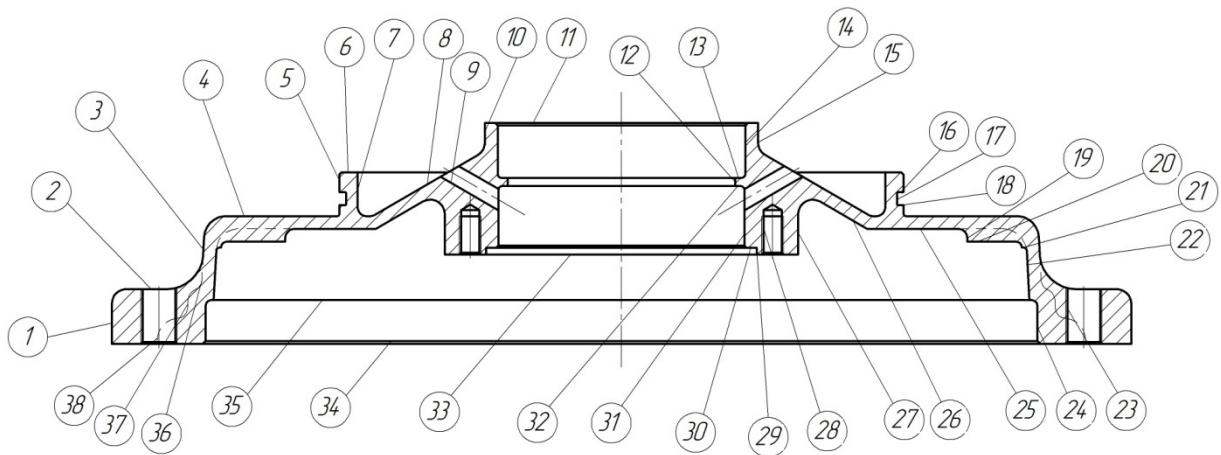


Рисунок 1.2 – Ескіз деталі «Перехідник» з позначенням поверхонь

Таблиця 1.1 – Показники точності і якості поверхні

Номер поверхні і її основні геометричні розміри	1) $\varnothing 280_{-0,52}$	4) $35_{-0,16}$	5) $\varnothing 68^{+0,019}$	6) $47_{-0,25}$	10) $60,5_{-0,3}$	12) $\varnothing 62,5^{+0,19}$	14) $\varnothing 155_{-0,025}$	15) $\varnothing 75_{-0,3}$	24) $\varnothing 228,5^{+0,046}$	31) $\varnothing 67,5^{+0,03}$
Квалитет точності розміру	h12	h11	H6	h12	h12	H11	h6	h12	H7	H7
Шорсткість	12,5	3,2	3,2	6,3	6,3	6,3	3,2	12,5	1,6	1,6

1.1.5 Механічні властивості матеріалу

Марка матеріалу: ВТЗ-1, ГОСТ 19807-91. Даний сплав відноситься до деформуємих. Ковані і штамповані деталі, що працюють при температурі до 400° С (6000 годин) і до 450° С (2000 годин); клас по структурі $\alpha + \beta$.

Деформуємі титанові сплави мають високу корозійну стійкість в атмосфері, прісній і морській воді, в ряді кислот.

Деформуємі титанові сплави застосовують для кування і штампування заготовок і деталей, що сприймають при експлуатації важкі навантаження

при високих і наднизьких температурах. Титанові сплави кують і зварюють в захисному середовищі і в вакуумі.

Для деформуємих титанових сплавів застосовують два типи класифікації: за характеристиками міцності і по структурі.

Пластичність деформуємих титанових сплавів зменшується зі збільшенням швидкості деформації.

Для важко деформуємих титанових сплавів можуть застосовуватися напівзакриті і закриті методи кування і гарячого штампування – витяжки в фігурних бойках, осадка в пластичній оболонці, штампування в закритих штампах з розширенням і без розширення. Такі методи з м'яким напруженим станом допускають ковку і штампування з великими деформаціями.

Хімічний склад сплаву і механічні властивості приведені в табл. 1.2, 1.3.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад матеріалу ВТЗ-1, масова частка, %

Fe	C	Cr	Mo	N	Ti	Al	Zr	O	H	домішок
0,2-0,5	до 0.1	0.8 - 2.3	2 - 3	до 0.05	85.46 - 91.35	5.5 - 7	до 0.5	до 0.18	до 0.015	інші, кожна 0.05; всього 0.1

Примітка: Ti – основа; процентний вміст Ti дано приблизно

Таблиця 1.3 – Механічні властивості при T=20°C матеріалу ВТЗ-1

Сортамент	Твердість, HB, МПа	σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ_5	KCU	T/O
-	269 – 363	МПа	МПа	%	кДж / м ²	-
Штамування		1040-1118	310	14-20	300-400	відпал

На операції 005 для зняття внутрішніх напружень, що виникають при механічній обробці і інших роботах, деталь «Перехідник» піддають ізотермічному відпалу. Деталь нагрівається до 870-920 °C, витримується, а

потім охолоджується до $600-650^{\circ}\text{C}$, охолодження відбувається з піччю або деталь переноситься в іншу піч. Охолодження відбувається на повітрі.

Також на операції 125 деталь піддається хімічному нікелюванню.

Покриття, що осаджується в процесі хімічного нікелювання, не є чистим нікелевим, як при електричному нікелюванні, а складається зі сплаву нікелю з фосфором.

1.2 Визначення типу виробництва

Проектування технологічного процесу залежить від безлічі факторів, у тому числі і від типу виробництва та організаційної форми виробництва.

Тип виробництва, визначається за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності й обсягу випуску, виробів: одиничне, серійне, масове.

Тип виробництва попередньо визначають на початковій стадії розробки технологічного процесу в залежності від річного обсягу випуску і маси деталі.

Маса деталі «Перехідник» 2,73 кг, річна програма випуску $N = 4500$ штук, що відповідає серійному типу виробництва [1, табл. 2.2, с. 22].

Серійне виробництво характеризується виготовленням обмеженою номенклатури заготовок партіями або серіями, які повторюються через певний проміжок часу, і широкою спеціалізацією робочих місць.

Форма організації виробництва, визначається за ознакою рівня спеціалізації робочих місць: потокова, непотокове і групова.

Серійного виробництва відповідає непотокове і групова форма організації. Запуск заготовок у виробництво здійснюється партіями з певною періодичністю.

Кількість заготовок в партії для одночасного запуску визначається за формулою:

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

де $a = 3, 5, 10, 20, 60, 125$ днів – періодичність запуску деталей у виробництво або кількість днів, на які необхідно забезпечити запас деталей для роботи складального цеху, приймаємо, $a = 10$ днів.

N – річна програма випуску, штук;

250 – кількість робочих днів у році.

$$n = \frac{10 \cdot 4500}{250} = 180, \text{ штук.}$$

1.3 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

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

Метод отримання заготовки для деталі «перехідник» – гаряче штампування. 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.

Перший метод – штампування в закритих штампах на молотах. Визначаємо точність поковки - Т4 [2, табл. 5.13, с. 58]. Ступінь складності поковки – С1 [2, с. 60]. Група матеріалу – М1 [2, с. 59].

Визначаємо вихідний індекс $I_v = 11$ [2, додаток В, с.82]. Призначаємо припуски на сторону [2, табл. 5.15, с. 63] і заносимо їх в табл. 1.4. Визначивши номінальні розміри поковки визначаємо допуски на них і відхилення розмірів поковок [2, табл.5.16, с. 65] і заносимо їх в табл. 1.4. Поверхня роз'єму штампа – плоска, квалітет точності IT17, шорсткість поверхні Ra 80.

Далі призначаємо штампувальні ухили [2, табл.5.17, с. 66]. Вони служать для полегшення заповнення порожнини штампа і видалення з неї поковки. Штампувальні ухили рівні:

- зовнішні $1^\circ \dots 7^\circ$, приймаємо 7° ;
- внутрішні не більше 10° , приймаємо 10° .

Визначаємо найменші радіуси заокруглень кутів поковки [2, табл. 5.18, с. 67]: зовнішній – 2 мм, внутрішній – 6 мм. Отримані дані проставляєм на рис. 1.3.

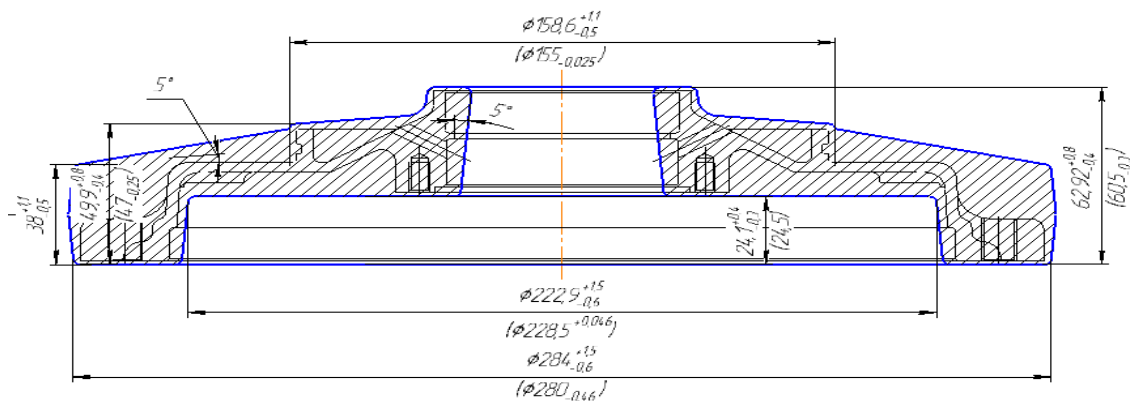


Рисунок 1.3 – Заготівка – штамповка, що отримана на молотах

Таблиця 1.4 – Значення розмірів заготовки штамповки на молотах

Нормальний розмір, мм	Шорсткість	Ряд припусків, мм	Табличний допуск, мм	Розрахунок фактичного розміру	Фактичний розмір, мм
Ø155	3,2	1,7	$\begin{smallmatrix} +1,4 \\ -0,8 \end{smallmatrix}$	Ø155+3,4	Ø158,4 $\begin{smallmatrix} +1,4 \\ -0,8 \end{smallmatrix}$
Ø228,5	1,6	1,8	$\begin{smallmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{smallmatrix}$	Ø228,5-3,6	Ø224,9 $\begin{smallmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{smallmatrix}$
Ø280	12,5	1,7	$\begin{smallmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{smallmatrix}$	Ø280+3,4	Ø283,4 $\begin{smallmatrix} +1,8 \\ -1,0 \end{smallmatrix}$
Ø75	12,5	1,3	$\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$	Ø75+2,6	Ø77,6 $\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$
Ø62,5	6,3	1,6	$\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$	Ø62,5-3,2	Ø59,3 $\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$
24,5	12,5	1,2	$\begin{smallmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$	24,5-2,4	22,1 $\begin{smallmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$
47	6,3	1,6	$\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$	47+3,2	50,2 $\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$
60,5	6,3	1,6	$\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$	60,5+3,2	63,7 $\begin{smallmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$
35	3,2	1,5	$\begin{smallmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$	35+3	38 $\begin{smallmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$

Другий метод – штампування на кривошипних гарячештампувальних пресах.

За допомогою програми КОМПАС-3D було визначено масу поковки $M_{\text{п}} = 3,55$ кг. Визначаємо точність поковки – Т3 [2, табл. 5.10, с. 40].

Ступінь складності поковки – С1 [2, с. 60]. Група матеріалу – М1 [2, с. 59].

Визначаємо вихідний індекс $I_{\text{в}} = 9$ [2, дод. 3, с. 82]. Призначаємо припуски на сторону [2, табл. 5.15, с. 63] і заносимо в табл. 1.5.

Визначивши номінальні розміри поковки визначаємо допуски на них і відхилення розмірів поковок [2, табл. 5.16, с. 65], і заносимо в табл. 1.5.

Поверхня роз'єму штампа – плоска, квалітет точності IT15, шорсткість поверхні Ra 50.

Далі призначаємо штампувальні ухили [2, табл. 5.17, с. 66].

Штампувальні ухили рівні: зовнішні $3^{\circ} \dots 5^{\circ}$, внутрішні $5^{\circ} \dots 7^{\circ}$.

Визначаємо найменші радіуси заокруглень кутів поковки [2, табл. 5.18, с. 67]: зовнішній – 2 мм, внутрішній – 6 мм.

Заготовка – штамповка, отримана на КГШП представлена на рис. 1.4.

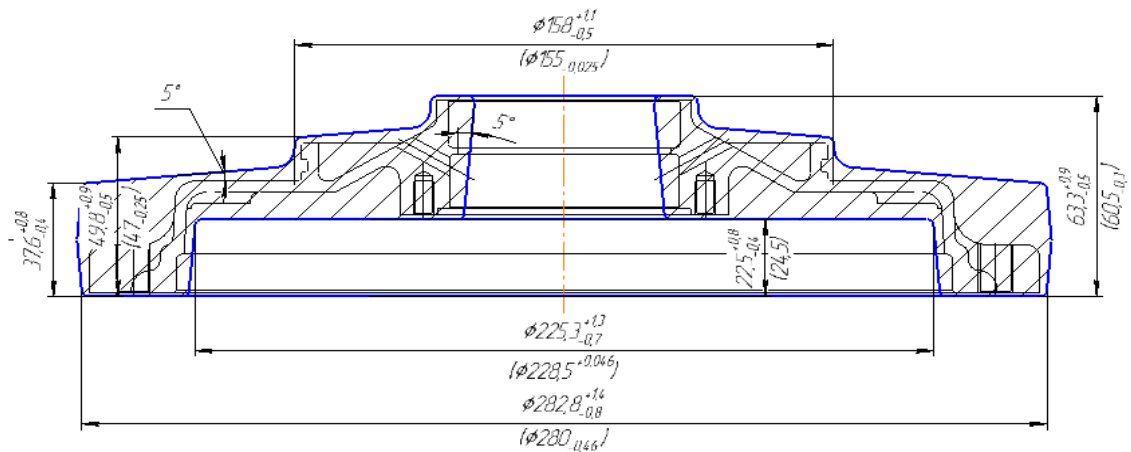


Рисунок 1.4 – Заготовка-штамповка, отримана на КГШП

Таблиця 1.5 – Значення розмірів заготовки КГШП

Нормаль- ний розмір, мм	Шорсткість	Ряд припусків , мм	Таблични й допуск, мм	Розрахунок фактичного розміру	Фактичний розмір, мм
Ø155	3,2	1,5	+1,1 -0,5	Ø155+3	Ø158 ^{+1,1} -0,5
Ø228,5	1,6	1,6	+1,3 -0,7	Ø228,5-3,2	Ø225,3 ^{+1,3} -0,7
Ø280	12,5	1,4	+1,4 -0,8	Ø280+2,8	Ø282,8 ^{+1,4} -0,8
Ø75	12,5	1,2	+0,9 -0,5	Ø75+2,4	Ø77,4 ^{+0,9} -0,5
Ø62,5	6,3	1,4	+0,9 -0,5	Ø62,5-2,8	Ø59,7 ^{+0,9} -0,5
24,5	12,5	1,0	+0,8 -0,4	24,5-2	22,5 ^{+0,8} -0,4
47	6,3	1,4	+0,9 -0,5	47+2,8	49,8 ^{+0,9} -0,5
60,5	6,3	1,4	+0,9 -0,5	60,5+2,8	63,3 ^{+0,9} -0,5
35	3,2	1,3	+0,8 -0,4	35+2,6	37,6 ^{+0,8} -0,4

Вартість заготовок, одержуваних методом штампування на молотах і пресах, можна визначити за формулою:

$$B = \frac{B_6}{1000} \cdot M_3 \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II} - (M_3 - m) \frac{B_{отд}}{1000}, \quad (1.2)$$

де: $B_6 = 62000$ грн – базова вартість виготовлення 1 тонни заготовок;

$B_{отх} = 7000$ грн – вартість 1 тонни стружки;

M_3 – маса заготовки;

$m = 2,73$ кг – маса деталі;

K_m – коефіцієнт, що враховує клас точності [3, с.14, табл 1.6];

K_M – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки [3, с.14, табл 1.7];

K_c – коефіцієнт, що враховує групу складності [3, с.14, табл 1.8];

K_g – коефіцієнт, що враховує масу заготовки [3, с.15, табл 1.9];

K_n – коефіцієнт, що враховує розмір річної програми випуску [3, с.15, табл 1.10].

Вибрані коефіцієнти заносимо в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Коефіцієнти вартості заготовки

Метод отримання	K_m	K_M	K_c	K_B	K_n
на молотах	0,9	2,2	0,82	1,33	1
на кривошипному пресі	0,9	2,2	0,82	1,33	1

Вартість штамповки на молотах:

$$B_1 = \frac{62000}{1000} \cdot 3,63 \cdot 0,9 \cdot 2,2 \cdot 0,82 \cdot 1,33 \cdot 1 - (3,63 - 2,73) \cdot \frac{7000}{1000} = 42,3 \text{ грн.}$$

Вартість штамповки на кривошипному пресі:

$$B_2 = \frac{62000}{1000} \cdot 3,55 \cdot 0,9 \cdot 2,2 \cdot 0,82 \cdot 1,33 \cdot 1 - (3,55 - 2,73) \cdot \frac{7000}{1000} = 41,8 \text{ грн.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$\eta = \frac{m}{M_3}, \quad (1.3)$$

При отриманні штампування на молоті згідно з формулою (1.3):

$$\eta_1 = \frac{2,73}{3,63} = 0,75.$$

При отриманні заготовки на кривошипному пресі згідно з формулою (1.3):

$$\eta_1 = \frac{2,73}{3,55} = 0,77.$$

При порівнянні двох методів отримання заготовки, отримані значення $\eta_1 < \eta_2$, отже приймаємо другий метод – штамповка, отримана на кривошипному гарячештамповочному пресі.

Всі результати розрахунків, виконаних вище, заносяться до порівняльної табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Порівняльні показники двох методів отримання заготовок

Показники	Позначення	Одиниці виміру	Метод	
			молот	КГШП
маса заготовки	Q	Кг	3,63	3,55
базова вартість 1т	C_0	Грн	62000	62000
коефіцієнти	K_m	---	0,9	0,9
	$K_{\text{м}}$	---	2,2	2,2
	$K_{\text{в}}$	---	0,82	0,82
	K_c	---	1,33	1,33
	K_n	---	1	1
вартість 1т стружки	$S_{\text{отх}}$	Грн	7000	7000
вартість заготовки	C	Грн	42,3	41,8
коефіцієнт використання матеріалу	η	---	0,75	0,77

1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

У звичайному випадку конструкція деталі вважається технологічною, якщо вона забезпечує просте і економне виробництво. Загальними критеріями оцінки технологічності деталі є абсолютне значення трудомісткості – T і технологічної собівартості – B її виробництва. Оцінити показники T і B на початковому етапі проектування ТП неможливо через відсутність необхідних вихідних даних.

Технологічність деталі на початковому етапі проектування ТП можна визначити за допомогою ряду показників.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$\eta = \frac{m}{M_3}, \quad (1.4)$$

де m – маса деталі;

M_3 – маса заготовки.

$$\eta = \frac{2,73}{3,55} = 0,77 < 0,8.$$

За коефіцієнтом використання матеріалу видно, що значна частина матеріалу йде у відходи (стружку). Тому за цим параметром деталь нетехнологічна.

Коефіцієнт уніфікації конструкції елементів деталі:

$$K_{ye} = \frac{Q_{ye}}{Q_e}, \quad (1.5)$$

де: $Q_3 = 28$ – загальна кількість конструктивних елементів.

$Q_{y3} = 9$ – кількість уніфікованих елементів.

Визначаємо коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі за формулою (1.5):

$$K_{ye} = \frac{9}{28} = 0,32,$$

Так як коефіцієнт уніфікації $K_{ye} = 0,32 < 0,6$, то деталь не є технологічною.

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{TO} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} > 0,8, \quad (1.6)$$

де: A_{cp} – середнє значення квалітету точності.

$$A_{cp} = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.7)$$

де: A_i – квалітет точності i -ї елементарної поверхні;

n_i – кількість розмірів відповідного квалітету;

$$A_{cp} = \frac{6 \cdot 2 + 7 \cdot 2 + 11 \cdot 3 + 12 \cdot 22}{28} = 11,5.$$

$$K_{TO} = 1 - \frac{1}{11,5} = 0,91.$$

Так як $K_{TO} = 0,91 > 0,8$ то деталь можна вважати технологічною за даним показником.

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} < 0,32, \quad (1.8)$$

де B_{cp} – середнє значення показника шорсткості по робочим кресленням:

$$B_{cp} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (1.9)$$

де B_i – клас шорсткості i -ї елементарної поверхні;

n_i – кількість поверхонь відповідного класу шорсткості.

$$B_{cp} = \frac{0,8 \cdot 12 + 1,6 \cdot 11 + 3,2 \cdot 2 + 12,5 \cdot 3}{28} = \frac{71,7}{28} = 2,56.$$

$$K_{ш} = \frac{1}{1,25} = 0,39.$$

Так як, $K_{ш} = 0,39 > 0,32$ то можна сказати, що за показником коефіцієнта шорсткості деталь не є технологічною.

За двома з чотирьох показників деталь є технологічною. Якщо деталь хоч по одному показнику не є технологічною, то в цілому її можна вважати нетехнологічною.

1.4.2 Проектування МОП

Заготовка КГШП має шорсткість поверхні Ra50, розміри поковки з точністю по h15, H15, IT15.

Розраховуємо уточнення для поверхонь деталі (табл. 1.5) $\varepsilon_{отд}$ (по діаметру) і $\varepsilon_{отRa}$ (по шорсткості) за формулами:

$$\varepsilon_{\text{ord}} = \frac{Td_{\text{заг}}}{Td_{\text{дет}}}. \quad (1.10)$$

$$\varepsilon_{\text{отRa}} = \frac{Ra_{\text{заг}}}{Ra_{\text{дет}}}. \quad (1.11)$$

$$\varepsilon_{\text{ord1}} = \frac{2,8}{0,52} = 5,38$$

$$\varepsilon_{\text{отRa1}} = \frac{50}{12,5} = 4$$

$$\varepsilon_{\text{ord4}} = \frac{1}{0,16} = 6,25$$

$$\varepsilon_{\text{отRa4}} = \frac{50}{3,2} = 15,62$$

$$\varepsilon_{\text{ord5}} = \frac{0,19}{0,019} = 10$$

$$\varepsilon_{\text{отRa5}} = \frac{50}{3,2} = 15,62$$

$$\varepsilon_{\text{ord6}} = \frac{1,4}{0,25} = 5,6$$

$$\varepsilon_{\text{отRa6}} = \frac{50}{6,3} = 7,93$$

$$\varepsilon_{\text{ord10}} = \frac{1,4}{0,3} = 4,66$$

$$\varepsilon_{\text{отRa31}} = \frac{50}{6,3} = 7,93$$

$$\varepsilon_{\text{ord12}} = \frac{1,4}{0,19} = 7,37$$

$$\varepsilon_{\text{отRa12}} = \frac{50}{6,3} = 7,93$$

$$\varepsilon_{\text{ord14}} = \frac{1,6}{0,025} = 64$$

$$\varepsilon_{\text{отRa14}} = \frac{50}{3,2} = 15,62$$

$$\varepsilon_{\text{ord15}} = \frac{1,4}{0,3} = 4,6$$

$$\varepsilon_{\text{отRa15}} = \frac{50}{12,5} = 4$$

$$\varepsilon_{\text{ord24}} = \frac{2}{0,046} = 43,5$$

$$\varepsilon_{\text{отRa24}} = \frac{50}{1,6} = 31,25$$

$$\varepsilon_{\text{ord31}} = \frac{0,19}{0,03} = 6,3$$

$$\varepsilon_{\text{отRa31}} = \frac{6,3}{1,6} = 3,94$$

Розраховуємо кількість переходів k , за формулою:

$$k = 2\lg\varepsilon_{\text{oj}}. \quad (1.12)$$

$$k_1 = 2\lg 5,38 = 1,46 \text{ пр. 2}$$

$$k_{12} = 2\lg 7,37 = 1,73 \text{ пр. 2}$$

$$k_4 = 2\lg 6,25 = 1,59 \text{ пр. 2}$$

$$k_{14} = 2\lg 64 = 3,61 \text{ пр. 3}$$

$$k_5 = 2\lg 10 = 2 \text{ пр. 2}$$

$$k_{15} = 2\lg 4,6 = 1,32 \text{ пр. 2}$$

$$k_6 = 2\lg 5,6 = 1,49 \text{ пр. 2}$$

$$k_{24} = 2\lg 43,5 = 3,27 \text{ пр. 3}$$

$$k_{10} = 2\lg 4,66 = 1,33 \text{ пр. } 2$$

$$k_{31} = 2\lg 6,3 = 1,6 \text{ пр. } 2$$

Результати розрахунків і маршрути обробки поверхонь заносимо до табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Маршрут обробки поверхні

Характер і показники точності і якості поверхні деталі і заготовки	показник	уточнення	кількість переходів		Різниця показників ППТЯ	МОП		Параметр за переходом		Уточнення	
						i	метод обробки	Td	Ra	ε_{Td}	ε_{Ra}
1) зовнішня циліндрична $\varnothing 280h12_{(-0,52)}$ Ra12,5 Заготовка: $\varnothing 282,8h15_{(-1,4)}^{+0,8}$ Ra50	Td	5,38	1,46	2	IT15 =>h13 =>h12 Ra50 =>Ra25 =>Ra12,5	0	Заготовка IT15;	2,2	50	-	-
						1	Точіння чорнове h13;	0,81	25	2,71	2
						2	Точіння чистове h12.	0,52	12,5	1,55	2
										5,38	4
4) Лине́йный размер $35h11_{(-0,16)}$ Ra3,2 Заготовка $37,6IT15_{(-0,4)}^{+0,8}$ Ra50	Td	6,25	1,59	2	IT15 =>h12 =>h11 Ra50 =>Ra12,5 =>Ra3,2	0	Заготовка IT15;	1,2	50	-	-
						1	точіння чорнове h12;	0,25	12,5	4,8	4
						2	точіння чистове h11.	0,16	3,2	1,56	3,9
										6,36	15,59
5) Внутрішня циліндрична $\varnothing 68H6_{(+0,019)}$ Ra3,2 Заготовка: $\varnothing 62,5H11_{(-0,19)}^{+0,19}$ Ra6,3	Td	10	2	2	H11 =>H8 =>H6 Ra6,3 =>Ra3,2 =>Ra3,2	0	пов.12 H11	0,19	6,3	-	-
						1	точіння чорнове H8;	0,046	3,2	4,1	1,96
						2	точіння чистове H6.	0,019	3,2	2,42	1
										9,95	15,67
6) Лінійний розмір $47h12_{(-0,25)}$ Ra6,3 Заготовка $49,8IT15_{(-0,5)}^{+0,9}$ Ra50	Td	5,6	1,49	2	IT15 =>h13 =>h12 =>Ra50 =>Ra12,5 =>Ra6,3	0	Заготівля IT15;	1,4	50	-	-
						1	точіння чорнове h13;	0,39	12,3	3,5	4
						2	точіння чистове h12.	0,25	6,3	1,56	2,24
										5,6	7,93

1.4.3 Проектування маршруту виготовлення деталі (МВД)

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вирішують головне завдання технології – забезпечити потрібну якість, максимальну продуктивність, мінімальну собівартість і мінімум шкідливих впливів на навколишнє середовище. Технологічні основи вирішення цього завдання закладаються при призначенні переходів маршрутів обробки поверхонь (МОП), а організаційні основи – при формуванні операцій маршруту виготовлення деталі (МВД).

Маршрут виготовлення деталі (МВД) – це загальний план, в якому на основі компонування раніше розроблених МОП встановлено склад і послідовність операцій технологічного процесу, зазначені тип і модель верстата, встановлені технологічні комплекси, розроблені схеми установок, наведені вхідні і вихідні характеристики оброблюваних поверхонь і т.п.

Маршрут виготовлення деталі представлений на плакаті в графічній частині магістерської роботи.

1.5 Визначення операційних припусків і розмірів заготовки

1.5.1 Розрахунок операційних припусків і розмірів заготовки розрахунково-аналітичним методом

Розрахунок міжопераційних припусків на зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 155h6(-0,025)$ аналітичним методом.

Розраховуємо сумарне відхилення $\rho_{\text{сум}}$ за формулою:

$$\rho_{\text{сум}} = \sqrt{\rho_{\text{зм}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2}, \quad (1.13)$$

де $\rho_{зм} = 1$ мкм [5, с.25, табл. 3.9] – відхилення зміщення.
 $\rho_{зм} = 1 \cdot 12 = 12$ мкм.
 $\rho_{кор} = 0,15$ мкм [5, с.25, табл. 3.9] – короблення штампуваних заготовок $\rho_{кор} = 0,8 \cdot 12 = 9,6$ мкм.

$$\rho_{сум1} = \sqrt{12^2 + 9,6^2} = 15,37,$$

Глибину дефектного шару h_i , мкм і шорсткість Rz , мкм вибираємо по [5, с.23, табл. 3.7].

Похибка установки на операції, що виконується, вибираємо по [5, с.26, табл. 3.10]:

$$\varepsilon_{1(\text{розточ.})} = \varepsilon_{\text{табл}} = 500 \text{ мкм.}$$

Заготовка: $h_i = 200$ мкм, $Rz = 100$.

Точіння чорнове: $h_i = 50$ мкм, $Rz = 80$, $\rho_{сум1} = 15,37$.

Точіння напівчистове: $h_i = 40$ мкм, $Rz = 30$,

$$\rho_i = k_{yi} \cdot \rho_{i-1}, \quad (1.14)$$

де k_{yi} – коефіцієнт уточнення, $k_{y2} = 0,06$

$$\rho_2 = 0,06 \cdot 15,37 = 0,92 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ мкм.}$$

Точіння чистове: $h_i = 20$ мкм, $Rz = 15$, $\rho_3 = 0,05 \cdot 0,92 = 0,046$ мкм;
 $\varepsilon_2 = 0,04 \cdot 25 = 1$ мкм.

Мінімальний припуск $2Z_i^{\min}$, мм розраховуємо за формулою:

$$\begin{aligned} 2Z_i^{\min} &= 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{сум(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2} \right]; \\ 2Z_1^{\min} &= 2 \left[100 + 200 + \sqrt{15,37^2 + 500^2} \right] = 1600 \text{ мкм.} \\ 2Z_2^{\min} &= 2 \left[80 + 50 + \sqrt{0,92^2 + 25^2} \right] = 310 \text{ мкм.} \\ 2Z_3^{\min} &= 2 \left[30 + 40 + \sqrt{0,46^2 + 1^2} \right] = 142 \text{ мкм.} \end{aligned} \quad (1.15)$$

Визначаємо номінальний припуск Z_i^H , мм:

$$2Z_1^H = 1,6 + 0,5 = 2,1;$$

$$2Z_2^H = 0,31 + 0,4 = 0,71;$$

$$2Z_3^H = 0,14 + 0,1 = 0,21;$$

Розраховуємо максимальне значення припусків $2Z_i^{max}$:

$$2Z_1^{max} = 1,6 + 1,6 + 0,4 = 3,6;$$

$$2Z_2^{max} = 0,4 + 0,31 + 0,1 = 0,81;$$

$$2Z_3^{max} = 0,1 + 0,14 + 0,025 = 0,265;$$

Розраховуємо номінальні діаметри d_i^H , мм:

$$d_1^H = 155 + 0,21 = 155,21;$$

$$d_2^H = 155,21 + 0,71 = 155,92;$$

$$d_3^H = 155,92 + 2,1 = 158,02.$$

Таблиця 1.9 – Припуск на поверхню – $\emptyset 155_{-0,025}$

Поверхня МОП	Граничне відхилення		Допуск	Припуск номінальний	найменший розмір	Виконавчий розмір	Припуск	
	es	ei	Td ₁	Z_i^H	d_i^H	d_i	Z_i^{max}	Z_i^{min}
0) Заготовка	1,1	0,5	1,6	-	$\emptyset 158,02$	$\emptyset 158_{-0,8}^{+1,4}$	-	-
1)Точіння чорнове;	0	0,4	0,4	2,1	$\emptyset 155,92$	$\emptyset 156_{-0,4}$	4,8	1,6
2)Точіння напівчистове;	0	0,1	0,1	0,71	$\emptyset 155,21$	$\emptyset 155,2_{-0,1}$	0,8	0,31
3)Точіння чистове	0	0,025	0,025	0,21	$\emptyset 155$	$\emptyset 155_{-0,025}$	0,4 2	0,14

Виконуємо перевірку вірності розрахунків:

$$3,6 - 1,6 = 1,6 + 0,4 = 2$$

$$0,81 - 0,31 = 0,4 + 0,1 = 0,5$$

$$0,265 - 0,14 = 0,1 + 0,025 = 0,125$$

Всі розрахунки виконані вірно.

1.5.2 Розрахунок операційних припусків та розмірів заготовки табличним методом

Визначемо припуски та технологічні розміри табличним методом для зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 280h12(-0.052)$.

Мінімальний припуск $Z_i^{\min}$ приймаємо по [5, с.42, табл.4.3] і заносимо в таблицю 1.9.

Визначаємо номінальний припуск Z_i^H , мм за формулою:

$$\begin{aligned} 2Z_i^H &= 2Z_i^{\min} + Td_{i-1}; \\ 2Z_1^H &= 2,8 + 0,8 = 3,6; \\ 2Z_2^H &= 0,3 + 0,81 = 1,11; \end{aligned} \quad (1.16)$$

Розраховуємо максимальний припуск $2Z_i^{\max}$, мм за формулою:

$$\begin{aligned} 2Z_1^{\max} &= Td_{i-1} + 2Z_i^{\min} + Td_i; \\ 2Z_1^{\max} &= 2,2 + 2,8 + 0,81 = 5,81; \\ 2Z_2^{\max} &= 0,81 + 0,3 + 0,52 = 1,63; \end{aligned} \quad (1.17)$$

Розраховуємо номінальні діаметри d_i^H , мм за формулою:

$$\begin{aligned} d_{i-1}^H &= d_i^H + 2Z_i^H; \\ d_1^H &= 280 + 1,11 = 281,11; \\ d_2^H &= 281,11 + 3,6 = 284,71; \end{aligned} \quad (1.18)$$

Таблиця 1.10 – Припуск на поверхню $\varnothing 280_{-0,52}$

Поверхня МОП	Граничне відхилення		Допуск	Припуск номінальний	Найменший розмір	Виконавчий розмір	Припуск	
	es	ei	Td ₁	Z_i^H	d_i^H	d_i	$Z_i^{\max}$	$Z_i^{\min}$
0) Заготовка	1,4	0,8	2,2	-	$\varnothing 284,71$	$\varnothing 285^{+1,4}_{-0,8}$	-	-
1) точіння чорнове;	0	0,81	0,81	3,6	$\varnothing 281,11$	$\varnothing 281,2_{-0,81}$	5,8	3,6
2) Точіння чистове	0	0,52	0,52	1,11	$\varnothing 280$	$\varnothing 280_{-0,52}$	1 1,6 3	1,11

Виконуємо перевірку вірності розрахунків:

$$2Z_i^{max} - 2Z_i^{min} = Td_{i-1} + Td_i \quad (1.19)$$

$$5,81 - 2,8 = 2,2 + 0,81 = 3,01$$

$$1,63 - 0,3 = 0,81 + 0,52 = 0,33$$

$$d_{заг}^H - d_{дет}^H = Z_o^H \quad (1.20)$$

$$284,71 - 280 = 4,71$$

Всі розрахунки виконані вірно.

1.6 Розрахунок режимів різання

1.6.1 Операція 015 (токарна)

Верстат: Токарний мод. 1М63Ф101.

Матеріал: титановий сплав ВТ3-1, ГОСТ 19807-91.

Твердість: НВ = 269-363 МПа, $\sigma_B = 1000$ МПа.

Виробництво - серійне, N = 4500 шт.

Заготівля - штампування на КГШП нормальної точності.

Операційний ескіз до операції представлений на рис. 1.5.

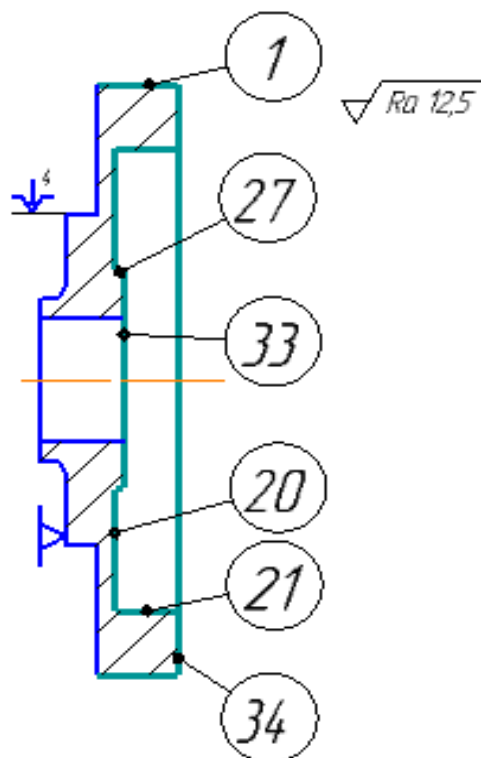


Рисунок 1.5 – Операційний ескіз до операції 015

1-й перехід - підрізати торець 34.

Різець токарний підрізний відігнутий 2112-0084 ВК6 ГОСТ 18868-73.

Глибина різання: $t = 37,9 - 36,06 = 1,84$ мм.

Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = l_{різ} + (y + \Delta), \quad (1.21)$$

де $L_{різ} = 30,55$ мм.

$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi$ – величина врізання інструменту.

$\Delta = 5$, мм – величина перебігу інструменту.

φ – головний кут в плані.

$$y = 1,84 \cdot \operatorname{ctg} 45 = 1,84 \text{ мм}$$

$$L_{px} = 30,55 + 5 + 1,84 = 37,39 \text{ мм}$$

Подача:

$$S_o = S_{\text{табл.}} \cdot K_{s_0}, \quad (1.22)$$

де $S_{\text{табл.}} = 0,6$ мм/об [6, табл.28, с. 238].

де K_{s_0} – поправочний коефіцієнт.

$$K_{s_0} = K_{s_{\Pi}} \cdot K_{s_{\Pi}} \cdot K_{s_{\Phi}} \cdot K_{s_3} \cdot K_{s_{\text{ж}}} \cdot K_{s_{\text{м}}}, \quad (1.23)$$

де $K_{s_{\Pi}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні [6, с. 239, табл. 30];

$K_{s_{\Pi}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту [6, с. 239, табл.30];

$K_{s_{\Phi}} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує форму оброблюваної поверхні [6, с. 239, табл.30];

$K_{s_3} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив гартування [6, с. 239, табл.30] ;

$K_{s_{\text{ж}}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи [6, с. 239, табл.30];

$K_{s_{\text{м}}} = 0,85$ – коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі [6, с. 239, табл.30];

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{s_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,68.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,68 \cdot 0,6 = 0,41 \text{ мм/об}$$

Приймаємо $S=0,4\text{мм}$.

Швидкість різання: $v_T = 56 \text{ м/хв}$ [6, табл.46, с. 249]:

$$v = v_T \cdot K_v, \quad (1.24)$$

де K_v – поправочний коефіцієнт;

$$K_v = K_{v_m} \cdot K_{v_n} \cdot K_{v_\phi} \cdot K_{v_T} \cdot K_{v_{ж}} \cdot K_{v_\pi} \cdot K_{v_o},$$

де $K_{v_m} = 0,8$ – коефіцієнт оброблюваності матеріалу [6,с. 21,таб.1];

$K_{v_n} = 1$ – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту

[6,с. 244,таб.37];

$K_{v_\phi} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив кута в плані [6,с. 244,таб.37] ;

$K_{v_T} = 1$ – коефіцієнт, що враховує вид обробки [6, стор.244, таб.37];

$K_{v_{ж}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує жорсткість технологічної системи

[6, стор.244, таб.37];

$K_{v_\pi} = 1$ – коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні [6,с. 245,таб.37];

$K_{v_o} = 1$ – коефіцієнт що враховує вплив МОР [6, стор.245, таб.37].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8$$

визначаємо швидкість:

$$v = 56 \cdot 0,8 = 44,8 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 44,8}{3,14 \cdot 284} = 50,2 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (1.26)$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{cm} = 50 \text{ об/хв}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 284 \cdot 50}{1000} = 44,3 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (1.27)$$

Основний час, хв:

$$t_o = \frac{L}{n \cdot S_o} \cdot i, \quad (1.28)$$

де i – кількість проходів, $i = 1$.

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{36,55}{50 \cdot 0,41} \cdot 1 = 1,78 \text{ хв.}$$

2-й перехід: точіння чорнове поверхні 1.

Інструмент: різець прохідний відігнутий 2102-0021 Т15К6 ГОСТ18877-73.

Глибина різання: $t = \frac{287,1-282,1}{2} = 2,5 \text{ мм.}$

Довжина робочого ходу: $L_{рез} = 36,06 \text{ мм; } y = 2,5 \cdot 1 = 2,5 \text{ мм; } \Delta = 5, \text{ мм.}$

$$L_{px} = 36,06 + 2,5 + 5 = 43,56 \text{ мм}$$

Подача:

$$S_{\text{табл.}} = 0,6 \text{ мм/об [6, табл.28, с. 238].}$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт за формулою:

$$K_{s_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,68.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,68 \cdot 0,6 = 0,41 \text{ мм/об}$$

Приймаємо $S = 0,4 \text{ мм/об}$.

Швидкість різання: $v_T = 56 \text{ м/хв [6, табл.46, с. 249].}$

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 56 \cdot 0,8 = 44,8 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 44,8}{3,14 \cdot 287,1} = 49,7 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{cm} = 50 \text{ об/хв}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 287,1 \cdot 50}{1000} = 44,3 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{36,6}{50 \cdot 0,41} \cdot 1 = 1,76 \text{ хв.}$$

3-й перехід: розточити начорно поверхню 21.

Інструмент: різець розточний ГОСТ 18062-72, Т15К6

Глибина різання: $t = \frac{225,8-222,9}{2} = 1,45 \text{ мм}$

Довжина робочого ходу: $L_{рез} = 29,5 \text{ мм}; y = 1,45 \text{ мм}; \Delta = 5, \text{ мм.}$

$$L_{px} = 29,5 + 1,45 + 5 = 35,95 \text{ мм.}$$

Подача:

$$S_{\text{табл.}} = 0,6 \text{ мм/об [6, табл.28, с. 238].}$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{s_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,68.$$

Визначаємо подачу по формулі:

$$S_o = 0,68 \cdot 0,6 = 0,41 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання: $v_T = 56 \text{ м/хв [6, табл.46, с. 249].}$

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 56 \cdot 0,8 = 44,8 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 44,8}{3,14 \cdot 225,78} = 63,2 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{cm} = 63 \text{ об/хв.}$

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 225,78 \cdot 63}{1000} = 54,4 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{32,5}{75 \cdot 0,41} \cdot 1 = 1,06 \text{ хв.}$$

4-й перехід: розточити поверхню 25.

Інструмент: різець розточний ГОСТ 18062-72, Т15К6.

Глибина різання: $t = 27,5 - 22,9 = 4,6$ мм, за 2 прохода по 2,3 мм.

Довжина робочого ходу: $L_{рез} = 63,2$ мм; $y = 4,6$ мм; $\Delta = 5$, мм.

$$L_{px} = 63,2 + 4,6 + 5 = 72,8 \text{ мм.}$$

Подача:

$$S_{\text{табл.}} = 0,6 \text{ мм/об [6, табл.28, с. 238].}$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{s_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,68.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,68 \cdot 0,6 = 0,41 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Швидкість різання: $v_T = 56$ м/хв [6, табл.46, с. 249].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 56 \cdot 0,8 = 44,8 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 44,8}{3,14 \cdot 225,78} = 57,5 \text{ об/хв}$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{cm} = 63 \text{ об/хв}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 225,78 \cdot 63}{1000} = 44,7 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{64,2}{63 \cdot 0,41} \cdot 2 = 4,97 \text{ хв.}$$

5-й перехід: розточити поверхню 27.

Інструмент: різець розточний ГОСТ 18062-72, Т15К6.

глибина різання: $t = \frac{99,4-95,9}{2} = 1,75 \text{ мм}$. Довжина робочого ходу:

$L_{рез} = 4,6 \text{ мм}; y = 1,75 \text{ мм}; \Delta = 5, \text{ мм}$.

$$L_{px} = 4,6 + 1,75 + 5 = 11,35 \text{ мм.}$$

Подача:

$$S_{\text{табл.}} = 0,6 \text{ мм/об [6, табл.28, с. 238].}$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{s_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,68.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,68 \cdot 0,6 = 0,41 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання: $v_T = 56 \text{ м/хв [6, табл.46, с. 249].}$

Визначаємо поправочний коефіцієнт за формулою:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 56 \cdot 0,8 = 44,8 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 44,8}{3,14 \cdot 99,4} = 143,5 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{ст} = 150$ об/мин

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 99,4 \cdot 150}{1000} = 45,2 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{7,6}{150 \cdot 0,41} \cdot 1 = 0,12 \text{ хв.}$$

6-й перехід: точити торець 33.

Інструмент: різець розточний ГОСТ 18062-72, Т15К6.

Глибина різання: $t = 24,1 - 22,9 = 1,2$ мм.

Довжина робочого ходу: $L_{рез} = 14,71$ мм. $y = 1,2$ мм. $\Delta = 5$, мм.

$$L_{px} = 14,71 + 1,2 + 5 = 20,91 \text{ мм.}$$

Подача:

$$S_{\text{табл.}} = 0,6 \text{ мм/об [6, табл.28, с. 238].}$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{s_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,68.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,68 \cdot 0,6 = 0,41 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Швидкість різання: $v_T = 56$ м/мин [6, табл.46, с. 249].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 56 \cdot 0,8 = 44,8 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 44,8}{3,14 \cdot 95,9} = 148,8 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{cm} = 150$ об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 95,9 \cdot 150}{1000} = 45,2 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{20,71}{150 \cdot 0,41} \cdot 1 = 0,34 \text{ хв.}$$

1.6.2 Операція 035 (свердлильна)

Верстат: радіально-свердлильний мод. 2А55.

Операційний ескіз до операції представлений на рис 1.6.

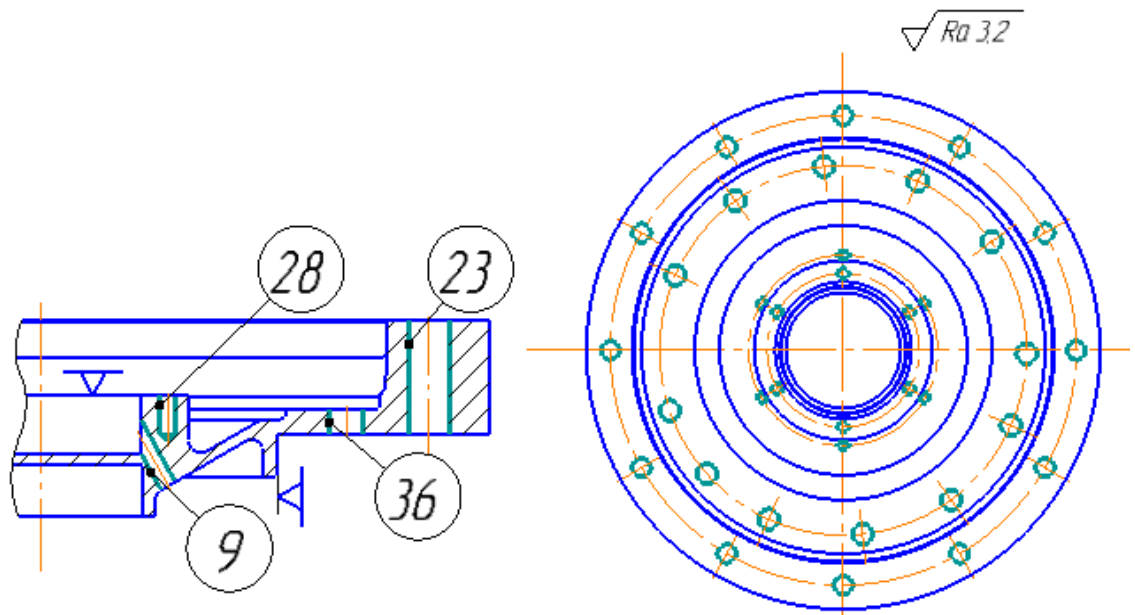


Рисунок 1.7 - Операційний ескіз до операції 035

1-й перехід: свердління 12-ти отворів Ø8,5 мм 23.

Сверлить отверстие Ø8,5, $L_{рез} = 15$, $Ra = 3,2$.

Інструмент: свердло спіральне, з циліндричним хвостовиком – P18, Ø8,5, 2300-0705 ГОСТ 4010-77, $L = 79$ мм, $l = 37$ мм.

Довжина робочого ходу: $L_{р.х.} = l + y$, де $l = 15$ – глибина свердління; $y_{св.} = 0,6 d_{св.} = 0,6 \cdot 8,5 = 5,1$ мм – врізання; $x_{св.} = 2$ мм – вихід свердла.

$$L_{р.х. св.} = 15 + 5,1 + 2 = 22,1 \text{ мм.}$$

Глибина різання:

$$t = \frac{d_{св.}}{2} = \frac{8,5}{2} = 4,25, \text{ мм.} \quad (1.29)$$

Подача при свердлінні: $S_{табл.} = 0,2$ мм/об [6, табл. 64, с. 267].

Де K_s – поправочний коефіцієнт.

$$K_{s_0} = K_{s_l} \cdot K_{s_{ж.}} \cdot K_{s_{и.}} \cdot K_{s_d} \cdot K_{s_m}, \quad (1.30)$$

де $K_{s_l} = 1$ – коефіцієнт, що враховує глибину свердління [6, табл.30, с. 239];

$K_{s_{и.}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту [6, табл.30, с. 239];

$K_{S_d} = 0,75$ – коефіцієнт, що враховує тип оброблюваного отвору [6, табл.30, с. 239];

$K_{S_{ж}} = 1$ – коефіцієнт, що враховує твердість технологічної системи [6, табл.30, с. 239];

$K_{S_m} = 1$ – коефіцієнт, що враховує матеріал оброблюваної деталі [6, табл.30, с. 239].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{S_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,75.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,75 \cdot 0,2 = 0,15 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Швидкість різання: $v_T = 6,4$ м/мин [6, табл.70, с. 273];

K_{v_m} – коефіцієнт оброблюваності матеріалу [6, табл.71, с. 274];

K_{v_i} – коефіцієнт, що враховує властивості матеріалу інструменту [6, табл.71, с. 274];

K_{v_d} – коефіцієнт, що враховує тип отвору [6, табл.71, с. 274];

K_{v_T} – коефіцієнт, що враховує вид обробки [6, табл.71, с. 274];

K_{v_l} – коефіцієнт, що враховує довжину свердління [6, табл.71, с. 274];

K_{v_o} – коефіцієнт що враховує вплив МОР [6, табл.71, с. 274].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,18 \cdot 0,9 = 1,04.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 6,4 \cdot 1,04 = 6,66 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 6,66}{3,14 \cdot 8,5} = 249,5 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{cm} = 250$ об/хв.
Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 8,5 \cdot 250}{1000} = 6,7 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Крутний момент і осьова сила:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D_q \cdot S_y \cdot K_p, \quad (1.31)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D_q \cdot S_y \cdot K_p; \quad (1.32)$$

де значення поправочних коефіцієнтів [5, табл.32, с. 281]: $C_m = 0,041$, $q = 2$, $y = 0,7$, $K_p = K_{mp} = 1,33$.

K_{mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності [5, табл.9, с. 264].

Визначаємо крутний момент і осьову силу:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 8,52 \cdot 0,150,7 \cdot 1,33 = 10,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$C_p = 143$, $q = 1$, $y = 0,7$, [5, табл.32, с. 281].

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 8,5 \cdot 0,150,7 \cdot 1,33 = 4284,2 \text{ Н}.$$

Основний час:

$$t_o = \frac{22,1}{0,15 \cdot 250} \cdot 12 = 6,48 \text{ хв}.$$

2-й перехід: свердління 6-ти отворів $\varnothing 5$ 28.

$$L_{різ} = 13,5, R_a = 3,2.$$

Інструмент: свердло спіральне, з циліндричним хвостовиком – P18, $\varnothing 5$, 2300-0679 ГОСТ 4010-77, $L = 62$ мм, $l = 26$ мм.

Довжина робочого ходу:

$$L_{р.х.} = l + y,$$

де $l = 13,5$ – глибина свердління;

$$Y_{св.} = 0,6 \cdot d_{св.} = 0,6 \cdot 5 = 3 \text{ мм} – \text{врізання}.$$

$$L_{\text{р.х. св.}} = 13,5 + 3 = 16,5 \text{ мм.}$$

глибина різання:

$$t = \frac{d_{\text{св}}}{2} = \frac{5}{2} = 2,5, \text{ мм.}$$

Подача при свердлінні: $S_{\text{табл.}} = 0,12 \text{ мм/об}$ [6,табл. 64, с. 267].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{s_0} = 1,0 \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,375.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,375 \cdot 0,12 = 0,05 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Швидкість різання: $v_T = 25,3 \text{ м/хв}$ [6, табл.70, с. 273].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 1,15.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 25,3 \cdot 1,15 = 29,1 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 29,1}{3,14 \cdot 5} = 1854 \text{ об/хв}$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{\text{см}} = 1900 \text{ об/хв.}$

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1900}{1000} = 29,8 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Розраховуємо крутний момент і осьову силу.

Значення поправочних коефіцієнтів [5, табл.32, с. 281]:

$$C_M = 0,041, q = 2, y = 0,7, K_p = K_{mp} = 1,33.$$

K_{mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності, [5, табл.9, с. 264].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 52 \cdot 0,050,7 \cdot 1,33 = 1,67 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_p = 143, q = 1, y = 0,7, [5, \text{табл.32, с. 281}].$$

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 5 \cdot 0,050,7 \cdot 1,33 = 1168 \text{ Н}$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{16,5}{0,05 \cdot 1900} \cdot 6 = 1,02 \text{ хв.}$$

3-й перехід: свердління 6-ти косих отворів Ø5 поверхню 9.

$$L_{рез} = 18,4, Ra = 3,2.$$

Інструмент: свердло спіральне, з циліндричним хвостовиком – P18, Ø5, 2300-0679 ГОСТ 4010-77, L = 62 мм, l = 26 мм.

Довжина робочого ходу:

$$L_{p.x.} = l + y,$$

де l = 18,4 – глибина свердління;

$$Y_{св.} = 0,6 \cdot d_{св.} = 0,6 \cdot 5 = 3 \text{ мм} – \text{врізання};$$

$$X_{св.} = 2 \text{ мм} – \text{перебіг}.$$

$$L_{p.x. св.} = 18,4 + 3 + 2 = 23,4 \text{ мм.}$$

Глибина різання:

$$t = \frac{d_{св.}}{2} = \frac{5}{2} = 2,5, \text{ мм.}$$

Подача при свердлінні: $S_{\text{табл.}} = 0,12 \text{ мм/об}$ [6,табл. 64, с. 267].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{s_0} = 1,0 \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,375.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,375 \cdot 0,12 = 0,05 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Швидкість різання: $v_T = 25,3 \text{ м/хв}$ [6, табл.70, с. 273].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 1,15.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 25,3 \cdot 1,15 = 29,1 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 29,1}{3,14 \cdot 5} = 1854 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{\text{ст}} = 1900 \text{ об/хв}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1900}{1000} = 29,8 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Розраховуємо крутний момент і осьову силу:

Значення поправочних коефіцієнтів, [5, табл.32, стор.281]: $C_m = 0,041$,
 $q = 2$, $y = 0,7$, $K_p = K_{\text{мр}} = 1,33$.

$K_{\text{мр}}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності [5,табл.9, с. 264].

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,041 \cdot 52 \cdot 0,050,7 \cdot 1,33 = 1,67 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$C_p = 143, q = 1, y = 0,7, [5, \text{табл.32, с. 281}].$$

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 5 \cdot 0,050,7 \cdot 1,33 = 1168 \text{ Н.}$$

Визначаємо операційний:

$$t_o = \frac{23,4}{0,05 \cdot 1900} \cdot 6 = 1,35 \text{ хв.}$$

4-й перехід: свердління 12-ти отворів Ø11.

$$L_{\text{рез}} = 7 \text{ мм, Ra} = 3,2.$$

Інструмент: свердло спіральне, з циліндричним хвостовиком – P18, Ø11, 2300-0719 ГОСТ 4010-77, L = 95 мм, l = 47 мм.

Довжина робочого ходу:

$$L_{\text{р.х.}} = l + y,$$

де l = 7 – глибина свердління;

$$Y_{\text{св.}} = 0,6 \cdot d_{\text{св.}} = 0,6 \cdot 11 = 6,6 \text{ мм – врізання;}$$

$$X_{\text{св.}} = 2 \text{ мм – перебіг.}$$

$$L_{\text{р.х. св.}} = 7 + 6,6 + 2 = 15,6 \text{ мм.}$$

Глибина різання:

$$t = \frac{d_{\text{св.}}}{2} = \frac{11}{2} = 5,5, \text{ мм.}$$

Подача при свердлінні: $S_{\text{табл.}} = 0,12 \text{ мм/об}$ [6, табл. 64, с. 267].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{S_o} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,75.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,75 \cdot 0,27 = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Швидкість різання: $v_T = 5 \text{ м/хв}$ [6, табл.70, с. 273].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,65 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,18 \cdot 0,9 = 1,04.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 5 \cdot 1,04 = 5,2 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 5,2}{3,14 \cdot 11} = 150,6 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{cm} = 150 \text{ об/хв}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 150}{1000} = 5,18 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Розраховуємо крутний момент і осьову силу. Значення поправочних коефіцієнтів, [5, табл.32, с. 281]: $C_M = 0,041$, $q = 2$, $y = 0,7$, $K_p = K_{mp} = 1,33$.

K_{mp} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності [5, табл.9, с. 264].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 112 \cdot 0,20,7 \cdot 1,33 = 21,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$C_p = 143, q = 1, y = 0,7, [5, \text{табл.32, с. 281}].$$

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 11 \cdot 0,20,7 \cdot 1,33 = 6778,4 \text{ Н}$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{15,6}{0,2 \cdot 150} \cdot 12 = 5,4 \text{ хв}.$$

1.6.3 Операція 095 (розточувальна)

Верстат: Координатно-розточний мод. 5ВА

Операційний ескіз до операції представлений на рис. 1.7.

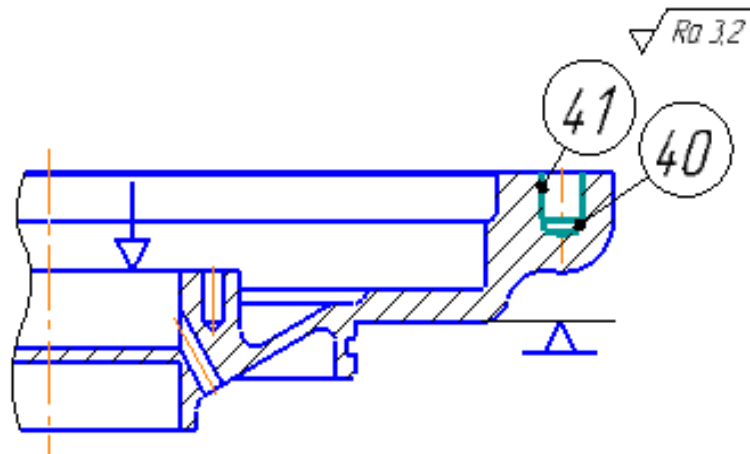


Рисунок 1.7 – Операційний ескіз до операції № 095

1-перехід – розсвердлити отвір 39.

Інструмент: свердло спіральне 2145-0014, ГОСТ 18062-72, P18.

Глибина різання: $t = \frac{8,3}{2} = 4,15$ мм.

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x.} = l + y,$$

де $l = 12$ – глибина свердління;

$$Y_{св.} = 0,6 \cdot d_{св.} = 0,6 \cdot 8,5 = 5,1 \text{ мм – врізання;}$$

$$X_{св.} = 2 \text{ мм – перебіг.}$$

$$L_{p.x. св.} = 12 + 5,1 + 2 = 19,1 \text{ мм.}$$

Подача: $S_{табл} = 0,2$ мм/об [6, табл.28, с. 238].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{s_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,68.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,68 \cdot 0,2 = 0,13 \text{ мм/об}$$

Швидкість різання: $v_r = 25,3 \text{ м/хв}$ [6, табл.46, с. 249].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 25,3 \cdot 0,8 = 20,2 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 20,2}{3,14 \cdot 8,3} = 775 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Приймаємо за паспортом верстата $n_{cm} = 850 \text{ об/хв}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 8,3 \cdot 850}{1000} = 22,7 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{19}{0,13 \cdot 850} \cdot 1 = 0,17 \text{ хв.}$$

2-перехід – розточити начисто отвір 39.

Інструмент: різець розточний 2145-0014, ГОСТ 18062-72, ВК6.

Глибина різання:

$$t = \frac{9 - 8,3}{2} = 0,35 \text{ мм.}$$

Довжина робочого ходу: $L_{\text{різ}} = 12 \text{ мм}$; $y = 0,35 \text{ мм}$; $\Delta = 5, \text{ мм}$.

$$L_{\text{рх}} = 12 + 0,35 + 5 = 17,35 \text{ мм}.$$

Подача: $S_{\text{табл}} = 0,13 \text{ мм/об}$ [6, табл.28, с. 238].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_{S_0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,68.$$

Визначаємо подачу:

$$S_o = 0,68 \cdot 0,13 = 0,09 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

швидкість різання: $v_T = 141 \text{ м/хв}$ [6, табл.46, с. 249].

Визначаємо поправочний коефіцієнт:

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Визначаємо швидкість:

$$v = 141 \cdot 0,8 = 112,8 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 112,8}{3,14 \cdot 8,3} = 3991,2 \text{ об/хв}$$

Приймаються за паспортом верстата $n_{cm} = 2000 \text{ об/хв}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$v = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 2000}{1000} = 56,5 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо основний час:

$$t_o = \frac{16}{0,09 \cdot 2000} \cdot 1 = 0,09 \text{ хв.}$$

За аналогією розраховуємо режими різання на інші операції. Дані зводимо в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Режими різання

№ операції	Режими різання				
	t	s	v	n	t_o
1	2	3	4	5	6
010 Токарна	1,7	0,3	28,8	150	9,34
	1,1	0,3	22,6	150	
	3	0,6	73,4	150	
	2,1	0,6	73,4	150	
	1	0,3	60,8	150	
015 Токарна	1,84	0,41	44,3	50	9,57
	2,5		44,3	50	
	1,45		54,4	63	
	2,3		44,7	63	
	1,75		45,2	150	
	1,2		18,9	250	
025 Токарна	0,48	0,22	121,8	250	16,92
	0,2		53,1	250	
	0,9		68,3	150	
	0,2		55,8	63	
030 Токарна	0,32	0,16	107,2	150	30,9
	0,4		63,6	150	
	0,8		46,2	150	
	0,48		52,7	250	
035 Свердлильна з ЧПК	4,25	0,15	6,7	250	14,25
	2,5	0,05	29,8	1900	
	5,5	0,2	5,18	150	
040 Фрезерна з ЧПК	15	0,014	14,9	350	16,86
	3,5	0,029	16	850	
050 Фрезерна з ЧПК	20	0,06	11	350	11,64
055 Фрезерна з ЧПК	4	0,06	131,8	150	10,2
	3,5	0,06	87,9	350	
065 Токарна	0,48	0,13	106,76	500	4,2
	1,12	0,13	98,1	500	
	0,45	0,13	108,3	150	
	0,11	0,13	121,68	250	
	0,18	0,18	97,34	200	
	0,6	0,13	97,34	200	

Продовження таблиці 1.11

Операции	Режимы резания				
№ операции	t	s	v	n	t_o
1	2	3	4	5	6
070 Токарна	0,24	0,05	131,9	150	33,95
	0,2		143,5	200	
	0,24		108,3	250	
	0,6		121,7	350	
085 Розточна	2,5	0,41	76	250	1,17
095 Розточна	4,15	0,13	22,7	850	0,26
	0,35	0,09	56,5	2000	
100 Фрезерна з ЧПК	11	0,1	13,2	350	8,43
105 Різьбонарізна	0,5	0,5	4,7	250	1,61
	0,75	0,75	7,85		

1.7 Нормування операцій

Операція 015 – Токарна. Загальна основний час:

$$T_{\text{осн.}} = 1,78 + 1,76 + 1,06 + 4,97 + 0,12 + 0,34 = 9,57 \text{ хв.}$$

Розраховуємо допоміжний час:

$$t_{\text{всп.}} = t_{\text{уст.}} + t_{\text{уп.}} + t_{\text{конт.}} + t_{\text{уск. х.}} \quad (1.32)$$

Час на управління верстатом [7, с.202, табл.5.8]:

$$t_{\text{уп.}} = t_{\text{вкл.}} + t_{\text{см. реж.}}, \quad (1.33)$$

де $t_{\text{вкл.}} = 0,03$ – час на включення верстата;

$t_{\text{см. реж.}} = 0,09 \cdot 6 = 0,54$ – час на зміну режимів різання;

$t_{\text{уп.}} = 0,03 + 0,54 = 0,57$ хв;

$t_{\text{конт.}}$ – час на контрольні вимірювання [7, с.207-208, табл.5.12].

$$t_{\text{конт.}} = t_{\text{конт. норм}} i K, \quad (1.34)$$

де $K = 0,3$ – коефіцієнт періодичності перевірки;
 $i = 6$ – кількість вимірювань.

$$\begin{aligned} t_{\text{конт.}} &= 0,02 \cdot 0,3 \cdot 6 = 0,036 \text{ хв.} \\ t_{\text{уск. х.}} &= 0,07 \cdot 6 + 0,09 \cdot 6 = 0,96 \text{ хв.} \\ t_{\text{всп.}} &= 0,29 + 0,57 + 0,036 + 0,96 = 1,86 \text{ хв.} \end{aligned}$$

Визначення оперативного часу:

$$t_{\text{опер.}} = \Sigma t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}} = 9,57 + 1,86 = 11,43 \text{ хв.}$$

Додатковий час [7, с.216, табл.6.3]:

$$\begin{aligned} t_{\text{приб}} &= (\alpha_{\text{тех}} + \alpha_{\text{орг.}} + \alpha_{\text{отд.}}) t_{\text{опер.}} \\ t_{\text{приб}} &= (0,08 + 0,017 + 0,06) \cdot 11,43 = 1,79 \text{ хв} \end{aligned} \quad (1.35)$$

Визначення штучного часу:

$$\begin{aligned} t_{\text{шт.}} &= t_{\text{осн.}} + t_{\text{всп.}} + t_{\text{приб}} \\ t_{\text{шт.}} &= 9,57 + 1,86 + 1,79 = 13,2 \text{ мин} \end{aligned} \quad (1.36)$$

Підготовчо-заключний час [7, с.216, табл.6.4]:

$$T_{\text{п.з.}} = 21 + 10 = 31 \text{ хв,}$$

де 21 хв – нормативний час на наладку верстата, інструменту, пристосування;
 10 хв – нормативний час на отримання інструменту, пристосування, задачу їх після роботи.

Визначення штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (1.37)$$

де n – кількість деталей в партії.

Визначення штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.-кальк}} = 13,2 + \frac{31}{180} = 13,4 \text{ хв.}$$

Операція 035 – Свердлильна.

Загальна основний час:

$$T_{\text{осн.}} = 6,48 + 1,02 + 1,35 + 5,4 = 14,25 \text{ хв.}$$

Розраховуємо допоміжний час [7, с.199, табл.5.6]:

$$t_{\text{всп.}} = 0,14 + 1,11 + 0,036 = 1,29 \text{ хв,}$$

де $t_{\text{вкл.}} = 0,03$ – час на включення станка;

$$t_{\text{см. реж}} = 0,09 \cdot 4 = 0,36 \text{ – час на зміну режимів різання.}$$

$$t_{\text{уп.}} = 0,03 + 0,36 + 0,72 = 1,11 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{конт.}} \text{ – час на контрольні вимірювання [7, с.206, табл.5.10].}$$

Визначаємо час на контрольні вимірювання. $K = 0,3$ – коефіцієнт періодичності перевірки; $i = 36$ – кількість вимірювань:

$$t_{\text{конт.}} = 0,02 \cdot 0,3 \cdot 36 = 0,036 \text{ хв.}$$

Визначення оперативного часу:

$$t_{\text{опер.}} = \Sigma t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}} = 14,25 + 1,29 = 15,54 \text{ хв.}$$

Додатковий час [7, с.216, табл.6.3]:

$$t_{\text{приб}} = (0,08 + 0,017 + 0,06) \cdot 15,54 = 2,44 \text{ хв.}$$

Визначення штучного часу:

$$t_{\text{шт.}} = 14,25 + 1,29 + 2,44 = 17,98 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час [7, с.216, табл.6.4]:

$$T_{п.з.} = 20 + 10 = 30 \text{ хв},$$

де 20 хв – нормативний час на наладку верстата, інструменту, пристосування;

10 хв – нормативний час на отримання інструменту, пристосування, здачу їх після роботи.

Определение штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шт.-кальк} = 17,98 + \frac{30}{180} = 18,1 \text{ хв.}$$

Операція. 095 – Розточна.

Загальна основний час:

$$T_{осн.} = 0,17 + 0,08 = 0,26 \text{ хв.}$$

Розраховуємо допоміжний час:

$$t_{всп.} = 0,29 + 0,18 + 0,006 + 0,09 = 0,57 \text{ хв.}$$

Час на управління верстатом [7, с.202, табл.5.8]:

$$t_{уп.} = 0,03 + 0,18 = 0,21 \text{ хв},$$

де $t_{вкл.} = 0,03$ – час на включення станка;

$t_{см. реж} = 0,09 \cdot 2 = 0,18$ – час на зміну режимів різання;

$t_{конт.}$ – час на контрольні вимірювання [7, с.206, табл.5.10]

Визначаємо час на контрольні вимірювання. $K = 0,3$ – коефіцієнт періодичності перевірки; $i = 1$ – кількість вимірювань:

$$t_{конт.} = 0,02 \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,006 \text{ хв.}$$

$$t_{уск. х.} = 0,09 \cdot 1 = 0,09 \text{ хв.}$$

Визначення оперативного часу:

$$t_{опер.} = \Sigma t_{осн} + t_{всп} = 0,26 + 0,566 = 0,83 \text{ хв.}$$

Додатковий час [7, с.216, табл.6.4]:

$$t_{\text{приб}} = (0,08 + 0,017 + 0,06) \cdot 0,26 = 0,04 \text{ хв.}$$

Визначення штучного часу:

$$t_{\text{шт.}} = 0,26 + 0,57 + 0,04 = 0,87 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час [7, с.216, табл.6.4]:

$$T_{\text{п.з.}} = 5 + 10 = 15 \text{ хв,}$$

де 5 хв – нормативний час на наладку верстата, інструменту, пристосування;

10 мин – нормативний час на отримання інструменту, пристосування, задачу їх після роботи.

Визначення штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{шт.-кальк}} = 0,87 + \frac{15}{180} = 0,95 \text{ хв.}$$

За аналогією розраховуємо інші операції. Дані зводимо в таблицю 1.12.

Таблиця 1.12 – Нормування операцій

№ операції	Нормування				
	t_o	t_b	$t_{\text{опер}}$	$T_{\text{п.з}}$	$T_{\text{шт}}$
010 Токарна	9,34	1,45	10,8	27	10,95
015 Токарна	9,57	1,86	11,4	31	13,4
025 Токарна	16,92	1,86	18,8	27	18,95
030 Токарна	30,9	1,86	32,8	27	32,91
035 Свердлильна з ЧПК	14,25	1,29	15,5	30	18,1
040 Фрезерна з ЧПК	16,86	0,78	17,6	17	17,7
050 Фрезерна з ЧПК	11,64	0,36	12	17	12,1

Продовження таблиці 1.12

№ операції	Нормування				
	t_o	t_B	$t_{\text{опер}}$	$T_{\text{п.з}}$	$T_{\text{шт}}$
055 Фрезерна з ЧПК	10,2	0,36	10,6	17	10,7
065 Токарна	4,2	1,05	5,25	24	7,01
070 Токарна	33,95	1,8	35,8	27	35,95
085 Розточна	1,17	0,57	1,74	15	1,82
095 Розточна	0,26	0,57	0,83	15	0,95
100 Фрезерна з ЧПК	8,43	0,36	8,79	17	8,88
105 Різьбонарізна	1,61	0,57	2,18	30	2,35

1.8 Проектування РТК УП для операції 035 свердління з ЧПК

В даному підрозділі розробляється РТК УП для операції 035 свердління з ЧПК. На кресленні в графічній частині представлено РТК для свердління 12-ті наскрізних отворів під різьбу $\emptyset 8,5$, 12-ти несиметричних наскрізних отворів $\emptyset 11$ і 6-ти глухих отворів під різьбу $\emptyset 6$.

За цим РТК розробляємо керуючу програму на мові АРТ. Керуюча програма:

```

PARTNO/GADUN,2,2
READ/2,SYNON
MACHIN/H33,624
FROM/70,180,80
TL/1
DF1=1/2
CUTTER/DFR1,2
TLON
S/130,C
LX=L/XA
LY=L/YA

```

CLEARP/70,100,80
GCL
RAP,GOTO/(P101=P/70,0,62)
F/150
RAP,GOTO/(P1=P/32,0,62)
RAP,GOTO/(P2=P/32,0,44.5)
GOTO/(P3=P/32,0,36)
GOTO/(P4=P/32,0,44.5)
RAP,GOTO/(P5=P/32,0,62)
RTR
O/OFF
GCL
S/OFF
GH
STOP
FINI

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування

Пристосування спроектовано на операцію 055 для фрезерування лиски діаметром 80 мм і контуру по діаметру 230 мм (рис. 2.1).

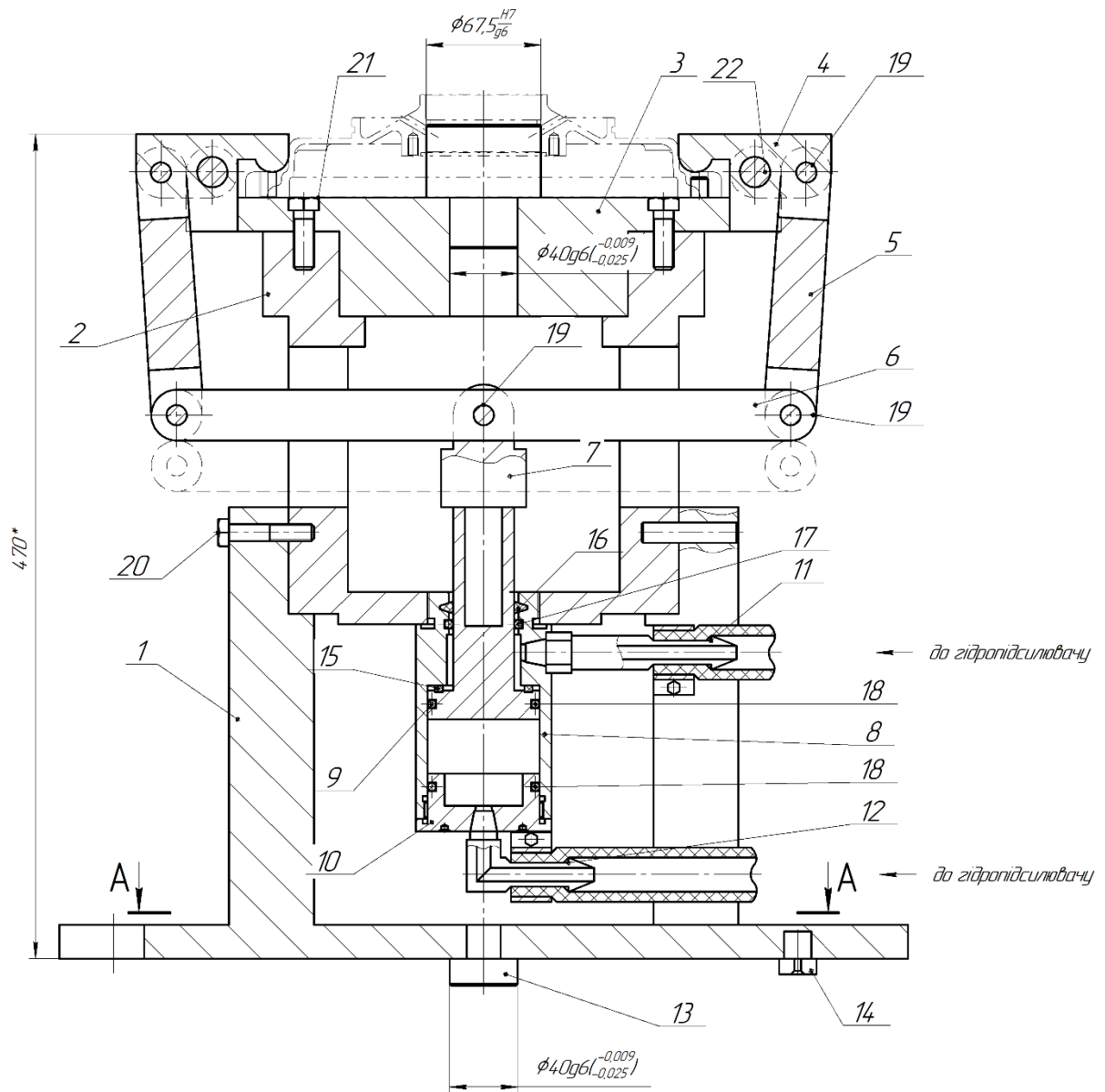


Рисунок 2.1 – Робоче пристосування для фрезерної операції

Пристосування зібрано з корпусів 1 і 2 та плити 3. В корпусі 1 закріплений гідроциліндр 8 з вузлами підведення і відведення рідини 11, 12. В основі корпусу виконані 3 паза шириною 18 мм для кріплення до столу верстата.

Деталь встановлюється в пристосування на циліндричний по отвору діаметром 67,5 мм і зрізаний ромбічний пальці по отвору діаметром 8,5 мм і зверху притискається двома притисками.

При русі поршня вниз (рідина подається в верхню порожнину гідроциліндра), за допомогою штока і відкидний шайби здійснюється закріплення деталей притиском.

Після закінчення обробки рідина подається в нижню порожнину гідроциліндра, переміщаючи шток в початкове положення і таким чином звільняючи деталь.

2.1.2 Розрахунок пристосування на точність

Базування по отворах $\varnothing 67,5H7$ та $\varnothing 8,5H10$ на циліндричний і ромбічний пальці, як показано на рис. 2.2.

Похибка установки:

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.1)$$

де ε_6 – похибка базування деталі в пристосуванні,

ε_3 – похибка закріплення робили в пристосуванні.

Визначаємо похибку базування на осьовий циліндричний палець:

$$\varepsilon_{61} = S_{\text{max}1}.$$

$$S_{max1} = 67,53 - 67,471 = 0,059 \text{ мм.}$$

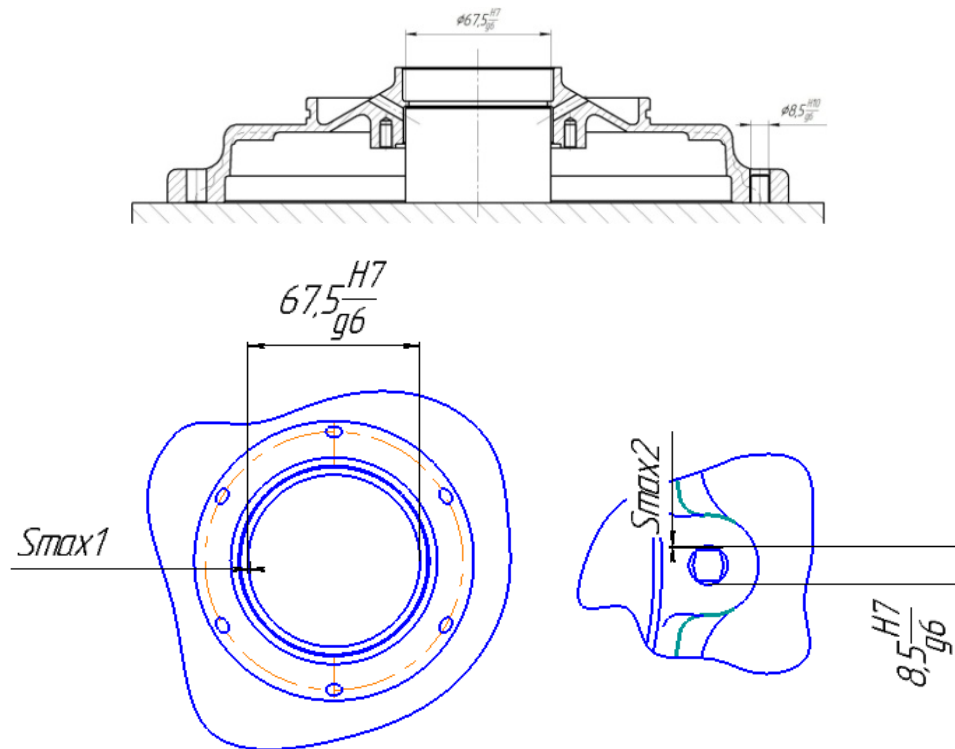


Рисунок 2.2 – Схема базування на осьовий циліндричний і ромбічний пальці

$$\varepsilon_{61} = 0,059 \text{ мм.}$$

Визначаємо похибку базування на ромбічний палець:

$$\varepsilon_{62} = S_{max2}.$$

$$S_{max2} = 8,558 - 8,486 = 0,072 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_6 = 0,072 \text{ мм.}$$

В вищезазначених виразах $S_{max1,2}$ – максимальні зазори між пальцями і отворами.

Знаходимо загальну похибку базування:

$$\varepsilon_6 = S_{max1} + S_{max2} = 0,59 + 0,072 = 0,131, \text{ мм} \quad (2.2)$$

Другий варіант базування на циліндричний і ромбічний пальці по отворах $\varnothing 8,5H10$ показано на рис 2.3.

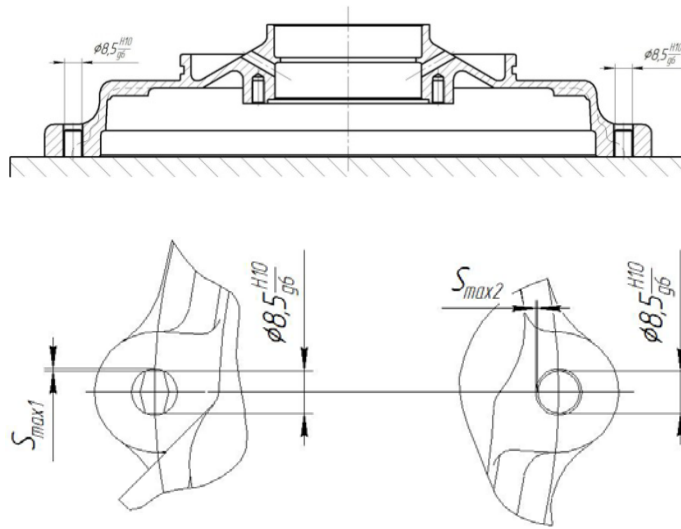


Рисунок 2.3 – Схема базування на осьовий циліндричний і ромбічний пальці $\varnothing 8,5H10$

Визначаємо похибку базування для цього варіанту:

$$\varepsilon_{\delta 1} = \varepsilon_{\delta 2} = S_{max}.$$

$$S_{max} = 8,558 - 8,486 = 0,072 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{\delta 1} = \varepsilon_{\delta 2} = 0,072 \text{ мм.}$$

Загальна похибка базування:

$$\varepsilon_{\delta} = S_{max 1} + S_{max 2} = 0,072 + 0,072 = 0,144, \text{ мм}$$

Оскільки похибка базування на осьовий циліндричний палець і ромбічний палець має меншу похибку, вибираємо цей варіант базування.

Похибкою закріплення ε_3 називається різниця між найбільшою і найменшою величинами проекцій зсуву вимірювальної бази на напрямок виконуваного розміру в результаті прикладання до заготовки сили затиску.

Для нашого випадку маємо $\varepsilon_3 = 0$, так як напрямки сили затиску і розміру обробки взаємно перпендикулярні.

Похибка установки визначаємо для встановлення на циліндричний палець, так як похибка базування на ньому менше:

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{0,059^2 + 0^2} = 0,059 \text{ мм.}$$

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

$$T_{обр} > \sum_{i=1}^n \varepsilon_i, \quad (2.3)$$

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = \varepsilon_{уст} + \varepsilon_{пр} + \varepsilon_{наст} + \varepsilon_{обр}, \quad (2.4)$$

де $T_{обр} = 0,46$ мм – найменший допуск на даній операції.

$\varepsilon_{уст} = 0,059$ мм – частина похибки обробки, що залежить від обраної схеми установки заготовки в пристосування. Похибка установки дорівнює нулю, так як настроювальна база співпадає з установчою базою:

$\varepsilon_{пр}$ – частина похибки обробки, що залежить від точності виготовлення установчих елементів, їх зносу і установки пристосування на металорізальному верстаті.

$$\varepsilon_{пр} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 \quad (2.6)$$

де: Δ_1 – похибка, обумовлена неточністю виготовлення настановних елементів; $\Delta_1 = T_{y.e.} = 0,009$ мм.

$\Delta_2 = 0,01$ мм – похибка залежить від величини допустимого зношування установчих елементів [8, табл.5.1, с. 57];

Δ_3 – похибка яка виникає при установці пристосування на металорізальному верстаті. В нашому випадку, вона дорівнює:

$$S_{max} = ES_{H7} - EI_{g6} = 0,025 + 0,025 = 0,05 \text{ мм},$$

де S_{max} – максимальний зазор між пазом столу і пальцем по $\varnothing 40 \frac{H7}{g6}$;

Визначаємо похибка пристосування за формулою:

$$\varepsilon_{np} = 0,009 + 0,01 + 0,05 = 0,069 \text{ мм}.$$

$\varepsilon_{настр}$ – частина похибки обробки, що залежить від точності виготовлення настроювальних елементів пристосування і процесу настройки:

$$\varepsilon_{настр} = \Delta_4 + \Delta_5 + \Delta_6, \quad (2.7)$$

де Δ_4 – допуск на точність позиціонування інструменту; $\Delta_4 = T_H = 0,003$ мм;

Δ_5 – визначається величиною допуску на виготовлення щупа; $\Delta_5 = 0$ мм;

Δ_6 – похибка, що викликана неточністю настройки ріжучого інструменту при підводі його до щупа; $\Delta_6 = 0$ мм.

Похибка настройки:

$$\varepsilon_{настр.} = 0,03 + 0 + 0 = 0,03 \text{ мм}.$$

$\varepsilon_{обр}$ – частина похибки обробки, що залежить від зношування ріжучого інструменту, геометричній неточності виготовлення верстата, пружних і теплових деформацій системи ВПД.

$$\varepsilon_{обр} = \Delta_7 + \Delta_8 + \Delta_9 + \Delta_{10} \quad (2.8)$$

де $\Delta_7 = 0,01$ мм – величина допуску зношування ріжучого інструменту;

$\Delta_8 = 0,0046$ мм – величина похибки, що залежить від геометричній неточності виготовлення металорізальних верстатів;

$\Delta_9 = 0,015$ мм – величина похибки, що залежить від деформацій системи ВПД;

$\Delta_{10} = 0,023$ мм – величина похибки, що залежить від температурних деформацій системи ВПД.

Таким чином, похибка обробки становить:

$$\varepsilon_{обр} = 0,01 + 0,0046 + 0,0015 + 0,023 = 0,0391 \text{ мм}$$

Сумарна похибка обробки:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_i = 0,059 + 0,069 + 0,003 + 0,0391 = 0,197 \text{ мм.}$$

За умовами розрахунку пристосування на точність, сума похибок, що виникають в процесі обробки, не повинна перевищувати величину допуску, встановленого на розмір.

Перевіряємо умову точності обробки: $0,5 \text{ мм} \gg 0,197 \text{ мм}$. Умова точності виконується, отже, пристосування може бути застосовано для даної операції.

2.1.3 Розрахунок необхідної сили затиску в пристосуванні

Результуюча сила різання дорівнює:

$$P_{YZ} = \sqrt{P_Y^2 + P_Z^2}, \quad (2.9)$$

де P_Z – окружна сила різання;

P_Y – радіальна сила різання, Н.

Осьова сила різання не враховується, так як у інструменту $\omega = 0$.

Окружна сила різання:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u}{D^q \cdot n^w} \cdot K_p, \quad (2.10)$$

де $C_p = 68,2$ – коефіцієнт що враховує умови обробки [8, табл. 41, с. 291];

w, x, y, u, q – показники ступеня, що враховують умови обробки,

$w = 0$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 0,1$; $q = 0,86$ [8, табл. 41, с. 291];

$k_p = k_{mp} = 1,09$ – коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

Розраховуємо силу різання:

$$P_Z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3,5^{0,86} \cdot 0,03^{0,72} \cdot 12^{0,1} \cdot 2}{6^{0,86} \cdot 350^0} \cdot 1,09 = 82,33 \text{ Н}$$

Розраховуємо результуючу силу:

$$P_Y = 0,5 \cdot P_Z = 0,5 \cdot 82,33 = 41,165 \text{ Н};$$

$$P_{YZ} = \sqrt{82,33^2 + 41,165^2} = 92,01 \text{ Н}.$$

Розрахунок зусилля затиску, з урахуванням конструкції важеля, що притискає деталь, виконуємо згідно методики розрахунку важільних прихватів.

$$\sum M = 0, \quad (2.11)$$

$$2P_{YZ} \cdot h - \frac{2W}{2} \cdot h_1 = 0. \quad (2.12)$$

Відповідно сила затискання:

$$W = \frac{2P_{YZ} \cdot h}{h_1}, \quad (2.13)$$

де $h_1 = 144/2 = 72$ мм – координата опорної точки від точки дії PZY ;

$h = 24$ мм – координата опорної точки по висоті.

Розраховуємо силу затиску:

$$W = \frac{2 \cdot 92,04 \cdot 24}{72} = 61,36 \text{ Н.}$$

Визначаємо дійсну силу затиску [7]:

$$W_d = W \cdot K, \quad (2.14)$$

де W – сила затиску;

K – коефіцієнт запасу [9, с.82]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (2.15)$$

де $K_0 = 1,5$ – загальний коефіцієнт безпеки;

$K_1 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує наявність випадкових нерівностей на поверхні заготовки;

$K_2 = 1,7$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання від прогресуючого затуплення ріжучого інструменту;

$K_3 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,0$ – коефіцієнт, що характеризує затискний пристрій з точки зору сталості розвиваємих ним сил;

$K_5 = 1,0$ – коефіцієнт, характеризує зручність розташування рукояток;

$K_6 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховується тільки при наявності моментів, що прагнуть повернути заготовку.

Розраховуємо коефіцієнт запасу:

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 3,06.$$

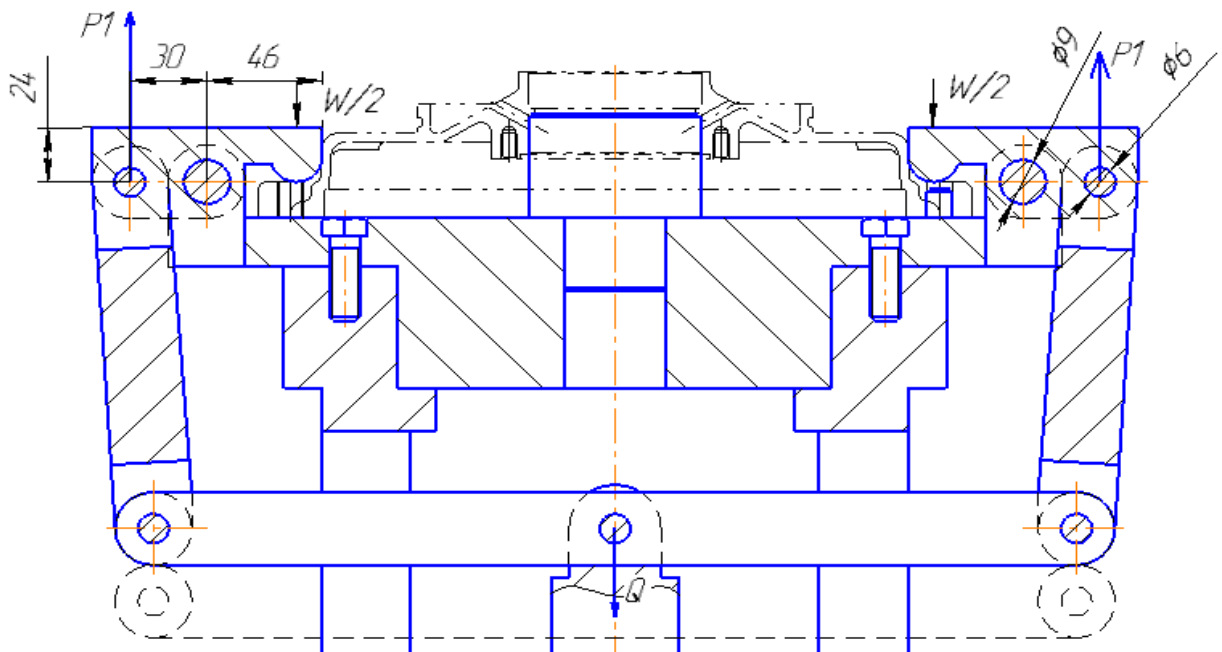


Рисунок 2.4 – Схема дії сил в пристосуванні

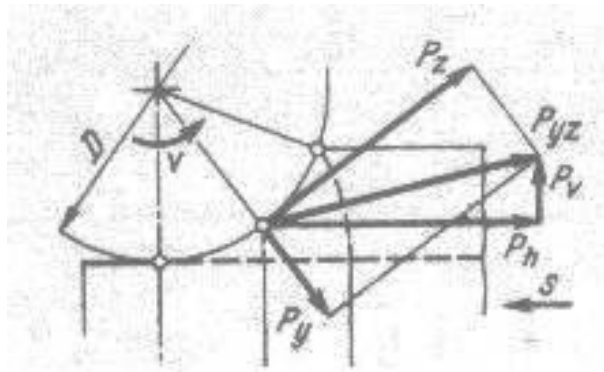


Рисунок 2.5 – Схема дії сил різання

Розраховуємо дійсну силу затиску:

$$W_d = 61,36 \cdot 3,06 = 187,7 \text{ Н.}$$

При практичних розрахунках величини зусилля Q застосовується наближена формула в якій запроваджено коефіцієнт, що враховує втрати на тертя на ділянці, що сприймає і передає зусилля:

$$P_1 = \frac{1}{2} W_d \cdot \frac{l}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta}, \quad (2.16)$$

де P_1 – необхідне зусилля затиску для закріплення деталі;

W_d – зусилля затиску на важелі;

$\frac{l}{l_1}$ – співвідношення плечей важеля $l = 46 \text{ мм}$; $l_1 = 30 \text{ мм}$;

η – коефіцієнт, що враховує втрати на тертя на ділянці, що сприймає

і

передає зусилля.

Розраховуємо необхідне зусилля затиску для закріплення деталі:

$$P_1 = \frac{1}{2} \cdot 187,7 \cdot \frac{46}{30} \cdot \frac{1}{0,95} = 147,8 \text{ Н.}$$

Сила на штоку становить:

$$Q = 2P_1 = 2 \cdot 147,8 = 295,6 \text{ Н.}$$

Визначимо розрахунковий діаметр гідроциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (2.17)$$

де Q – сила на штоку гідроциліндра;

p – тиск рідини в системі, $p = 10 \text{ МПа}$;

η – коефіцієнт, що враховує втрати тиску в системі, $\eta = 0,9$

Визначаємо розрахунковий діаметр гідроциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 295,6}{3,14 \cdot 10 \cdot 0,9}} = 6,46 \text{ мм.}$$

Розрахунковий діаметр штока

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}}, \quad (2.18)$$

Визначаємо розрахунковий діаметр штока:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 295,6}{3,14 \cdot 10 \cdot 10^6}} \text{ мм,}$$

де $[\sigma_p] = 105 \text{ МПа}$ – допустиме напруження на розтяг [10, с.200].

$\alpha = 2,25$ – коефіцієнт затягування.

Виходячи з отриманих результатів розрахунку, робимо висновок, що нерационально в умовах серійного виробництва приймати настільки малогабаритний гідроциліндр, так як дане пристосування є переналагоджуваним. Є можливість обробляти ряд інших деталей на даній ділянці, тому в даному випадку більш раціональним буде взяти більший і універсальний гідроциліндр.

Вибираємо гідроциліндр 7021-0181 ГОСТ 19899-74. Приймаємо діаметр циліндра $D = 32$ мм, діаметр штока $d = 16$ мм, довжину ходу $L = 19$ мм, товщина стінки 4 мм, різьблення на штоку М24, різьблення під штуцера М16х1,5 [11, с. 610, табл. 51].

2.2 Проектування контрольного пристосування для контролю биття

Контрольне пристосування призначене для перевірки биття (рис. 2.6). Воно складається з плити, що встановлена під кутом 75° . На плиті також встановлена стійка з індикаторним годинником.

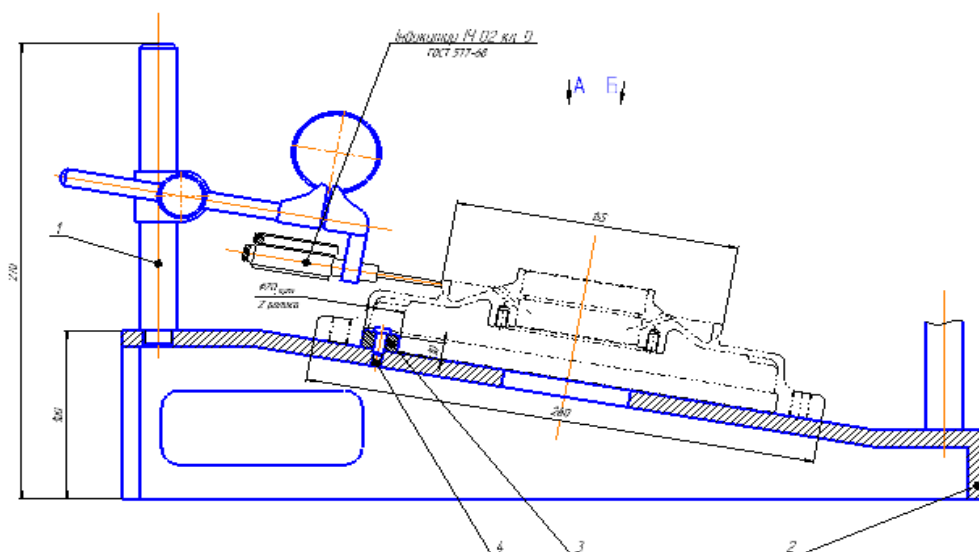


Рисунок 2.4 – Схема установки деталі в контрольному пристосуванні

Деталь встановлюється на торцеву поверхню і впирається на 2 упорних ролика для фіксації в певному положенні. Індикаторний годинник встановлюються в кронштейні, його настройка проводиться по еталонній деталі. Потім встановлюють контрольовану деталь і підводять ніжку індикаторного годинника до контрольованої поверхні. Контролер повертає деталь навколо осі за допомогою роликів. За відхиленнями стрілки індикаторного годинника контролюється биття діаметрів щодо опорного діаметра.

З ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНІЧНОЇ ДІЛЯНКИ. РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

Визначення необхідної кількості обладнання, його завантаження, є вихідними даними для проектування ділянки цеху машинобудівного заводу.

Для визначення кількості металообробного обладнання і числа робочих для обробки диска нам була задана програма випуску деталей $N = 5000$ шт.

Попередньо був розроблений техпроцес із зазначенням переліку операцій і розраховані сумарні норми часу по кожному виду обладнання (в хв.). Також було визначено тип виробництва, по масі даної деталі і по річній програмі випуску - виробництво серійне.

Кількість верстатів, необхідних для виконання заданих операцій:

$$C_P = \frac{\sum t_{ш-к} \cdot N}{F_d \cdot 60}, \quad (3.1)$$

де $t_{ш-к}$ – норма штучно-калькуляційного часу на операцію, хв;

$N = 4500$ – річна програма випуску деталей, шт;

$F_d = 4016$ – ефективний річний фонд виробничого часу обладнання, ч;

Коефіцієнт завантаження верстатів:

$$K_3 = \frac{S_p}{S_d}, \quad (3.2)$$

Визначаємо кількість верстатів, необхідних для виконання заданих операцій; коефіцієнт завантаження верстатів на кожній операції (без урахування обробки інших деталей).

Операція 15. верстат мод. 1М63Ф101, $t_{ш-к}=10,95$ хв:

$$C_P = \frac{10,95 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,2; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,2.$$

Операція 20. верстат мод. 1М63Ф101, $t_{ш-к}=13,4$ хв:

$$C_P = \frac{13,4 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,25; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,25.$$

Операція 25. верстат 1М63Ф101, $t_{ш-к}=18,95$ хв:

$$C_P = \frac{18,95 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,35; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,35.$$

Операція 30. верстат 1М63Ф101, $t_{ш-к}=32,91$ хв:

$$C_P = \frac{32,91 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,61; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,61.$$

Операція 35. верстат 2А55, $t_{ш-к}=18,1$ хв:

$$C_P = \frac{18,1 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,34; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,34.$$

Операція 40. верстат ФП-17М, $t_{ш-к}=22,65$ хв:

$$C_P = \frac{22,65 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,42; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,42.$$

Операція 50. верстат ФП-17М, $t_{ш-к}=12,1$ хв:

$$C_P = \frac{12,1 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,23; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,23.$$

Операція 55. верстат ЧПУ ФП-17М, $t_{ш-к}=10,7$ хв:

$$C_P = \frac{10,7 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,2; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,2.$$

Операція 65. верстат SN 508, $t_{ш-к}=7,01$ хв:

$$C_P = \frac{7,01 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,13; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,13.$$

Операція 70. верстат SN 508, $t_{ш-к}=35,95$ хв:

$$C_P = \frac{35,95 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,67; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,67.$$

Операція 85. верстат 5BA, $t_{ш-к}=1,82$ хв:

$$C_P = \frac{1,82 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,03; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,03.$$

Операція 95. верстат 5BA, $t_{ш-к}=0,87$ хв:

$$C_P = \frac{0,87 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,016; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,016.$$

Операція 100. верстат ФП-17М, $t_{ш-к}=8,88$ хв:

$$C_P = \frac{8,88 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,17; C_{\Pi} = 1; K_3 = 0,17.$$

Операція 105. верстат 2А55, $t_{ш-к}=0,55$ хв:

$$C_p = \frac{0,55 \cdot 4500}{4016 \cdot 60} = 0,0017; C_{п} = 1; K_3 = 0,0017.$$

Середній коефіцієнт завантаження верстатів на ділянці:

$$K_3 = \frac{\sum C_p}{\sum C_{п}} = \frac{3,63}{14} = 0,26, \quad (3.3)$$

Так як після проведених розрахунків коефіцієнт завантаження обладнання не задовольняє вимогам, довантажуюмо обладнання на даній ділянці іншими однотипними деталями, які наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Номенклатура деталей, що довантажують

Деталь	N, шт	$t_{шт-к}$ на деталь, хв
Дільниці №1	3000	123,6
Дільниці №3	4000	141,71

Довантажуємо наявне обладнання цими подібними деталями і все результати розрахунків зводимо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку необхідної кількості обладнання, коефіцієнт завантаження обладнання.

№ операції	Модель верстата	$t_{ш-к}$, хв	S_p				K_3	
				доз.		доз.		доз.
010	1М63Ф101	10,95	0,2	0,78	1	1	0,2	0,78
015	1М63Ф101	13,4	0,25	2,48	1	3	0,25	0,83
025	1М63Ф101	18,95	0,35	1,65	1	2	0,35	0,83
030	1М63Ф101	32,91	0,61	2,42	1	3	0,61	0,81
035	2А55	18,1	0,34	1,82	1	2	0,34	0,91

Продовження таблиці 3.2

№ операції	Модель верстата	$t_{ш-к}$, хв	S_p				K_3	
				доз.		доз.		доз.
040	ФП-17М	17,7	0,42	2,65	1	3	0,42	0,88
050	ФП-17М	12,1	0,23	1,86	1	2	0,23	0,93
055	ФП-17М	10,7	0,2	0,88	1	1	0,2	0,88
065	ФП-17М	7,01	0,13	0,8	1	1	0,13	0,8
070	SN 508	35,95	0,67	3,59	1	4	0,67	0,9
085	SN 508	1,82	0,03	0,84	1	1	0,03	0,84
095	5BA	0,95	0,016	0,85	1	1	0,016	0,85
100	5BA	8,88	0,17	0,77	1	1	0,17	0,77
105	2A55	2,35	0,017	0,81	1	1	0,017	0,81
Всього	-	191,77	3,63	22,71	15	27	0,26	0,84

Склад виробничих відділень і ділянок механічних цехів визначається характером виготовлених виробів, технологічним процесом, обсягом і організацією виробництва.

У нашому випадку механічний цех розбивається на ділянки за характером і типом деталей.

Металорізальні верстати ділянок розташовуються в порядку технологічних операцій – верстати розташовуються послідовно відповідно до технологічними операціями для обробки однойменних або декількох різнойменних деталей, що мають схожий порядок операцій обробки.

При розміщенні верстатів на ділянці передбачені найкоротші шляхи руху кожної деталі, в процесі обробки не допускаються зворотні, кільцеві або петлеподібні руху, створюють зустрічні потоки і ускладнюють транспортування оброблюваних деталей. Рекомендовані сітки колон: 12x12; 12x18; 12x24; 24x36 метрів. Для проектованої ділянки приймаємо сітку колон 12x24 метри.

Виходячи з розрахованого кількості верстатів на ділянці і доцільності їх розташування по ходу технологічного процесу, вибираємо довжину прольоту 72 метра.

На початку ділянки передбачено місце для складування заготовок. В кінці ділянки передбачено місце майстра, і місце складування готових деталей. Устаткування прив'язане до колони В. Відстань між верстатами виконано відповідно до вимоги нормативних актів 800 ... 1200 мм. Ширина проходу 2000 мм, ширина проїзду 4500 мм. Устаткування розташоване по обидва боки проходу.

На ділянці передбачено пожежний щит, який розташований біля колони Д.

4 ХІМІЧНА І ЕЛЕКТРОХІМІЧНА ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ З ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

4.1 Хімічна обробка титанових сплавів

При нагріванні деталей з титану в печах -з повітряною атмосферою після гарячого штампування і гарячого деформування на поверхні титану утворюється міцна плівка окису, окалина та підповерхневий газонасичених шар. Утвориться окалина складається в основному з двоокису титану (TiO_2), під якою розташований шар твердого розчину кисню в титані, так званий «альфірований» шар.

При порівняно низьких температурах окислення (700- 800 ° C) товщина газонасиченого шару становить приблизно 50-60 мкм, при більш високих температурах і тривалих витримках загальна товщина газонасиченого шару і окалини дорівнює 2 мм. Видалення окалини і газонасиченого шару є досить важливою і трудомісткою операцією. Необхідність їх видалення, з одного боку, Пов'язані з процесом підготовки деталей з титанових сплавів під хімічні і електрохімічні покриття, а з іншого – диктується вимогою підвищення значень фізікомеханічних властивостей титанових деталей без покриття, так як альфірований шар знижує значення втомних і міцності виробів.

Видалення механічною обробкою газонасиченого шару підвищеної твердості з деталей і напівфабрикатів з титанових сплавів складно у зв'язку з швидким зносом обробного інструменту, а іноді і неможливо через складної конфігурації і великих габаритів тонкостінних деталей. У цих умовах доцільно застосовувати хімічні травлення, що дозволяють виробляти як повне, так і часткове видалення газонасиченого шару з поверхні титанових сплавів. Хімічна обробка може застосовуватися також для поліпшення якості поверхні, виявлення поверхневих дефектів (тріщин, Заков і ін.). Для розмірного стравлювання заготовок до заданих геометричних параметрів.

Видалення окалини, що утворюється при нагріванні до 700° С, проводиться за схемою, що передбачає обробку деталей у водних розчинах лугів, з подальшим травленням в розчинах кислот. Обробку поверхні титанових заготовок і деталей в лужному розчині слід проводити у ванні за наступним режимом:

Зміст (г/л):

Їдкого натру	600-700
нітриту натрію	150-250
Температура ванни	140-150 °С
Час витримки	2-4 ч

У такому розчині відбувається розпушення окалини і альфірованого шару. Травлення заготовок і деталей після лужної обробки і ретельного промивання проводиться в розчині 1 або 2 з наступною обробкою в розчині 3 (табл. 4.1). Температура травлення розчинів 1 і 2 цієї статті не повинна перевищувати 40 °С, так як підвищення температури прискорює реакцію травлення і процес стає важкокерованим. При цьому можливо роз'ятрювання поверхні титанових деталей і розкладання травильного розчину з виділенням парів оксидів азоту. Для титанових деталей, які пройшли нагрів понад 700 °С або отримали велику ступінь деформації при нагріванні до 700 °С, використовується попереднє механічне видалення окалини гідропіскострумною або піскострумною обробкою з наступним травленням в кислотах.

При піскострумній обробці використовується електрокорунд з розміром зерна від №10 до 40 (ГОСТ 3647-80) при тиску 0,2-0,3 МПа. Операція обдування проводиться безпосередньо перед травленням: розчини для травлення наведені в табл. 4.1.

Для забезпечення стійких режимів травлення титанових сплавів (див. табл. 4.1) необхідні наступні умови:

- відношення обсягу розчину до площі оброблюваної поверхні, що дорівнює 4 : 1 (л/дм²);
- ванни травлення з зовнішнім охолодженням;
- механічне або повітряне перемішування розчину.

В роботі [12] проведені дослідження різних складів для травлення показали, що в розчинах, що містять сірчану і фтористоводородну кислоти, швидкість травлення трохи вище, однак в цих розчинах підвищується ступінь насичення воднем, що призводить до зниження значень механічних характеристик деталей з титанових сплавів. На поверхні деталей після травлення в сірчаноокислих ваннах утворюється темний наліт шламу, який легко видаляється після обробки в розчині освітлення (див: табл. 4.1, розчин 4). Травлення більшості титанових сплавів в розчині 2 забезпечує хорошу чистоту поверхні без шламу і нальоту, однак розчини з азотною кислотою менш стійкі в роботі і вимагають більш частої зміни, ніж сірчаноокислотні.

При обробці в розчинах кислот більшість промислових титанових сплавів виявляють схильність до насичення воднем, що несприятливо позначається на фізико-механічних властивостях виробів. Насичення водородом відбувається при травленні для зняття окалини, альфірованного шару, розмірному травленні і травленні під зварювання.

Для зменшення насичення воднем нами обраний розчин 2, що містить азотну кислоту, яка як сильний окислювач пов'язує атомарний водень, що виникає при травленні.

З метою зниження ступеня насичення воднем після травлення в розчині 2 титанові деталі проходять подальшу обробку в розчині 3 з великим вмістом азотної кислоти [13]. Поверхня заготовок і деталей з титанових сплавів ОТ4-1, ВТ8, ВТ9, ВТ5Л після травлення і подальшої зневодневої обробки – гладка, блискуча або злегка матова, без роз'ятрювання і шламу; з'їм металу по всій поверхні деталі рівномірний, незалежно від складності конфігурації.

Таблиця 4.1 – Розчини для травлення

Номер розчину	Хімічний склад розчину	Концентрація, мл/л	Режим травлення	Призначення	Примітка
1	Сірчана кислота Фтористоводнева кислота Вода	50-70 60-70 решта	Температура до 50° С. Швидкість травлення 0,6-0,8 мм/год. Повітряне перемішування	Травлення металу та зняття альфірованного шару	Для сплавів ОТ4-1, ВТ5Л, ВТ8, ВТ9, ВТ20
2	Азотна кислота Фтористоводнева кислота Вода	450-550 200-300 решта	Температура до 40° С. Швидкість травлення 0,5-0,7 мм/год. Повітряне перемішування	Підбурювання альфірованного шару і отримання заданої товщини деталі	Для сплавів ВТ3-1, ВТ8, ВТ9
3	Азотна кислота Фтористоводнева кислота Вода	600-700 180-200 решта	Температура до 30 °С. Час обробки 5-8 хв	Обробка для видалення водню після травлення в розчинах 1 і 2	Зменшення ступеня насичення воднем
4	Азотна кислота Фтористоводнева кислота Вода	300-350 100-150 решта	Температура 18-25 °С. Час освітлення 3-5 хв	Видалення шламу після травлення в розчині	

Все це дозволило використовувати зазначені травильні розчини 2 і 3 для розмірного стравлювання металу і отримання профілю деталей строго заданої товщини. При середній швидкості травлення 0,01 мм / хв вдається рівномірно зняти з заготовок з титанових сплавів за 1 год 0,5-0,7 мм припуску металу, при цьому ступінь наводороживання не перевищувала значень концентрації водню в вихідному металі.

Наведені розчини 2 і 3 для травлення титанових сплавів успішно використовуються і для хімічного полірування з метою надання декоративного виду титановим деталям.

Для електрохімічного полірування титанових деталей зі сплавів ОТ4-1, ВТЗ-1, ВТ8 застосовуються такі розчини:

Розчин 1

Склад (%):

Сірчана кислота (уд.вага 1,84)	60-65
Фтористоводнева кислота (уд. вага 1,13)	20-25
Гліцерин	20-10
Режим полірування:	
Напруга	20-30 В
Температура	20-30 °С
Щільність струму	1-2 А/дм

Розчин 2

Склад (%):

Сірчана кислота (уд.вага 1,84)	140-150
Фтористоводнева кислота (уд. вага 1,13)	60-70
Хромовий ангідрид	100-110
Вода	до 1 л
Режим полірування:	
Напруга	10-20 В

Температура	18-25 °C
Щільність струму	15-20 A/дм

Як катодів використовуються свинцеві пластини при співвідношенні площі анода до площі катода 1 : 2 – 1 : 3.

Середня швидкість знімання металу становить 2-4 мкм/хв. Отримана поверхня титанових деталей має сильний блиск і хороший декоративний вигляд.

4.2 Осадження хімічних і електрохімічних покриттів

Отримання різних видів покриттів на титані та його сплавах пов'язане з великими труднощами через наявність на поверхні металу природної окисної плівки, яка після видалення легко відновлюється, перешкоджаючи отриманню міцного зчеплення покриття з основним металом.

Завдання ускладнюється ще тим, що через високу реакційну здатність титану, поверхню металу після видалення окисної плівки травленням або механічною обробкою не вдається зберегти в активному стані. Ця обставина вимагає спеціальних заходів з підготовки титанових сплавів перед покриттям, в результаті яких відбувається руйнування окисної плівки і заміна її захисною плівкою, що не перешкоджає нормальному осадженню покриття. За своєю природою ці захисні плівки можуть бути гідридами титану, фторидами титану, шаром контактено-виділеного металу, а за способом отримання – хімічними і електрохімічними [14].

Поліпшенню зчеплення покриттів з титановими сплавами також сприяє створення розвиненої шорсткою поверхні шляхом гідропіскоструминної або піскоструминної обробки.

Найбільш поширеним і вивченим є спосіб формування гідридних плівок при хімічній і катодного обробці титанових сплавів в розчинах кислот [15, 16]. На подслої гідриду титану можна наносити різні металеві покриття-як електрохімічні, так і хімічні (хром, мідь, нікель, срібло). Гідрид титану стійкий в -Вода і на повітрі, що допускає невелику перерву між операціями травлення і нанесення покриття. Як травяна розчинів для освіти гідридної плівки на деталях з титанових сплавів нами були взяті суміші концентрованих кислот - сірчаної та соляної в різних поєднаннях. Застосовувані нами склади і режими активування деталей з титанових сплавів під різні покриття наведені в табл. 2.

Вибір розчинів для гідридного травлення визначається по міцності зчеплення осаждасемого покриття (хімічного нікелю або хромового) методом відриву склеєних зразків з покриттям [15, 16].

У всіх дослідах з перевірки якості підготовки поверхні титанових деталей під покриття перед активированим в складах, зазначених у табл. 2, виробляли попередню піскоструминну обробку електрокорунду з розміром зерна не більше 0,3 мм при тиску 0,15-0,20 МПа.

Деталі з титанових сплавів, що підлягають гальванічним і хімічним покриттям, робили з заготовок, які пройшли повний відпал по режимам, зазначеним в [17]. Відпал має на меті завершення формування структури сплавів в результаті процесу рекристалізації, вирівнювання і стабілізації структурної і концентраційної неоднорідності, а також механічних властивостей сплавів. Нагрівання деталей і напівфабрикатів з титанових сплавів виробляли в електричних вакуумних печах або в печах із захисною газовим середовищем.

На міцність зчеплення покриттів з поверхнею деталей з титанових сплавів великий вплив робить режим попередньої механічної обробки, так як порушення режимів обробки призводить до Поява пріжогов, місцевим зміни хімічного і фазового складу поверхневого шару титанових сплавів і як наслідок цього – до погіршення зчеплення покриття з основою.

Таблиця 2.2 – Розчини для активування

Номер розчину	Склади розчинів для активування	Концентрація, мл/л	Режим активування	Призначення
1	Сірчана кислота (уд. вага 1,84) Соляна кислота (уд. вага 1,19)	900-1100 15-30	Температура до 18-25°C. Час 40-60 хв. Швидкість знімання 3-5 мкм/год	Для гідридної обробки титанових сплавів α та $\alpha+\beta$ структури ВТ3-1, ВТ20, ВТ8, ВТ9, ОТ4-1
2	Нікель сірчаноокислий або хлористий Амінооцтова кислота (глікокол) Калій фтористий	20-30 15-25 5-10	Температура до 18-25°C. Час 60-90 хв. Швидкість травлення 4-7 мм/год.	
3	Азотна кислота Фтористоводнева кислота Вода	600-700 180-200 решта	Температура до 18-25°C. Час 60-90 хв. рН=3 (доводиться сірчаною кислотою)	Контактне нікелювання сплавів ВТ3-1, ВТ8, ВТ9 перед хімічним нікелюванням
4	Нікель хлористий або сірчано-кислотний Соляна кислота (уд. вага 1,19)	220-240 70-100	Температура 18-25 °C. Густина току на катоді – 4-5 А/дм ² . Час видержування без току – 2-3 хв, під током – 3-5 хв.	Для підготовки під покриття сріблом, міддю або нікелем

Поверхня титанових деталей під покриття оброблялася шліфуванням до чистоти ∇ 7. Контроль якості шліфування проводився при підборі режимів шліфування в наступному розчині (%):

Азотна кислота (уд. вага 1,4)	15-20
Фтористоводнева кислота (уд. вага 1,13)	5-10
Вода.	70-80

Розчин наноситься на деталь тампоном. Білі плями або ділянки з нез'ясованої структурою слід видалити додатковим поліруванням.

Найбільша ефективність в процесі підготовки поверхні титанових сплавів під покриття досягається в тих випадках, коли після операції точіння і шліфування застосовується алмазне вигладжування [18].

Для зняття внутрішніх напружень після механічної обробки деталі з титанових сплавів перед покриттям проходять додаткову термообробку в вакуумі (залишковий тиск 10⁻³ мм рт. ст.) При температурах від 520 до 620 °С в залежності від марки титанового сплаву. Час обробки залежить від габаритів деталей і становить 0,5-3 год.

4.3 Хімічне нікелювання

Осадження нікелю хімічним способом, точніше сплаву нікелю з фосфором, на деталі проводиться в кислих (рН = 5,5) або лужних (рН = 9,0) розчинах, що містять солі нікелю, гіпофосфіт натрію і органічні сполуки, які перешкоджають зміни концентрації водневих іонів, що утворюються в ході реакції, і підвищують швидкість процесу. Особливістю процесу відновлення нікелю є його каталітичний характер і тому його осадження »відбувається тільки на поверхні тих металів, які є каталізаторами [19].

Перед хімічним нікелюванням необхідна спеціальна підготовка титанових сплавів: найчастіше – піскоструминна обробка, хімічне або електрохімічне активування. Піскоструминна обробка призводить до утворення на поверхні титану тоншою, ніж звичайна, природною плівки,

поверхня металу стає більш активною і надає каталітичну дію на реакцію відновлення нікелю. Міцному зчепленню покриття з основним металом сприяє при такій підготовці наявність шорсткою поверхні.

Для хімічного нікелювання титанових сплавів нами відпрацьована технологічна схема підготовки поверхні деталей до розчини, які забезпечують отримання якісного і прочносцепленної покриття, що працює на тертя ковзання. Попередньо знежирені деталі проходять послідовно наступні операції:

- промивку в теплій і холодній воді;
- піскоструминну або гідропіскоструминну обробку;
- гідридне травлення або «нікелеву затяжку»;
- промивку;
- хімічне нікелювання;
- термообробку.

Пісок використовувався кварцовий або електрокорундовий з розміром часток не більше 0,3 мм. Піскоструминна обробка повинна зняти сліди попередньої механічної обробки. При цьому чистота поверхні знижується на 1-1,5 класу.

Активація поверхні титанових сплавів проводилася в суміші сірчаної і соляної кислот (см. табл. 2.2, розчин 1 або 2). Швидкість знімання металу в зазначених розчинах становить в середньому 2-7 мкм/год, час обробки – 40-60 хв, температура розчину 18-25 °С. В 1 л розчину можна обробляти 5-10 дм² поверхні деталей з титанових сплавів. В результаті травлення на поверхні титанових деталей утворюється пухка плівка гідридів титану темно-сірого кольору. Подальше осадження хімічного нікелю проводилося по вказаній плівці після ретельного промивання деталей у холодній воді. Розрив у часі між піскоструминною операцією і травленням повинен бути мінімальним (не більше 1 год), а між гідридним травленням і хімічним нікелюванням 10-20 хв.

У тих випадках, коли застосування гідридного травлення не представлялося можливим (точні розміри, вузлові деталі і т.п.), робилось осадження хімічного нікелю на титанові сплави по поверхні, обробленою піскоструминною обробкою, з наступною обробкою в ванні попереднього нікелювання («нікелеве зтягування») нержавіючих сталей (см. табл. 2.2, розчин 4) або по плівці контактно-обложеного нікелю (див. табл. 2.2, розчин 3). Міцність зчеплення нікелевого покриття з деталями з титанових сплавів, що пройшли активування в складі 3, становить 100 МПа, а після обробки в складі 4 – 50 МПа.

Осадження покриття хімічного нікелю з помітною швидкістю на титанових сплавах починається тільки при температурі 70 °С. Інтенсивність осадження різко зростає зі збільшенням температури, однак при температурах вище 95 °С можливе випадання осаду порошкоподібного нікелю, тому практично процес хімічного нікелювання проводиться у вузькому інтервалі температур 90 ± 2 °С.

Хімічне нікелювання робиться в спеціально підібраних розчинах, які забезпечують швидкісне осадження покриття протягом 3-4 годин в одній ванні. Склад розчинів (г / л):

Розчин 1

Склад (%):

Хлористий нікель	20
Гіпофосфіт натрію	20
Уксуснокислий натрій	10
Уксусна кислота	4-5 мл/л
Тіомочевина	0,002-0,003

Розчин 2

Склад (%):

Хлористий нікель	20-30
Гіпофосфіт натрію	10-20
Уксуснокислий натрій	10-15
Глікокол	15-20
Тіомочевина	0,002-0,003

Температура розчинів 90 ± 2 ° С, рН = 4,5-5,5, швидкість нікелювання 15 - 25 мкм / год, щільність завантаження 1-2 дм² / л.

Введення в розчин тіомочевини в якості стабілізуючої добавки і глікокола в якості комплексоутворюючого, дозволяє збільшити час роботи розчину без розкладання до 6-8 ч, а вихід металевого нікелю в 2 рази. При цьому швидкість нікелювання становить 15 - 25 мкм / год.

Зазвичай для підвищення антифрикційних властивостей титанових сплавів на поверхні, що труться наносять покриття товщиною 0,04-0,06 мм, яке в подальшому піддається механічній доопрацюванні шліфуванням або притиранням для отримання заданої чистоти і геометрії. Остаточний шар антифрикційного покриття становить 0,015-0,025 мм. Притирання і шліфування одночасно може бути і способом перевірки міцності зчеплення покриття з основою.

При хімічному нікелюванні в зазначених розчинах на оброблюваній поверхні осідає сплав, що представляє собою твердий розчин нікелю з 9-10% фосфору. Твердість такого сплаву після осадження становить 4500-5500 МПа. Термообробка – нагрівання при 350 ° С протягом 1,5 год – призводить до підвищення твердості до 8000-9000 МПа, поліпшенню адгезійних властивостей покриття з титановим сплавом. Міцність зчеплення термообробленого покриття з основою за методом відриву становить 80-100 МПа (для стали цей показник дорівнює 350 МПа). Коефіцієнт тертя, отриманий на машині Амслера, показав для пари «титан з покриттям - титан без покриття» величину 0,1-0,2, а для пари «титан з покриттям - сталь» (ЗОХГСА з твердістю НКС = 58-60) при навантаженні 0,1 МПа склав 0,1 0,07

при зносі $0,007 \text{ г/см}^2$, тоді як відомо, що для пари «титан-сталь» коефіцієнт тертя становить величину $0,5-0,7$ при значному зносі обох пар.

Хімічне нікелювання майже не впливає на характеристики міцності титанових сплавів, але різко знижує межу їх витривалості. Зниження це становить для сплаву ВТЗ-1 приблизно 30% (з 450 МПа без покриття до 300 МПа – з покриттям).

Застосування хімічного нікелювання дозволяє поліпшити антифрикційні властивості і підвищити зносостійкість таких деталей з титанових сплавів, як плунжерні пари, штоки, фрикційні муфти при забезпеченні зниження маси і збільшенні міцності конструкцій.

Хімічне нікелювання рекомендується застосовувати для невеликих складнопрофільних деталей з титанових сплавів, від яких потрібна велика точність розмірів і висока чистота поверхні в поєднанні з високою зносостійкістю при роботі їх на тертя. Через зниження межі втоми покриття різьбових пар з титанових сплавів хімічним нікелем не рекомендується.

4.4 Нікелювання, міднення і покриття сріблом деталей із титанових сплавів

Осадження гальванічного нікелю на титанові сплави ВТЗ-1, ВТ8, ВТ-20, ВТ5Л рекомендується для поліпшення антифрикційних властивостей, використовується в якості підшару при мідненні срібленні, а також для з'єднань титанових деталей методом пайки.

Міднення і сріблення використовується для забезпечення антифрикційних властивостей деталей з титанових сплавів, що працюють на тертя ковзання, і кріпильних деталей, що працюють на стискання.

У разі міднення і сріблення кріпильних деталей наносять шар міді (3-6 мкм) або срібла (6-9 мкм) для сплавів, що працюють до 300 °С. Для кріпильних деталей, що експлуатуються при температурах вище 300 °С, наносять комбіноване покриття: гальванічний нікель (2-3 мкм) - мідь (до 1 мкм) - срібло (6-9 мкм), при цьому осадження гальванічних покриттів проводиться після попереднього активування в розчинах 1, 2, 3 (див. табл. 4.1) і піскоструминної обробки.

Загальні вимоги з підготовки деталей з титанових сплавів, що надходять на гальванічні покриття, аналогічні вимогам ванням, що пред'являються до деталей, що піддаються хімічному нікелюванню і хромуванню.

Розрив у часі між операціями повинен бути не більше 15 хв. Подальше осадження нікелевого покриття виробляється з електроліту наступного складу (г/л):

Нікель сірчаноокислий	140-200
Натрій сірчаноокислий	50-100
Борна кислота	20-30
Натрій хлористий	5-10
Магній сірчаноокислий	10-30
Режим осадження:	
Початкова щільність струму (1-2 хв)	2 А/дм ²
Робоча щільність струму	0,5-1,0 А/дм ²
Швидкість осадження	8-10 мкм/год
Температура	18-25 °С
рН	5,2-5,8

Осадження міді виробляли з ціаністого електроліту. Склад електроліту (г/л):

Мідь ціаніста	20-40
---------------	-------

Натрій ціаністий	5-15
Натрій вуглекислий	50-80
Натрій сірчаноокислий	5-7
Режим осадження:	
Початкова щільність струму (1-2 хв)	2-3 А/дм ²
Робоча щільність струму	1-2 А/дм ²
Швидкість осадження	10-12 мкм/год
Температура	20-30 °С
рН	10-11
Режим реверсування струму:	
Ставлення катодного періоду до анодного	15 : 3

Для сріблення використовували електроліт наступного складу (г/л):

Срібло (з розрахунку на метал)	20-30
Калій ціаністий	5-15
Калій вуглекислий	50-80
Режим осадження:	
Щільність струму	0,5 А/дм ²
Завантаження деталей	під струмом
Швидкість осадження	10-15 мкм/год
Температура	20-30 °С

Для поліпшення міцності зчеплення нікелевих, мідних п срібних покриттів з титанової основою і контролю якості зчеплення всі деталі проходять термічну обробку па повітрі при температурі 210 ± 10 °С протягом 1 год.

Досвід роботи по осадженню мідних, нікелевих і срібних покриттів на титанових деталях зі сплавів ВТЗ-1, ВТ8, ВТ9, ВТ20, ОТ4-1 показав, що за

вказаною технологією виходять покриття хорошої якості, зовнішнього вигляду, з високими значеннями технологічних характеристик.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз потенційних небезпек

Під час технологічного процесу виготовлення деталей на механічній дільниці ймовірними є наступні потенційні небезпеки:

1. Механічні травми внаслідок організаційних причин:

а) нераціонального планування та організації робочого місця; внаслідок застосування меблів, що не відповідають ергономічним вимогам людини;

б) захащення заготівками і деталями робочого місця при незбалансованості технологічного процесу та роботи обладнання;

в) травми та пошкодження шкіряного покриву при розвантаженні і завантаженні заготовок та деталей;

д) падіння заготовок та деталей, що були недостатньо надійно закріплені на верстаті, може привести до травмування фахівців.

2. Можливість ураження електричним струмом внаслідок несправності електрообладнання, незнання, або порушення правил електробезпеки, що може призвести до електричних травм або летального наслідку.

3. Під час токарної обробки деталей можливе травмування очей частками пилю або стружкою, що відлітає в процесі обробки матеріалів, при порушенні технологічного процесу.

4. Можливе попадання змашувально-охолоджувальної рідини в очі в процесі виконання робіт при відсутності захисних пристроїв (екранів) і роботі без захисних окулярів або щитків.

5. Нервово-психічні навантаження внаслідок специфіки виконуваних робіт, що призводить до захворювань загального характеру.

6. При систематичному недотриманні режиму праці і відпочинку та довготривалому статистичному навантаженні, при виконанні робіт у

вимушеній (нераціональній) позі, ймовірні захворювання периферичної нервової системи: неврити, радикуліти.

7. Постійний вплив на органи дихання, шкіряні покрови та слизові оболонки токсичних та дратуючих речовин, що присутні у складі змащувально-охолоджуючої рідини, може призвести до алергічних реакцій у працюючих.

8. Недостатнє освітлення виробничих приміщень і робочих місць, у зв'язку з несправністю, або хибного вибору освітлювальних приладів, що призводить до погіршення зору;

9. Підвищений рівень шуму, що супроводжує роботу значної кількості верстатів, призведе до роздратованості, збільшенню помилок, в окремих випадках - до погіршення слуху.

10. Можливість загорянь внаслідок порушень правил пожежної безпеки, що може призвести до пожеж.

11. Неправильні дії персоналу під час НС внаслідок відсутності управління та паніки, що може призвести до травм та летальних наслідків.

5.2 Аналіз потенційних небезпек

Щоб уникнути механічних та електричних травм під час роботи на верстатах та іншому обладнанні передбачені заходи по проведенню навчання, перевірки знань з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці».

Згідно Наказу міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007р. №246 «Про затвердження порядку проведення медичного огляду

працівників певних категорій» до роботи допускаються особи, що пройшли медичний огляд та не мають протипоказань до цієї роботи.

Для забезпечення безпеки при проведенні дослідів та оптимізації технологічного процесу використовується обладнання, що відповідає ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». Органи керування верстатом відповідають вимогам ГОСТ 12.2.064-81. ССБТ. «Органы управления производственным оборудованием. Общие эргономические требования». Робітники повинні дотримуватися правил безпеки при роботі згідно НПАОП 28.5-1.34-90 «Правила по безопасности труда при обработке металлов резанием». Відповідальність за дотримання справного стану і безпечну експлуатацію металорізального верстату покладається на керівника підрозділу, за яким закріплений верстат.

Для уникнення можливих травм при контакті з рухомими частинами обладнання передбачені захисні огорожі згідно ГОСТ 12.2.062-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные».

При проектуванні та експлуатації технологічного обладнання передбачено застосування пристроїв, які виключають ймовірність контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту (засоби захисту робітників).

Для уникнення травм внаслідок руйнування інструменту необхідно працювати тільки з огороженим інструментом. При проведенні розрахунків на міцність огорож, необхідно враховувати ймовірність вильоту та удару об огорожу заготовок і ріжучого інструменту.

Перед початком роботи потрібно перевірити справність обладнання, гальмівних пристроїв на холостому ході, а також перевірити на справність та наявність дефектів ріжучий інструмент та засоби для закріплення деталей для уникнення ймовірності їх вильоту внаслідок недостатнього закріплення. Не допускати при роботі різних змін режимів різання для того, щоб уникнути можливості руйнування інструменту або порушення закріплення деталі.

Для захисту від можливих порізів, опіків та травм, пов'язаних з вильотом стружки необхідно надати робітнику засоби індивідуального захисту (спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, очей) згідно НПАОП 0.00-4.01-08 «Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту».

Засоби колективного захисту повинні бути передбачені згідно ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ «Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация».

Мінімальна відстань від проходу до фронтальної частини верстата повинна становити 1 м, до бокової та тильної сторони 0,5 м. Ширина проходів складає 1,4 -2.5м, зона робітника приймається рівною 0,8 м, ширина проїзду-4.5м.

Розташування обладнання з точки зору безпеки та ергономіки відповідає вимогам ГОСТ ДСТУ 7234:2011 «Дизайн и эргономика. Оборудование производственное. Общие требования дизайна и эргономики».

Робітники повинні утримувати робоче місце в чистоті, не захаращувати його деталями, металевими відходами, сміттям. Під час роботи не вживати алкогольні напої, дотримуватися вимог санітарних норм та правил особистої гігієни.

Для здійснення безпечної, безаварійної та високопродуктивної роботи електроустановок необхідно правильно організовувати їх експлуатацію для уникнення можливості помилок зі сторони обслуговуючого персоналу.

Для усунення ймовірності ураження електричним струмом в лабораторії с електрообладнанням, що здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Відповідно до вимог «ПУЕ-2014», електрообладнання на ділянці характеризується як електроустановки до 1000 В, передбачаються організаційні та технічні заходи. До організаційних відносять проведення навчання правилам електробезпеки, перевірка знань та атестація персоналу згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про

порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». До технічних заходів відноситься захисне заземлення, що передбачається згідно ГОСТ 12.1.030-81 (2001)' ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання приміщення у будь-яку пору року не перевищує – 4 Ом.

5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії і гігієни праці розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014 р. за № 472/25249 (далі – «Гігієнічна класифікація праці»).

Метеорологічні умови (температура повітря, відносна вологість повітря й швидкість його переміщення) відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». На механічній ділянці роботи виконуються стоячи, належать до категорії П₆ – робота середньої важкості, тому передбачені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

– у холодний період року: температура 18-20°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м/с;
у теплий період року: температура 21-23°C; відносна вологість: 40-60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м/с.

Неправильне проектування або несправність систем опалення та вентиляції в приміщенні може призвести до негативних впливів на здоров'я

працівників у вигляді простудних захворювань, перегрівань, проблем із дихальними шляхами тощо. Для запобігання запиленості та загазованості приміщення пилом і парами речовин, що утворюються при випаровуванні змащувально-охолоджувальної рідини та мастил передбачена система вентиляції, що відповідає вимогам ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», ГОСТ 12.4.021-75 «ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования». При розрахунках та виборі системи вентиляції враховується повітрообмін (процес заміни відпрацьованого і забрудненого повітря у виробничому приміщенні свіжим за допомогою природної і (або) механічної вентиляції). Величина обміну повітря, м/год, – один з головних показників, необхідних для проектування будь-якої з систем вентиляції виробничого приміщення. Обмін повітря розраховується так, щоб концентрація шкідливих речовин (пари, газу, волога, пил або аерозолі та ін.) в приміщенні під час роботи вентиляції не перевищувала допустимих рівнів чи гранично допустимих концентрацій (ГДК). ГДК деяких шкідливих речовин встановлюються згідно ГОСТ 12.1.005-88 і ДСН 3.3.5.042 — 99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень".

Рівень шуму в робочих кімнатах та лабораторіях не повинен перевищувати 65 дБ згідно вимог ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности», ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», а на механічній дільниці-80дБ. При організації робочого місця необхідно приймати всі необхідні заходи для зменшення шуму, який впливає на людину на робочих місцях до значень, котрі не перевищують допустимі. Це досягається за рахунок розробки, застосування засобів і методів колективного та індивідуального захисту, використання сучасної техніки з більш меншим виділенням шуму а також це повинно враховуватись при проектуванні підприємств, будівель та споруд різного призначення.

Оцінку впливу рівня вібрацій проводиться за ДСТУ ISO 2631-1:2004«Вібрація та удар механічні. Оцінка впливу загальної вібрації на

людину». Необхідно дотримуватися санітарних норм при роботі з наявністю вібрацій згідно ДСН 3.3.6.039-99. «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій». При роботі, яка супроводжується вібраціями необхідно робити перерву через кожні 10-15 хвилин роботи. Потрібно зменшувати вібрації за рахунок застосувань конструктивних і технологічних методів, застосовувати засоби віброізоляції та вібропоглинання, своєчасно проводити плановий та попереджувальний ремонт обладнання. Потрібно застосовувати заходи лікувально-профілактичного характеру: професійні та профілактичні огляди, вітамінізація, лікувальні гімнастика та масаж рук. Для профілактичного лікування та відпочинку працюючих повинні бути організовані профілакторії та кабінети і кімнати, де проводять масаж рук у струмені теплого повітря або сухий обігрів та мікромасаж на спеціальному обладнанні.

При проведенні робіт за металорізальним обладнанням необхідно застосовувати систему комбінованого освітлення. Освітленість при роботі за верстатом в зоні обробки повинна бути не менше 2 000 лк, що досягається за рахунок місцевого освітлення, яке передбачається конструкцією обладнання. Вимоги природного та штучного освітлення в приміщеннях повинні виконуватись згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення». Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500 лк, якщо ці значення неможливо забезпечити системою загального освітлення, допускається використовувати місцеве освітлення. Штучне освітлення – освітлення будинків, приміщень, споруд та створення зовнішнього освітлення за допомогою спеціальних електроосвітлювальних установок – світильників. Система загального освітлення призначена для освітлення всього приміщення. Правильно спроектоване та виконане освітлення забезпечує можливість нормальної діяльності, зберігає зір людини, стан його центральної нервової системи. В значній мірі від умов освітленості залежить безпека та продуктивність праці. На механічній дільниці рівень загального

освітлення становить 200 люкс. Штучне освітлення в приміщенні, здійснено системою загального рівномірного освітлення. Як джерела штучного освітлення в приміщенні застосовані люмінесцентні лампи типу ЛБ. При застосуванні яких дотримались наступних умов:

- температура навколишнього повітря не повинна бути нижче, ніж 5°C;
- напруга на освітлювальних приладах повинна бути не менше, ніж 90% номінальної.

Розрахуємо систему загального рівномірного штучного освітлення в приміщенні, де проводяться дослідження та виконуються роботи на ПК.

Приймаємо розміри приміщення довжина $A = 6\text{м}$, ширина $B = 4\text{м}$, висота $H = 4\text{ м}$, висота робочої поверхні складає $h = 0,7\text{м}$.

Згідно з ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування» освітлення в кабінеті масажу нормуються як $E_n = 200\text{ Лк}$.

Розряд зорової роботи – III г.

Коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення (від: стелі – ρ_c ; стін – $\rho_{ст}$; підлоги – $\rho_{п}$) у світлому приміщенні $\rho_c=70\%$; $\rho_{ст}=50\%$; $\rho_{п}=30\%$;

Обираємо світильник типу ЛВП (IP=54 – ступінь захисту світильника, $[L/h] = 1,3$ – числове значення коефіцієнта світильника).

Коефіцієнт запасу k_z враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймається в залежності від виробничих умов. Приймаємо $k_z = 1,4$.

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення z (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості), для люмінесцентних ламп низького тиску, як правило дорівнює $z = 1,1$.

Розрахуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) * [L/h]} = \frac{4}{(4 - 0,7) * 1,3} = 0,93 \approx 1$$

Визначимо максимально припустиму відстань між рядами світильників

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p},$$

де B – ширина приміщення, N_p – кількість рядів

$$L_{\max} = \frac{4}{1} = 4 \text{ м}$$

Розраховуємо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею

$$h = \frac{L_{\max}}{[L/h]}$$

$$h = \frac{4}{1,3} = 3,07 \text{ м}$$

Знайдемо висоту звисання світильника від стелі

$$h_3 = H - h_p - h$$

де H – висота приміщення, h_p – висота робочої поверхні, h – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

$$h_3 = 4 - 0,7 - 3,07 = 0,23 \text{ м.}$$

Чисельне значення індексу приміщення визначаємо за рівнянням:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}$$

де A – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, $м$;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, $м$

$$i = \frac{6 \cdot 4}{3,07 \cdot (6 + 4)} = \frac{24}{30,7} = 0,78$$

Значення коефіцієнта використання світлового потоку η вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення (ρ_c , $\rho_{ст}$, $\rho_{п}$) та індексу приміщення. В нашому випадку $\eta = 0,38$.

Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot S \cdot k_z \cdot z}{\eta},$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, $лм$;

E_n – нормоване значення освітленості, $лк$;

S – площа освітлюваної поверхні, $м^2$;

k_z – коефіцієнт запасу;

z – коефіцієнт нерівномірності (мінімальної) освітленості;

η – коефіцієнт використання світлового потоку

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{200 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 1,4 \cdot 1,1}{0,38} = \frac{7392}{0,38} = 19452 \text{ лм}$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні:

$$N^* = AB / L_{\max}^2$$

$$N^* = \frac{6 \cdot 4}{16} = 1,5 \approx 2 \text{ шт}$$

Розрахуємо світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\text{л}}}, \text{ лм}$$

де Φ_{Σ} – розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

$N_{\text{л}}$ – загальна кількість ламп у приміщенні, шт;

$$N_{\text{л}} = N^* \cdot n$$

n – кількість ламп у світильнику (в ЛВП світильнику знаходиться 2 лампи)

$$N_{\text{л}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ шт.}$$

$$\text{Тоді, } \Phi_{\text{л}} = \frac{19452}{4} = 4863 \text{ лм}$$

Обираємо тип стандартної лампи з найближчим значенням фактичного світлового потоку лампи $\Phi_{\text{л}}$ і знайти коефіцієнт m (співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи $\Phi_{\text{л}}^*$ та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи $\Phi_{\text{л}}$):

Обираємо лампу ЛБ 65, $\Phi_{\text{л}} = 4800 \text{ лм}$

$$m = \frac{\Phi_{\text{л}}^*}{\Phi_{\text{л}}}$$

$$m = \frac{4863}{4800} = 1,01$$

Визначаємо оптимальну (фактичну) кількість світильників у приміщенні:

$$N = N^* \cdot m$$

$$N = 2 * 1,01 = 2 \text{ шт.}$$

Фактична кількість ламп у приміщенні:

$$N_{\text{фл}} = N_{\text{ф}} \cdot n$$

$$N_{\text{фл}} = 2 * 2 \text{ шт.}$$

Визначаємо загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_{\text{л}} N_{\text{фл}} \eta}{S k_z}, \text{ лк}$$

$$E_p = \frac{4800 * 4 * 0,38}{6 * 4 * 1,4 * 1,1} = \frac{7296}{36,96} = 197,4 \text{ лк}$$

Тобто виконується умова $E_p = (-10\% \dots +20\%) \cdot E_n$, лк

Розрахуємо загальну потужність освітлювальної установки:

$$P_{\Sigma} = N_{\text{фл}} \cdot P_{\text{л}}, \text{ Вт}$$

де $P_{\text{л}}$ – потужність вибраної стандартної лампи.

$$P_{\Sigma} = 4 * 65 = 260 \text{ Вт}$$

5.4 Заходи з пожежної безпеки

Пожежі представляють собою велику загрозу життю та здоров'ю працівників та можуть призвести до величезних матеріальних збитків.

Питання забезпечення пожежної безпеки будівель і споруд має велике значення та регламентується спеціальними державними постановами і рішеннями. Пожежна безпека забезпечується системою запобігання пожежі і системою пожежного захисту згідно НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Ці правила встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки до будівель, обладнання, майна.

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

Згідно ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» у приміщенні дослідницької лабораторії, обладнаному ПК з ВДТ можлива пожежа класу – А (пожежа, що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В), на дільниці також можливі пожежі класу А.

Причинами пожежі можуть бути: несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження); тривале перевантаження двигунів, приводів; порушення ізоляції, потрапляння іскор або стружки з високою температурою на легкозаймисті матеріали або спецодяг.

Оскільки механічна дільниця та приміщення дослідницької лабораторії, належать до категорії «Д» з пожежної небезпеки, тому згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» воно має II ступінь вогнестійкості.

У разі виникнення пожежі у приміщенні для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидві сторони приміщення, з одного боку вікно (на пожежні сходи), а з іншого – вхідні двері. Згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания»,

відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується у адміністративних приміщеннях та становить 75 метрів у цеху.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», в приміщенні (дільниці, дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, тощо) встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Яка забезпечує виявлення теплових і димових ознак пожежі і місця виникнення пожежі з точністю до місця розміщення датчика. Пожежна сигналізація використовується для виклику пожежних команд при виникненні пожеж. До основних елементів пожежної сигналізації належать: повідомлювачі (сигнал тривоги про пожежу), які встановлюються поза або всередині споруди; приймальні апарати або установки для приймання і фіксації сигналів від повідомлювачів; повітряні або кабельні лінії, які з'єднують повідомлювачів з пожежною службою (найчастіше це телефонний зв'язок за номером 01).

Система пожежної сигналізації повинна швидко виявляти місце виникнення пожежі; надійно передавати сигнал про пожежу на приймально-контрольний прилад, а також до пункту прийому сигналів про пожежу; перетворювати сигнал про пожежу у форму, зручну для сприймання персоналом захищуваного об'єкта; залишатися нечутливою до впливу зовнішніх факторів, що відмінні від факторів пожежі; швидко виявляти та передавати сповіщення про несправності, що перешкоджають нормальному функціонуванню системи.

Для даної категорії приміщення і класу пожежі рекомендується оснащувати приміщення порошковими вогнегасниками місткістю 5л в кількості 2 шт згідно «Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників», затверджені наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстровані в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677. В порошкових вогнегасниках джерелом гасіння є сухий порошок. Призначаються для гасіння твердих, рідких та газоподібних речовин, а також для матеріалів, які тліють. Рекомендуються

для гасіння електроустановок з напругою до 1000 В. Зберігати потрібно у вертикальному стані в легкодоступному місці, захищеному від прямих сонячних променів і далеко від нагрівальних приладів.

5.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Повноваження Кабінету Міністрів України та інших центральних органів виконавчої влади у сфері цивільного захисту, згідно Кодексу цивільного захисту України.

1. До повноважень Кабінету Міністрів України у сфері цивільного захисту належить:

- 1) керівництво єдиною державною системою цивільного захисту;
- 2) організація здійснення заходів щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- 3) встановлення порядку віднесення міст до відповідних груп цивільного захисту, а суб'єктів господарювання – до відповідних категорій цивільного захисту;
- 4) віднесення міст до груп цивільного захисту, затвердження їх переліку;
- 5) створення резерву засобів індивідуального захисту та матеріальних резервів для запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, визначення їх обсягу і порядку використання;
- 6) вжиття заходів щодо забезпечення готовності єдиної державної системи цивільного захисту до дій в умовах надзвичайних ситуацій та в особливий період;
- 7) визначення порядку переведення єдиної державної системи цивільного захисту з режиму функціонування у мирний час на функціонування в умовах особливого періоду;
- 8) залучення сил цивільного захисту до проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, гуманітарних операцій за межами України;
- 9) забезпечення здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалих внаслідок надзвичайних ситуацій;

- 10) розроблення та здійснення заходів, спрямованих на забезпечення сталого функціонування суб'єктів господарювання в особливий період;
- 11) забезпечення реалізації вимог техногенної та пожежної безпеки;
- 12) визначення мобілізаційного завдання для задоволення потреб цивільного захисту та порядку накопичення, зберігання і використання мобілізаційних резервів для потреб цивільного захисту в особливий період;
- 13) визначення порядку підготовки та здійснення потенційно небезпечних заходів в умовах присутності цивільного населення за участю особового складу Збройних Сил України, інших військових формувань та правоохоронних органів з використанням озброєння і військової техніки;
- 14) визначення порядку розроблення планів цивільного захисту на особливий період та інших планів у сфері цивільного захисту;
- 15) затвердження щорічного плану основних заходів цивільного захисту України та плану комплектування з навчання керівного складу та фахівців, діяльність яких пов'язана з організацією та здійсненням заходів з питань цивільного захисту;
- 16) визначення порядку навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях;
- 17) здійснення інших повноважень, передбачених цим Кодексом та іншими законодавчими актами.

Стаття 17. Повноваження центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту

1. До системи центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, входять сили цивільного захисту, навчальні заклади та наукові установи, заклади охорони здоров'я (медичні підрозділи) (далі - органи та підрозділи цивільного захисту), які входять до сфери його управління.

2. Центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту:

1) здійснює безпосереднє керівництво діяльністю єдиної державної системи цивільного захисту;

2) формує проекти планів у сфері цивільного захисту державного рівня на мирний час та особливий період і подає їх на розгляд Кабінету Міністрів України, організовує планування заходів цивільного захисту центральними та місцевими органами виконавчої влади;

3) проводить підготовку органів управління функціональних і територіальних підсистем єдиної державної системи цивільного захисту та їх ланок;

4) здійснює оповіщення та інформування центральних та місцевих органів виконавчої влади про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, здійснює методичне керівництво щодо створення і належного функціонування систем оповіщення цивільного захисту різних рівнів;

5) залучає підрозділи пошуково-рятувальних сил та аварійно-рятувальних служб центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій усіх форм власності та координує їх діяльність під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій державного і регіонального рівнів, організовує проведення пошуково-рятувальних робіт та здійснює контроль за їх проведенням;

6) забезпечує гасіння пожеж, рятування людей та надання допомоги в ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха та інших деяких видів небезпечних подій, що становлять загрозу життю або здоров'ю населення чи призводять до завдання матеріальних збитків;

7) організовує та забезпечує охорону від пожеж підприємств, установ, організацій та інших об'єктів на підставі договорів;

8) здійснює організацію авіаційного пошуку і рятування повітряних суден, що зазнають або зазнали лиха, координує проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт авіаційними силами і засобами центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій усіх форм власності;

9) бере участь у роботі комісій з розслідування авіаційних подій;

10) здійснює безпосереднє управління заходами з переведення єдиної державної системи цивільного захисту з режиму функціонування у мирний час на функціонування в умовах особливого періоду;

11) бере участь у розробленні мобілізаційного плану держави;

12) розгортає у разі проведення мобілізації спеціальні формування, призначені для виконання окремих завдань цивільного захисту міст, віднесених до груп цивільного захисту, та суб'єктів господарювання, віднесених до категорій цивільного захисту;

13) веде облік осіб, які проходять службу цивільного захисту, а також тих, які уклали контракт про перебування у резерві служби цивільного захисту;

14) визначає потребу в фінансових та матеріально-технічних ресурсах органів та підрозділів цивільного захисту для виконання ними завдань особливого періоду та у разі проведення цільової мобілізації, подає відповідні пропозиції до центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері економічного і соціального розвитку;

15) здійснює координацію, організацію та методичне керівництво щодо визначення стану готовності функціональних і територіальних підсистем до вирішення завдань цивільного захисту у мирний час та в особливий період;

16) формує та реалізує заходи державної політики щодо створення, утримання та реконструкції фонду захисних споруд цивільного захисту, ведення їх обліку;

17) формує та реалізує заходи державної політики щодо впровадження інженерно-технічних заходів цивільного захисту, забезпечує нормативно-правове регулювання у цій сфері, здійснює роботу щодо віднесення населених пунктів та об'єктів національної економіки до груп (категорій) з цивільного захисту, надає на запити замовників вихідні дані та вимоги, необхідні для розроблення та проектування цих заходів;

18) формує та реалізує заходи державної політики у сфері радіаційного і хімічного захисту, координує та контролює здійснення заходів щодо захисту населення і територій при виникненні радіаційних аварій та надзвичайних ситуацій, пов'язаних з виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин, встановлює вимоги для засобів радіаційного і хімічного захисту населення та аварійно-рятувальних формувань;

19) здійснює прогнозування спільно із центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями імовірності виникнення надзвичайних ситуацій, визначає показники ризику та здійснює районування території України щодо ризику виникнення надзвичайних ситуацій;

20) здійснює реалізацію державної політики стосовно заходів з евакуації населення, координує діяльність центральних та місцевих органів виконавчої влади, суб'єктів господарювання з цих питань;

21) забезпечує у межах своїх повноважень реалізацію державної політики з питань медичного та біологічного захисту населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій;

22) здійснює ліквідацію медико-санітарних наслідків надзвичайних ситуацій, надання екстреної медичної допомоги у зоні надзвичайної ситуації (осередку ураження) постраждалим та рятувальникам, заходи з медичного забезпечення (лікувально-профілактичні, санітарно-гігієнічні, медичне постачання та санаторно-курортне лікування) осіб рядового і начальницького складу, ветеранів служби цивільного захисту (війни) та членів їхніх сімей;

23) видає експертні висновки про рівень надзвичайної ситуації, веде їх облік;

24) забезпечує виконання заходів з мінімізації та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних з технологічними терористичними проявами та іншими видами терористичної діяльності під час проведення антитерористичних операцій, проводить просвітницьку та практично-

навчальну роботу з метою підготовки населення до дій в умовах вчинення терористичного акту;

25) виконує піротехнічні роботи, пов'язані зі знешкодженням вибухонебезпечних предметів, що залишилися на території України після воєн, сучасних боєприпасів та підривних засобів (крім вибухових пристроїв, що використовуються в терористичних цілях), крім територій, які надані для розміщення і постійної діяльності військових частин, установ, військових навчальних закладів, підприємств та організацій Збройних Сил України, інших військових формувань, затверджує порядок організації таких робіт та порядок взаємодії під час їх виконання;

26) затверджує статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту;

27) затверджує порядок організації внутрішньої, гарнізонної та караульної служб у підпорядкованих органах та підрозділах;

28) здійснює атестацію та сертифікацію аварійно-рятувальних служб і рятувальників;

29) здійснює контроль за готовністю авіаційних сил та засобів пошуку і рятування до проведення пошуку і рятування, за організацією пошуково-рятувального забезпечення польотів повітряних суден авіації центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій усіх форм власності;

30) вносить до відповідних органів пропозиції щодо припинення польотів у разі порушення вимог нормативних документів з питань пошуково-рятувального забезпечення до усунення недоліків;

31) затверджує порядок організації використання авіаційних сил і засобів для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт на території України;

32) проводить експертизи надзвичайних ситуацій та визначає їх рівні;

33) затверджує загальнодержавні правила техногенної та пожежної безпеки, а також вимоги, інструкції і методики, інші нормативно-правові

акти у сфері техногенної та пожежної безпеки, які є обов'язковими для всіх підприємств, установ, організацій;

34) здійснює нормативно-правове регулювання щодо порядку організації та здійснення державного нагляду у сферах пожежної і техногенної безпеки, дозвольно-реєстраційної діяльності, оформлення матеріалів про адміністративні правопорушення, порядку та умов застосування запобіжних заходів;

35) затверджує перелік критеріїв, за якими проводиться розмежування категорій зон радіоактивно забруднених територій;

36) затверджує відомчі норми і правила щодо фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання;

37) здійснює виконання актів Верховної Ради України, Президента України про надання Україною гуманітарної допомоги іншим державам, у тому числі організовує закупівлю послуг із завантаження, вивезення та складування вантажів, здійснює їх супроводження до місця призначення та передачу отримувачам гуманітарної допомоги;

38) затверджує перелік центрів медико-психологічної реабілітації, порядок проходження медико-психологічної реабілітації, положення про медико-психологічну реабілітацію та відповідність санаторно-курортних установ вимогам медико-психологічної реабілітації;

39) забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері промислової безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

40) забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері гідрометеорологічної діяльності;

41) забезпечує формування державної політики у сфері профілактики травматизму невиробничого характеру, здійснює моніторинг стану травматизму невиробничого характеру, його причин та наслідків;

42) визначає основні напрями розвитку відомчої науки, виступає замовником наукових робіт, бере участь у проведенні прикладних науково-

дослідних робіт щодо всебічного розвитку напрямів своєї відповідальності, розробляє та затверджує галузеві стандарти з питань цивільного захисту, рятувальної справи та гідрометеорологічної діяльності;

43) організовує та визначає порядок проведення професійної підготовки, підвищення кваліфікації та перепідготовки осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту;

44) організовує навчання з питань цивільного захисту посадових осіб центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування і суб'єктів господарювання, організовує розроблення, розглядає та затверджує програми з навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях, організовує та контролює їх виконання;

45) встановлює порядок підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту;

46) здійснює функції з організації та навчально-методичного забезпечення навчання (підвищення кваліфікації за цільовим призначенням) керівних кадрів і фахівців центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ та організацій, на яких поширюється дія законів у сфері цивільного захисту, затверджує навчальні плани і програми післядипломної професійної освіти;

47) затверджує навчальні програми перепідготовки та підвищення кваліфікації робітничих кадрів сфери цивільного захисту;

48) затверджує типові положення про територіальні курси, навчально-методичні центри цивільного захисту та безпеки життєдіяльності;

49) затверджує освітньо-професійні програми підготовки магістрів для професійної діяльності на державній службі у сфері цивільного захисту в межах напрямку підготовки "Державне управління";

50) бере участь у формуванні державного оборонного замовлення;

51) здійснює реалізацію державної політики стосовно державної таємниці, контроль за її збереженням в апараті центрального органу

виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, територіальних органах, спеціальних формуваннях і підрозділах, на підприємствах, в установах та організаціях, що належать до сфери його управління;

52) здійснює міжнародне співробітництво у сфері цивільного захисту;

53) створює та веде Державний реєстр потенційно небезпечних об'єктів;

54) здійснює інші повноваження відповідно до Конституції та законів України.

ВИСНОВОК

Згідно з завданням на магістерську роботу розглянуте застосування методу хімічного нікелювання в технологічному процесі виготовлення перехідника двигуна ГТД з метою підвищення його ресурсу роботи.

В роботі детально розроблений технологічний процес виготовлення перехідника ГТД. Вибрана заготовка. Призначені припуски на заготовку. Розраховані режими різання і технічні норми часу, які визначені за рекомендаціями нормативних документів. Технологічний процес розроблений з урахуванням вимог охорони праці та стійкості до надзвичайних ситуацій. Спроектоване верстатне пристосування, яке дозволяє швидко і надійно закріпити заготовку під час обробки, що в умовах серійного виробництва дуже важливо.

У частині з охорони праці приведена повна характеристика ділянки механічної обробки деталі з точки зору безпеки проведення робіт, проведена характеристика за ступенем пожежної безпеки, виконаний план евакуації з адміністративних приміщень цеху.

В розділі спецзавдання розглянуті методи нанесення металічних покриттів на деталі з титанових сплавів.

Складено альбом технологічної документації на виготовлення перехідника.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні посилання до курсової роботи по «Організація та планування промислового виробництва». – З.: 2006.
2. Методичні посилання до лабораторних робіт з дисципліни «Технологічні методи виробництва заготовок». – З.: 2010.
3. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Технологія машинобудування». – З.: 2011.
4. Справочник технолога – машиностроителя. Т.1/Под ред. А.Г.Касиловой, Р.К. Мещеряковой. – М. Машиностроение, 1985.
5. Додатки до методичних вказівок до практичних занять з дисципліни «Технологія машинобудування». – З.: 2012.
6. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания. Под ред. В.И.Баранчиков, А.В. Жаринов. – М. Машиностроение, 1990.
7. Горбачев А.Ф., Ширц В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. М.: Высшая школа, 1983. – 282 с.
8. Справочник технолога – машиностроителя. Т.2/Под ред. А.Г.Касиловой, Р.К. Мещеряковой. – М. Машиностроение, 1985.
9. Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов / Корсаков В.С. – М.: Машиностроение, 1983. – 277с.
10. Богуслаев В.А., Леховицер В.А, Смирнов А.С. Станочные приспособления. Запорожье: ОАО „Мотор-Сич“, 2004 г. - 461 с.
11. Ануриев, В. И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. Т. 3 / Ануриев В.И. – М.: Машиностроение, 1980. – 557 с.
12. Клоц М. У. Опыт химической и электрохимической обработки деталей из титановых сплавов. – Л : ЛДНТП, 1982. – 26 с.
13. Батраков В. П., Пивоварова Л. Н., Васкан Л. А., Егорова Т. М. Авт. свид. № 261091. — Бюллетень изобретений, 1970, № 4.

14. Бурдина С. М., Самарцев А. Г. О природе и свойствах поверхностной пленки, образующейся на титане при травлении его в кислотах. — ЖПХ, 1961, т. 34, №11

15. Пласкеев Е. В., Овсянникова Л. В., Курдюкова Е. А., Карапузкина Н. П. Контактное никелирование как способ активирования поверхности деталей из титановых сплавов перед нанесением покрытий. — В сб.: Методы нанесения покрытий на легкие металлы и легированные стали. — М: МДНТП, 1978.

16. Пласкеев Е. В., Курдюкова Е. А., Овсянникова Л. В. Получение износостойких покрытий на промышленных титановых сплавах. — В сб.: Методы нанесения покрытий на легкие металлы и легированные стали.— М.: МДНТП, 1978.

17. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. — М.: Металлургия, 1972.

18. Хворостухин В. Н., Машков В. Н., Торпачев В. А., Ильин Н. Н. Обработка металлопокрытий выглаживанием. Новости технологии. Обработка деталей абразивным, алмазным и эльборовым инструментом. — М.: Машиностроение, 1980.

19. Вишенков С. А. Химические и электрохимические способы осаждения металлопокрытий. — М.: Машиностроение, 1975