

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний
(повне найменування інституту, назва факультету)
Механізмів машинобудування
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Другий (магістерський)
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Модернізація технологічного процесу
висновок експертної думки "Розумов"

Виконав: студент VI курсу, групи М-1/Вм
спеціальності (напряму підготовки)

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

Арсалієв Рішат Хасмдінович
(прізвище та ініціали)

Керівник Пухальська Р.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Кополов
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 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) Другий (магістерський)
Спеціальність 131 Протяжна механіка
(код і назва)
Напрямок підготовки _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМБ
П.П. 2018 року
"18" _____

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Арсалієв Рішат Хаватдієвич
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Темароботи Модернізація технологічного процесу виготовлення деталі "Поршень"

Рівень роботи Пухальська Г.В., доцент
(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "11" листопада 2018 року №366

Строк подання студентом роботи _____

Вихідні дані до роботи 1. Креслення деталі. 2. Річна програма виготовлення деталі N=5000 шт.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Технологія записки розробки технологічного процесу механічної обробки "Поршень".
2. Конструкційне рішення розробки та розрахунок робочих та конструктивних параметрів.
3. Конструктивне розташування швидкохідного механізму.
4. Оцінка вартості.

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

Креслення деталі та з'єднання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
Техн. виступ	Пудалюк С.В.	05.09.18	12.12.18
Конкурс	Пудалюк С.В.	05.09.18	12.12.18
Ора. жет	Пудалюк С.В.	05.09.18	12.12.18
Охорона праці	Шашко В.І., к.т.н., доц.	05.09.18	12.12.18
Нормоконтроль	Дере С.І. доц.	05.09.18	12.12.18

7. Дата видачі завдання 04.09.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Технологічна частинка. Опис процесів зварювання; вибір типу зварювання; аналіз технологічних даних. Вибір способу отримання зварювання.		
2.	Проектування технічної частини; вибір др. МОН, МОЗ, розрахунок параметрів; проектування апаратури механічної. Оформлення технічної частини та конкурсній документації.		
3.	Конструктивна частинка. Проектування та розрахунок роботи на конструктивні параметри.		
4.	Проектування діючої та др. др.		
5.	Оформлення праці.		
6.	Захист роботи.		
	Оформлення календарного плану роботи і презентації.		
	Коригування		
	Презентація проекту зав. програмою		
	Рецензія		

Студент

Керівник роботи

Артем Р.Х.



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

РЕЦЕНЗІЯ

на магістерську роботу Модернізація технологічного процесу виготовлення деталі "Поршень"
(вказати тему дипломного проекту (роботи))

Студент Арсалієв Рішат Хаврондітович

Спеціальність « 131 Прикладна механіка », група М-113М

Обсяг проекту повний

Кількість аркушів креслень 9,25

Кількість сторінок пояснювальної записки 100

а) короткий зміст проекту та прийнятих рішень

Виконана модернізація технологічного процесу з рахунок використання виробничої обробки

б) висновок про відповідність проекту завданню

Відповідає завданню

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

Виконані інженерні розрахунки кожного розділу у відповідності останнім досягненням науки та техніки.

г) негативні особливості виконання проекту

не виявлені

д) позитивні особливості Робота виконана на середньому

рівні.

е) оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки до проекту
Пояснювальна записка та креслення
оформлені відповідно до вимог.

е) відгук про роботу загалом Загальна
робота виконана в повному обсязі.

ж) інші зауваження У пояснювальній записці
не відображені загальні дані про
використання послань.

з) оцінка проекту Робота заслуговує
оцінку "задовільно"

Рецензію склав док. каф. ТМБ Коноков В. В. [підпис]
 (посада, місце роботи, прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

« 19 » 12 20 18 р.

[15:45:59] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №522 [2] (200029 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[15:46:18] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №527 [2] (200030 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[15:46:32] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №532 [2] (200049 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[15:46:44] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №537 [2] (200033 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[15:47:00] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №542 [2] (200092 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[15:47:10] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №547 [2] (200032 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[15:47:24] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №552 [2] (200028 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[15:47:37] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №557 [2] (200026 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

[15:47:52] Возникла ошибка при загрузке поисковой страницы №562 [2] (200036 миллисек.): Yandex (Время ожидания операции истекло)

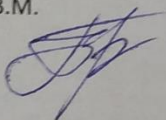
[15:47:57] Тип проверки: *Стандартная*

[15:47:57] **ВНИМАНИЕ! Уникальность может быть определена некорректно! (Обнаружено ошибок: 23%)**

[15:47:57] **Уникальность текста 90%[©] (Проигнорировано подстановок: 0%)**

Перевірку на плагіат програмою AntiPlagiarism.NET, магістерської роботи Арсалієв Р.Х., провів
зав. лаб. каф. ТМБ Паміров В.М.

17.12.2018р.



Характеристика

Арсалієв Рінат Хаваждійович
студента групи М-113м
машинобудівного факультету
Запорізького національного
технічного університету

Арсалієв Рінат Хаваждійович у 2013 році вступив до Запорізького національного технічного університету на машинобудівний факультет. В 2017 році отримав диплом бакалавра та вступив до магістратури.

Протягом навчання зарекомендував себе як сумлінний і наполегливий.

Займається науково-дослідницькою роботою, писав наукову роботу по дисципліні «Політологія»

Має авторитет серед студентів за відповідальне ставлення до справи, надійність, доброзичливість і суспільну активність.

Староста групи М-113м

Щербина М.А.

Куратор групи М-113м

Пухальська Г.В.

РЕФЕРАТ

ПЗ: стор., малюнків, таблиць, додатків, посилань.

Мета дипломного проекту - проектування механічного цеху виготовлення деталей валів; вивчення загальної конструкції, технологічної схеми процесу, устаткування і оснащення, а також проектування технологічного процесу обробки перехідника коробки приводів.

Підвищення вимог надійності авіаційних деталей, збільшення їх повного і міжремонтного ресурсу, спричиняє підвищення вимог до технології виробництва двигунів взагалі, а особливо до механічної обробки деталей і вузлів авіаційних двигунів.

Виконуючи цей проект, закріпили і поглибили отримані знання, поповнили їх навичками прогресивних технологій, застосували нове устаткування, вивчили системи автоматизації і механізації технологічного процесу, накопичили досвід ведення самостійної інженерної діяльності, по технології виробництва заготівель, механічної обробки деталей підвищеної точності, конструювання оснащення і різального інструменту, вимірювальної і контрольної апаратури.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПРИПУСК, ДОПУСК, ЕСКІЗ, КВАЛІТЕТ, БАЗА, ЗАГОТІВЛЯ, РІЗЕЦЬ, ТОЧНІСТЬ, ШОРСТКІСТЬ, РОЗМІР, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, УСТАТКУВАННЯ, ВЕРСТАТ, ТЕРМООБРОБКА, НАЛАДКА, СОБІВАРТІСТЬ

ЗМІСТ

	Реферат.....	4
	Перелік умовних скорочень	7
	Вступ	8
1	Технологічна частина.....	10
1.1	Опис конструкції та службового призначення деталі	10
1.2	Вибір типу виробництва та форми організації робіт.....	12
1.3	Вибір способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням.....	13
1.4	Проектування технологічного маршруту обробки деталі.....	18
1.4.1	Аналіз конструкції деталі на технологічність.....	18
1.4.2	Проектування маршруту обробки поверхонь.....	22
1.4.3	Маршрут виготовлення деталі.....	32
1.5	Розрахунок припусків і технологічних розмірів.....	36
1.6	Розрахунок режимів різання.....	44
1.7	Розрахунок технічної норми часу.....	56
1.8	Розробка РТК КП.....	62
1.8.1	Підготовка початкової інформації для машинного розрахунку керуючої програми, для верстатів з ЧПК.....	62
1.8.2	Розробка траєкторії руху інструменту.....	65
1.8.3	Розробка керуючої програми в G-кодах.....	67
2	Конструкторська частина.....	71
2.1	Проектування токарного пристосування.....	71
2.1.1	Конструкція і принцип роботи пристосування.....	71
2.1.2	Розрахунок пристосування на точність.....	74

2.1.3	Визначення необхідної сили затиску.....	76
2.2	Проектування контрольного пристосування.....	84
3	Проектування механічної ділянки.....	91
3.1	Розрахунок необхідної кількості основного технологічного устаткування.....	91
4	Спеціальне завдання «Прогресивні методи віброабразивної обробки».....	
5	Охорона праці.....	
	Висновок.....	
	Перелік посилань.....	
	Додаток А - Специфікація на токарне пристосування.....	
	Додаток Б - Специфікація на контрольне пристосування.....	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ

ГКМ	Горизонтально-кувальна машина
ДСТУ	Державний стандарт України
І	Індукційний
МГ	Магнітографічний
МВС	Маршрут виготовлення деталі
МОП	Маршрут обробки поверхні
НК	Неруйнівний контроль
ОК	Об'єкт контролю
ПМ	Пондеромоторний
ППТК	Послідовність показників точності і якості
РСЗ	Робочий стандартний зразок
РТК	Розрахунково-технологічна карта
ЗВ	Засоби виміру
СНіП	Система норм і правил
ЗОР	Зманюючи-охолоджувальна рідина
СЗН	Спосіб залишкової намагніченості
СПП	Спосіб прикладеного поля
ТО	Термічна обробка
ТП	Технологічний процес

ВСТУП

Підвищення експлуатаційних характеристик авіаційних двигунів: енергоозброєності, ресурсу, надійності і економічності при одночасному забезпечення ефективності їх серійного виробництва, є одним з найважливіших завдань розвитку і конкурентоспроможності авіаційної техніки при переході до ринкової економіки.

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

Пріоритетними напрямками при вирішенні поставленої задачі нині і в найближчому майбутньому є:

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

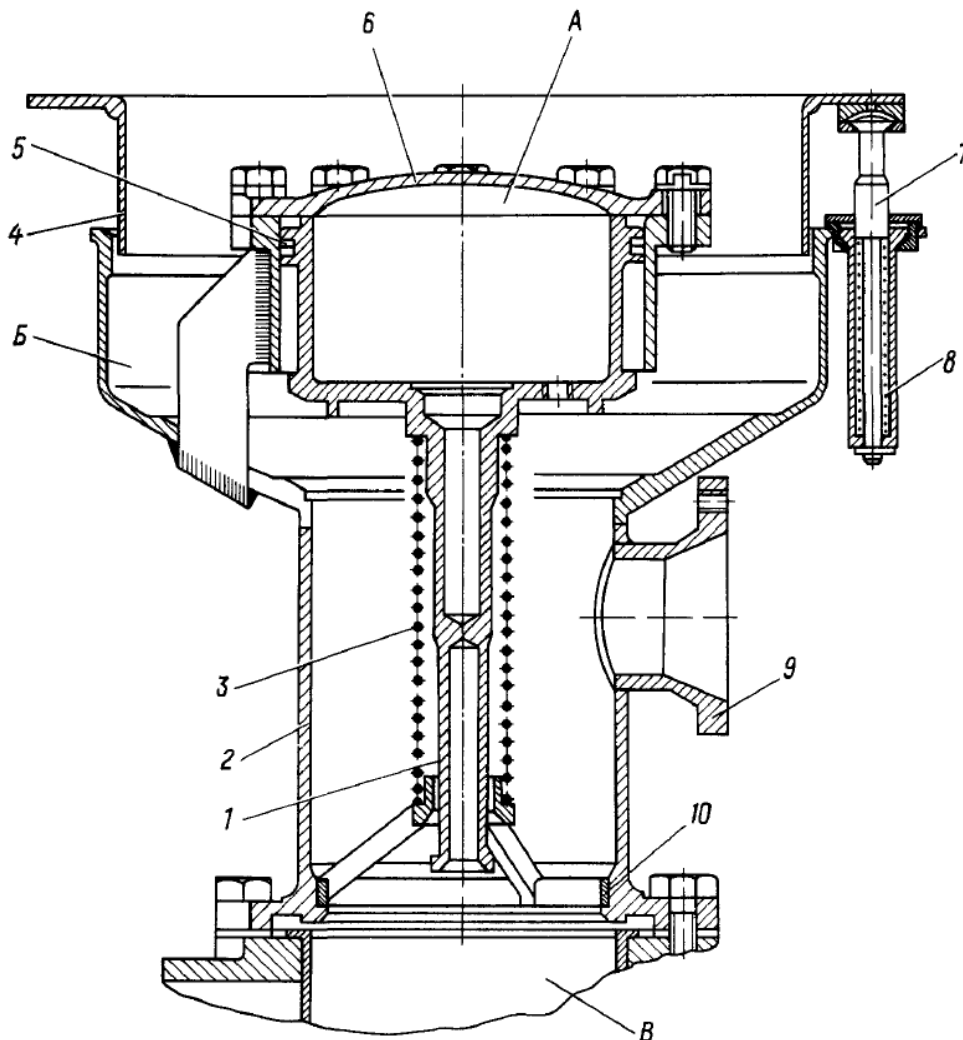
З урахуванням викладеного, був розроблений типовий технологічний процес виготовлення поршня сучасного газотурбінного двигуна і спроектований цех їх виготовлення у великосерійному виробництві.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

Деталь поршень входить до складу вузла «Додатковий клапан перепускання повітря»(рисунок 1.1) двигуна Д18Т. Клапан призначений для перепускання повітря із компресора високого тиску в процесі запуску двигуна для поліпшення запуску. Він встановлюється справа на камері згорання.

Клапан складається з корпусу 2, поршня 1, з двома кільцями ущільнювачів 5, шайби 10, пружини 3, кришки 6, патрубку 4, з тими, що направляючої 7 і пружинами 8.



1 - поршень, 2 - корпус, 3 - пружина, 4 - патрубок, 5 - кільце ущільнювача, 6 - кришка, 7 - напрямна, 8 - пружина, 9 - фланець, 10 - шайба.

Рисунок 1.1 - Конструкція вузла «Додатковий клапан перепускання повітря»

У відкритому положенні 1 віджятий пружиною 3 до упору в кришку 6 при цьому порожнина В сполучена з порожниною Б клапана. Порожнина Б сполучена також із зовнішнім(вентеляторным) контуром двигуна через патрубок 4, який підібганий пружинами 8 до патрубка, розташованого на капоті газогенератора. Порожнина А клапана через 9 отворів в днищі поршня постійно сполучена з порожниною В компресора високого тиску.

При непрацюючому двигуні і в процесі запуску клапан відкритий. В процесі запуску двигуна повітря через вікна в шайбі 10 і кільцеву щілину між конічною фаской поршня 1 і сідлом поршня в корпусі 2 клапана перепускається з порожнини В за КВТ в порожнину Б.

З порожнини Б повітря викидається через патрубок 4 в зовнішній контур двигуна. Одночасно повітря з порожнини В поступає в порожнину А клапана. Тиск повітря в порожнині А дорівнює тиску повітря в порожнині В за КВТ.

Закриття клапана здійснюється до виходу двигуна на режим малого газу тиском повітря, що діє на велику площу поршня 1 з боку порожнини А. В процесі запуску двигуна в міру зростання тиску повітря за КВТ росте і сумарне зусилля, що діє на поршень 1 з боку порожнини А, яке, долаючи зусилля затягування пружини 3, переміщає поршень 1 до упору в сідло корпусу 2 клапана і утримує клапан в закритому положенні на усіх режимах роботи двигуна.

Деталь виготовляється з жароміцного сплаву на основі нікелю ВЖЛ 14. Хімічний склад показаний в таблиці. 1.1.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад, %

W	Co	Al	Cr	Ta	Mo	Ti	Nb	V	Hf	Zr	Ce	B	C	Fe	Si	S	M _n	P	Ni
11,65 – 12,34	9,64 -10,0	4.80...5.00	9.83...9.00	0.95...1.10	1.24...1.56	1.79...2.26	1.13...1.32	0.20...0.22	0.04...0.05	0.11...0.14	0.010...0.016	0.029...0.032	0.18...0.24	0.42...0.41	0.2...0.21	0.005	0.21...0.2	0.005	решта

Фізичні властивості: межа міцності - 1061МПа, відносне подовження, % - 3,4, відносне звуження, % - 7,9, ударна в'язкість,($KДж / м^2$) - 0,13, межа тривалої міцності - 144МПа.

1.2 Вибір типу виробництва та форми організації робіт

Вихідні дані

річна програма випуску..... $N = 5000$ шт.

маса деталі..... $q = 0,5$ кг

Проектування технологічного процесу механічної обробки залежить від типу виробництва та форми його організації.

Тип виробництва визначають по широті номенклатури, регулярності і стабільності випуску виробів. Заздалегідь, враховуючи масу деталі і програму випуску, приймаю великосерійний тип виробництва.

Кількість деталей в партії можна визначити по формулі:

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

де a – періодичність запуску (2 рази в тиждень);

Φ – число робочих днів в році (250 днів).

$$n = \frac{2 \cdot 5000}{250} = 40 \text{ шт.}$$

Приймаємо партію деталей $n = 40$ шт. Для великосерійного виробництва характерно використати універсальний і спеціальний різальний і вимірювальний інструменти.

1.3 Вибір способу отримання заготовки з економічним обґрунтуванням

Метод отримання заготовки залежить від конструктивної форми деталі і умов роботи. Будь-яка заготівля виготовляється з припуском, який є шаром металу, що підлягає в процесі обробки видаленню, чим забезпечуються необхідні розміри, клас точності і величини шорсткості поверхні. Встановлення оптимальних припусків є найважливішим завданням при проектуванні технологічного процесу.

Стосовно поршня, оптимальними є заготовки, отримані одним з методів лиття, оскільки матеріал - ливарний сплав ВЖЛ - 14. До цієї деталі пред'являють високі вимоги за механічними властивостями, макроструктурою, залишковою

напругою. Виходячи з цього заготовки можуть бути отримані литтям в кокіль і литво по моделях, що витоплюються.

Остаточний вибір методу отримання заготовки робиться на підставі економічного розрахунку шляхом порівняння собівартості деталей, отриманих різними методами.

Визначаємо припуски і розрахуємо масу заготовки, отриману кожним методом.

Литво по моделях, що витоплюються

Заздалегідь визначаємо розміри заготовки (рисунок 1.2) (1, таблиця 1.2 стор. 11)

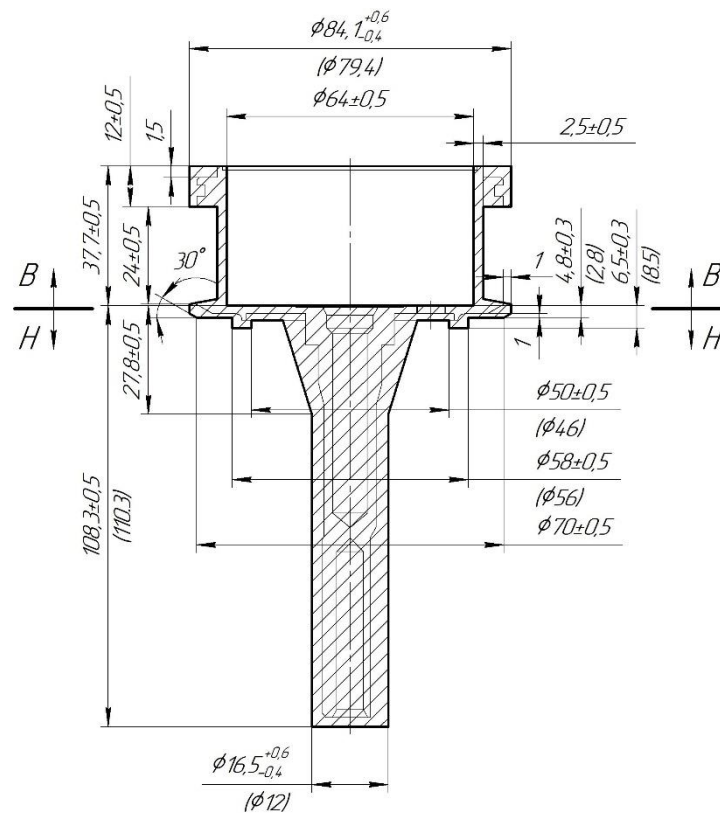


Рисунок 1.2 – Ескіз заготовки отриманої «литвом по моделях, що витоплюються»

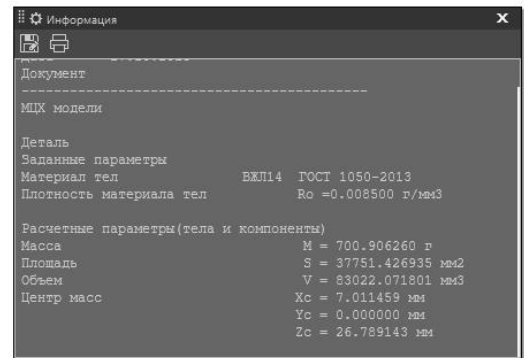
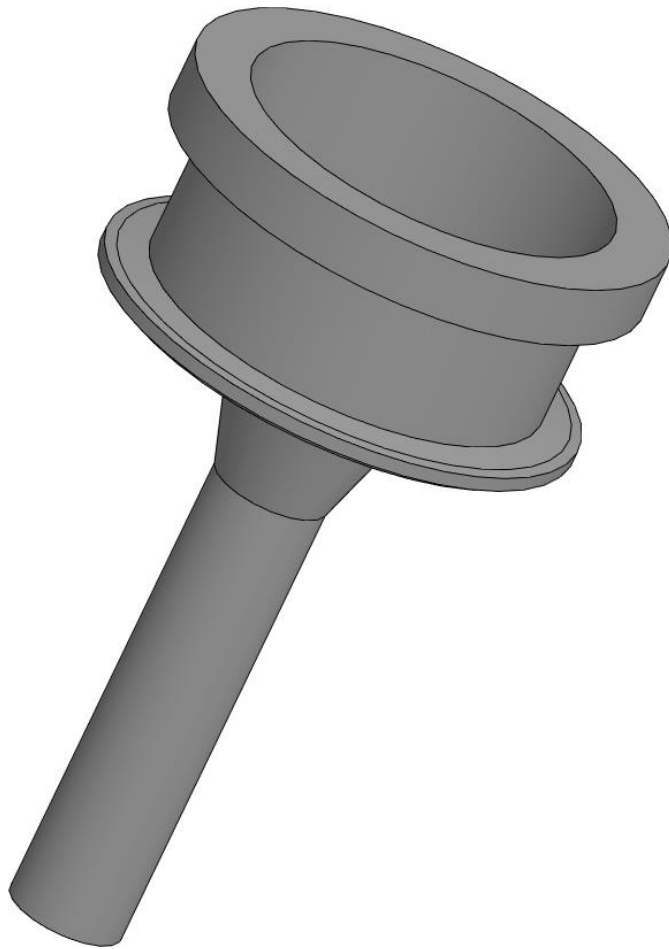


Рисунок 1.3 – Ескіз моделі заготовки отриманої «литвом по моделях, що ВИТОПЛЮЮТЬСЯ»

Знаходимо масу заготовки:

$$m_n = \rho \cdot V = \frac{8.5 \cdot 83022}{1000000} = 0,7 \text{ кг} \quad (1.4)$$

де $\rho = 8,5 \text{ кг/см}^3$ – щільність сталі;

$V = 83022 \text{ мм}^3$ – об'єм заготовки.

Собівартість виготовлення визначається по формулі:

$$C_1 = \frac{C_B}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II} - (Q - q) \cdot \frac{C_{omx}}{1000}, \quad (1.5)$$

де C_B -базова собівартість 1т заготовки, $C_B = 25000 \text{ грн/т}$;

Q - маса заготовки, $Q = 0,7 \text{ кг}$;

q - маса деталі, $q = 0,5 \text{ кг}$;

K_T - коефіцієнт, що враховує клас точності $K_T = 1$;

K_M - коефіцієнт, що враховує марку матеріалу $K_M=2,4$;

K_B - коефіцієнт, що враховує масу заготовки $K_B=1$;

K_P - коефіцієнт, що враховує програму випуску $K_P=0,5$;

$C_{отх}$ - собівартість 1т стружки, $C_{отх}=140/т$.

$$C_1 = \frac{25000}{1000} \times 0,7 \times 1 \times 2,4 \times 1 \times 0,5 - (0,7 - 0,5) \cdot \frac{140}{1000} = 20,97 \text{ грн}$$

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{им} = \frac{q}{Q};$$

де $q = 0.5$ кг – маса деталі;

$Q = 0.7$ кг – маса заготовки;

$$K_{им} = \frac{0.5}{0.7} = 0,7$$

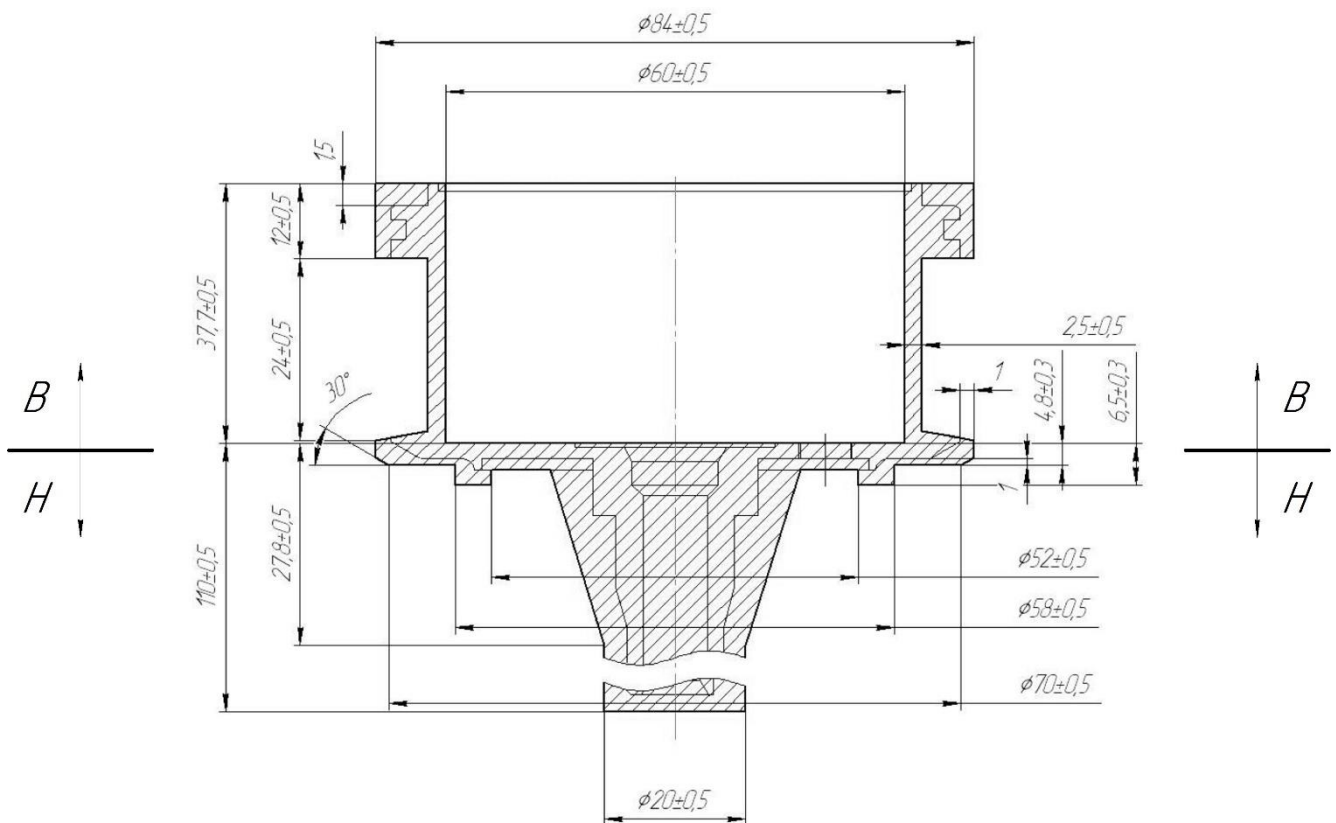


Рисунок 1.4 – Ескіз заготовки отриманої «литтям в кокіль»

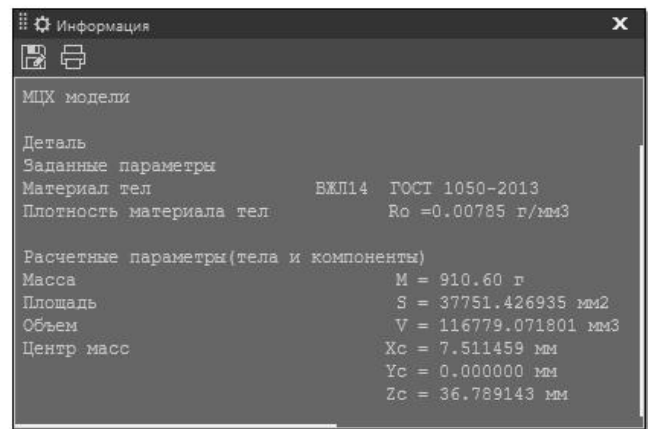
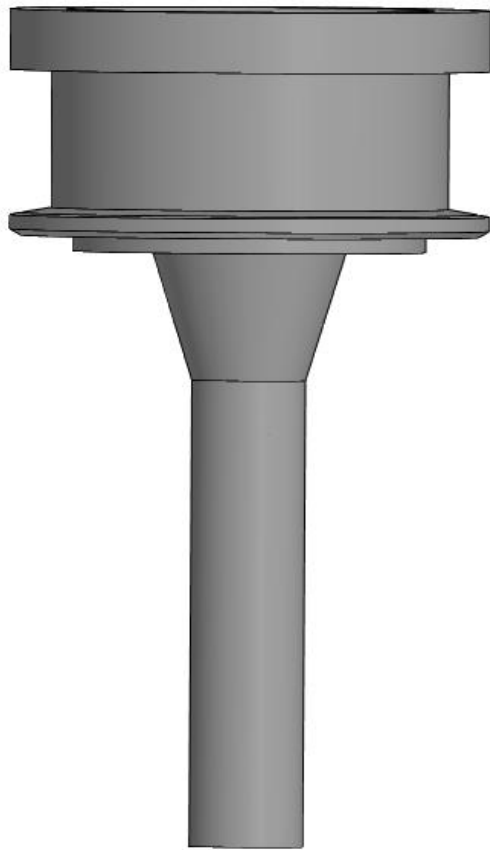


Рисунок 1.5 – Ескіз заготовки отриманої «литтям в кокіль»

Лиття в кокіль:

$$m_n = \rho \cdot V = \frac{7.85 \cdot 116779}{1000000} = 0,91 \text{ кг}$$

Собівартість виготовлення визначається по формулі:

$$C_2 = \frac{20000}{1000} \times 0,91 \times 1 \times 2,5 \times 1 \times 0,5 - (0,91 - 0,5) \cdot \frac{140}{1000} = 22,69 \text{ грн}$$

де $K_v=1$; $K_m=2,5$; $K_p=0,5$; $K_t=1$; $C_6=15000 \text{ грн/т}$; $q=0,5 \text{ кг}$; $Q=0,91$; $S_{отх}=140 \text{ грн/т}$.

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{им} = \frac{0,5}{0,91} = 0,55$$

Приведені витрати на одну заготовівлю складають: в 1-му варіанті $C_1 = 20,97$ грн; у 2-му варіанті $C_2 = 22,69$ грн; $C_1 < C_2$; $K_{\text{ИМ1}} > K_{\text{ИМ2}}$

Таблиця 1.2 - Порівняльні показники отримання заготовок двома методами

Показники	Позначення	Одиниці	Варіанти	
			Лиття по моделях, що витоплюються	Лиття в кокіль
Маса деталі	q	кг	0,5	0,5
Маса заготовки	Q	кг	0,7	0,91
Коефіцієнт використання матеріалу	η	—	0,7	0,55
Базова ціна 1т заготовівель	B_0	Грн	25000	15000
Коефіцієнти	K_v		1	1
	K_m		2,4	2,5
	K_n		0,5	0,5
	K_t		1	1
Ціна 1т стружки	$B_{\text{отх.}}$	грн	140	140
Вартість заготовки	B	грн	20,97	22,69

Аналізуємо отримані результати розрахунків. Як видно з таблиці $\eta_1 < \eta_2$, $C_2 < C_1$

Річна економія коштів:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= (C_1 - C_2) \cdot N \\ \mathcal{E} &= (22,69 - 20,97) \cdot 5000 = 8600 \text{ грн.} \end{aligned} \quad (1,10)$$

Де N — річна програма випуску заготовок

Річна економія на використанні матеріалів:

$$\begin{aligned} M_{\mathcal{E}} &= \frac{q \cdot (\eta_2 - \eta_1)}{\eta_1 \cdot \eta_2} \cdot N \\ M_{\mathcal{E}} &= \frac{0,5 \cdot (0,7 - 0,55)}{0,7 \cdot 0,55} \cdot 5000 = 974 \text{ кг.} \end{aligned} \quad (1,11)$$

Тому для розвитку технологічного процесу, ми приймаємо можливість лиття по моделях, що витоплюються, тому що це економічно вигідно в порівнянні

з базовим методом, як з точки зору раціонального використання матеріалу, та вартості дорогих матеріалів.

1.4 Проектування технологічного маршруту обробки деталі

1.4.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Матеріал задовільно обробляється різанням. Деталь складної форми, тіло обертання. Не жорстка – тонкостінна, є наскрізні отвори.

Технологічність оцінюється наступними показниками.

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{q}{Q} > 0,8;$$

де $q = 0.5$ кг – маса деталі;

$Q = 0.7$ кг – маса заготовки;

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{0.5}{0.7} = 0,7 < 0,8$$

Оскільки $K_{\text{ИМ}} < 0,8$, то деталь за цим показником нетехнологічна.

Технологічна точність деталі оцінюється коефіцієнтом точності обробки:

$$K_{\text{Т.ОБ}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{CP}}} > 0,8 \quad (1.6)$$

де A_{CP} – середній квалітет точності деталі:

$$A_{\text{CP}} = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.7)$$

де A_i - квалітет точність i - ої елементарної поверхні;

n_i - кількість розмірів відповідного квалітета

$$A_{\text{CP}} = \frac{12 \cdot 1 + 11 \cdot 9 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 4 + 6 \cdot 1}{16} = 9.5$$

$$K_{\text{Т.ОБ}} = 1 - \frac{1}{9.5} = 0,9$$

Оскільки $K_{\text{Т.ОБ}} > 0,8$, то деталь по точності технологічна.

Технологічна шорсткість оцінюється коефіцієнтом шорсткості:

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

де B_{CP} – середній клас шорсткості деталі:

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

де B_i – клас шорсткості i -ої елементарної поверхні;

n_i – кількість розмірів відповідного класу шорсткості

$$B_{CP} = \frac{5 \cdot 16 + 0,63 \cdot 1 + 10 \cdot 4 + 1,25 \cdot 3 + 20 \cdot 1 + 2,5 \cdot 2}{27} = 5,53$$

$$K_{III} = \frac{1}{5,53} = 0,18$$

Оскільки $K_{III} < 0,32$, то деталь по шорсткості технологічна.

Коефіцієнт уніфікації деталі:

$$K_{у.эл} = \frac{Q_{ун.эл}}{Q_{общ.эл}} > 0,6 \quad (1.10)$$

де $Q_{ун.эл}$ – кількість уніфікованих елементів;

$Q_{общ.эл}$ – загальна кількість елементів

$$K_{у.эл} = \frac{5}{16} = 0,3$$

Деталь за показником не технологічна, оскільки $K_{у.эл} < 0,65$

1.6.2 Проектування маршруту обробки поверхонь

Маршрут обробки деталі – це певна послідовність технологічних переходів обробки поверхонь заготовки, необхідних для досягнення заданих показників точності і якості цих поверхонь в цій деталі. МОП є технологічною основою технології механічної обробки, тому що саме в МОП, в технологічних переходах закладають механічні, хіміко - термічні тощо процеси впливу на поверхню заготовки. МОП потрібний для компонування операцій ТП, розробки схем групових наладок і налаштувань.

Для поверхні Ø79,4h11

Для заготовки $R_a = 12,5$ мкм, [1, табл.3.7, стор.19], допуск $Td_s = 1,0$ мм.

Для деталі $R_a = 2.5 \text{ мкм}$, допуск $Td = 0,19 \text{ мм}$.

Визначаємо уточнення за показниками точності і шорсткості

$$\varepsilon_d = \frac{Td_3}{Td_0} = \frac{1,0}{0,19} = 5,26 \quad (1.11)$$

$$\varepsilon_{Rz} = \frac{Ra_3}{Ra_0} = \frac{12,5}{2,5} = 5 \quad (1.12)$$

Переважаючим показником якості цієї поверхні буде показник точності геометричного розміру, оскільки він вимагає найбільшого уточнення. За переважаючим показником розраховуємо k переходів:

$$k = 2 \cdot \lg \varepsilon_d = 2 \cdot \lg 5,26 = 1,44 \quad (1.13)$$

Приймаємо $k = 2$

Різниця квалитетів точності і їх розподіл $IT = IT_{14} - IT_{11} = 3 = 2 + 1$

Встановлюємо послідовність показника точності: $IT_{14} - IT_{12} - IT_{11}$

Призначаємо методи обробки по переходах.

Заготівельна – точіння напівчистове – точіння чистове.

По [1, таблиця.3.7, стор.19] призначаємо допуски і шорсткість по переходах, див. таблицю .1.4.

Визначаємо уточнення за показниками точності і шорсткості для точіння напівчистового:

$$\varepsilon_{d2} = \frac{Td_3}{Td_2} = \frac{1,0}{0,290} = 3,45$$

$$\varepsilon_{Rz} = \frac{Ra_3}{Ra_1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,98$$

Для інших переходів уточнення розраховується аналогічно.

Результати розрахунків заносимо в таблиці. 1.4.

Для поверхні 143h8

Для заготовки $R_a = 12.5 \text{ мкм}$, [1, табл.3.7, стор.19], допуск $Td_3 = 1,0 \text{ мм}$.

Для деталі $R_a = 1,25 \text{ мкм}$, допуск $Td = 0,053 \text{ мм}$.

Визначаємо уточнення за показниками точності і шорсткості по формулі 1.11:

$$\varepsilon_d = \frac{Td_3}{Td_0} = \frac{1,0}{0,053} = 18,87 ;$$

$$\varepsilon_{Rz} = \frac{Ra_3}{Ra_0} = \frac{12,5}{1,25} = 10 .$$

Переважаючим показником якості цієї поверхні буде показник точності геометричного розміру, оскільки він вимагає найбільшого уточнення. За переважаючим показником розраховуємо k переходів:

$$k = 2 \cdot \lg \varepsilon_d = 2 \cdot \lg 18,87 = 2,55$$

Приймаємо $k = 3$

Різниця квалитетов точності і їх розподіл $IT = IT_{14} - IT_8 = 6 = 3 + 2 + 1$

Встановлюємо послідовність показника точності: $IT_{14} - IT_{11} - IT_9 - IT_8$

Призначаємо методи обробки по переходах.

Заготівельна – точіння напівчистове – точіння чистове – шліфування чорнове.

По [1, табл.3.7, стор.19] призначаємо допуски і шорсткість по переходах, див. табл.1.4.

Визначаємо уточнення за показниками точності і шорсткості для точіння напівчистового:

$$\varepsilon_{d2} = \frac{Td_3}{Td_2} = \frac{1,0}{0,360} = 2,78$$

$$\varepsilon_{Rz} = \frac{Ra_3}{Ra_1} = \frac{12,5}{6,3} = 1,98$$

Для інших переходів уточнення розраховується аналогічно.

Результати розрахунків заносимо в табл. 1.4.

Результати розрахунків заносимо в табл. 1.4.

Характер и показатели точности и качества поверхности в детали и заготовки	Показатель	Уточнение	Количество во переходах k	Разница показателей ППТЯ	МОП	Допуск	Уточнение
---	------------	-----------	------------------------------------	--------------------------------	-----	--------	-----------

Таблица 1.4 - Маршрут обработки поверхностей детали «Поршень»

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ø75h9 Заготовка $R_a = 12.5$ мкм,	J d	$\epsilon_{j0} 12,5$	Расчетное 2,19	Принятое 3	IT=IT14- IT8=6=2+1+1	1	Метод обраб. детали	Размер 1,0	Переховатость 12,5	Размер -	Переховатость -	
						2	T/O	-	-	-	-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ø79,4h11 Заготовка $R_a = 12.5$ мкм, допуск $Td_s = 1,0$ мм. Деталь $R_a = 2.5$ мкм, допуск $Td = 0,19$ мм.	d	5.26	1.44	2	IT=IT14-IT11=3=2+1	1	Заготовка	1,0	12,5	-	-	
						2	T/O	-	-	-	-	
	Ra	5			Ra12.5> Ra6.3> Ra2.5	3	Точ. Черн.	0,29	6,3	3,45	1,98	
						4	Точ. чист	0,19	2,5	1,53	2,52	
Ø13,882h8 Заготовка $R_a = 12.5$ мкм, допуск $Td_s = 1,0$ мм, Деталь $R_a = 0,063$ мкм, допуск $Td = 0,027$ мм,	d	37.04	3.14	4	IT=IT14- IT8=6=2+2+1+1	1	Заготовка	1,0	12,5	-	-	
						2	T/O	-	-	-	-	
	3	Точ. Черн.				0,25	6,3	4	1,98			
	Ra	19.84			Ra12.5> Ra10> Ra6.3> Ra2.5>Ra0.63	4	Точ. чист	0,08	2,5	3,12	0,12	
						5	Шлиф. черн.	0,06	1,25	1,33	2	
						6	Шлиф. чист.	0,027	0,63	2,22	1,98	

Продовження таблиці 1.4

допуск $Td_3 = 1,0$ мм, Деталь $R_a=2,5$ мкм, допуск $Td = 0,08$										3	Точ. Черн.	0,36	6,3	2,78	1,98		
										4	Точ. чист	0,25	2,5	1,44	2,52		
мм, 1		2 R_a	3 5	4	5	$Ra_{12.5}> Ra_{10}> Ra_{6.3}> Ra_{2.5}>Ra_{0.63}$		7	8	9	10	11	12				
$90^{+1.0}_{-0.5}$		d	1	2	2	IT=IT14		1	5	Заготовка.	- 0,08	12,5	- 3,12	- 1			
143h8 Заготовка $R_a =12.5$ мкм, допуск $Td_3 = 1,0$ мм, Деталь $R_a=1,25$ мкм, допуск $Td = 0,053$ мм,		d	18,87	2,55	3	IT=IT14-IT8=6=3+2+1		1	Заготовка	1,0	12,5	-	-				
		R_a	10					2	Т/О	-	-	-	-				
								3	Точ. Черн.	0,36	6,3	2,78	1,98				
		R_a	10			$Ra_{12.5}> Ra_{10}> Ra_{6.3}> Ra_{1,25}$		4	Точ. чист	0,25	2,5	1,44	2,52				
								5	Шлиф. черн.	0,053	1,25	4,72	2				
$\varnothing 12,5h9$ Заготовка $R_a =12.5$ мкм, допуск $Td_3 = 1,0$ мм, Деталь $R_a=10$ мкм, допуск $Td = 0,043$ мм,		d	23,26	2,73	3	IT=IT14-IT9=5=2+2+1		1	Заготовка	1,0	12,5	-	-				
		R_a	1,25					$Ra_{12.5}> Ra_{10}$		2	Т/О	-	-	-	-		
										3	Точ. Черн.	0,36	10	2,78	1,25		
		R_a	1,25			$Ra_{12.5}> Ra_{10}$		4	Точ. чист	0,25		1,44					
								5	Шлиф. черн.	0,043		5,81					
$\varnothing 69h13$ Заготовка $R_a =12.5$ мкм, допуск $Td_3 = 1,0$ мм, Деталь $R_a=5$ мкм, допуск $Td = 0,4$ мм,		d	2.5	0.79	1	IT=IT14-IT13=1		1	Заготовка	1,0	12,5	-	-				
		R_a	2.5					$Ra_{12.5}> Ra_5$		2	Т/О	-	-	-	-		
						3	Точ. Черн.			0,4	5	2,5	2.5				

Продовження таблиці 1.4

Заготовка $R_a = 12.5$ мкм, допуск $Td_s = 1,0$ мм, Деталь $R_a = 1.25$ мкм, допуск $Td = 1,5$ мм,						2	Т/О	-	-	-	-	
						3	Точ. Черн.	-	5	-	2.5	
	Ra	10			$Ra_{12.5} > Ra_5 > Ra_{1.25}$	4	Точ. чист	-	1.25		4	
40h9 Заготовка $R_a = 12.5$ мкм, допуск $Td_s = 1,0$ мм, Деталь $R_a = 5$ мкм, допуск $Td = 0,08$ мм,	d	12.5	2,19	3	$IT = IT_{14} - IT_9 = 5 = 3 + 1 + 1$	1	Заготовка	1.0	12.5	-	-	
	Ra	2.5				$Ra_{12.5} > Ra_{10} > Ra_5$	2	Т/О	-	-	-	-
							3	Точ. Черн.	0.36	10	2.78	1.25
					4		Точ. чист	0.25	5	1.44	2	
					5		Шлиф. черн.	0.08	5	3.13	1	
Ø23h12 Заготовка $R_a = 12.5$ мкм, допуск $Td_s = 1,0$ мм, Деталь $R_a = 10$ мкм, допуск $Td = 0,28$ мм,	d	3.57	1.11	2	$IT = IT_{14} - IT_{12} = 2 = 1 + 1$	1	Заготовка	1.0	12.5	-	-	
	Ra	1,25				$Ra_{12.5} > Ra_{10}$	2	Т/О	-	-	-	-
					3		Точ. Черн.	0.36	10	2.78	1.25	
					4		Точ. чист	0.28	10	1.29	1	
Ø16.5h12 Заготовка $R_a = 12.5$ мкм, допуск $Td_s = 1,0$ мм, Деталь $R_a = 5$ мкм, допуск $Td = 0,24$ мм,	d	4.17	1.24	2	$IT = IT_{14} - IT_{12} = 2 = 1 + 1$	1	Заготовка	1,0	12,5	-	-	
	Ra	2.5				$Ra_{12.5} > Ra_{10} > Ra_5$	2	Т/О	-	-	-	-
					3		Точ. Черн.	0.36	10	2.78	1.25	
					4		Точ. чист	0.24	5	1.5	2	

1.6.3 Маршрут виготовлення деталі.

Технологічний процес виготовлення деталі поршень складається з 22 операцій різного характеру. У цьому технологічному процесі домінують операції токарного типу, що виконуються на універсальних верстатах. 4 свердлувальних операції; 4 шліфувальних операції; є велика кількість слюсарних операцій і спеціальні операції – маркирування, стабілізуюча відпустка, промивальні операції, віброабразивна обробка і контрольні операції.

Маршрут виготовлення деталі поршень показаний на кресленні формату А1.

1.7 Розрахунок припусків і технологічних розмірів

Припуски на одну поверхню визначаємо розрахунково-аналітичним методом.

Розрахунково-аналітичний метод:

Зовнішня діаметральна поверхня $\varnothing 79,4h11(-0,2)$

Прийняті позначення: h_{i-1} - глибина дефектного шару матеріалу від попередньої операції; ρ_i - погрішності форми і взаємного розташування поверхонь на попередній операції; ε_i - погрішності установки на виконуваному переході.

Просторові відхилення заготовки визначаємо як суму допустимих значень зміщень $\rho_{зм}$ (З, табл.18, стор.187) і викривлення поверхні $\rho_{кор}$ (З, табл.16с.186).

Сумарне значення просторових відхилень ρ_i визначаємо по формулі:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (1.14)$$

Погрішність установки ε_i заготовки визначаємо по формулі:

$$\varepsilon_i = 0.25\sqrt{Td^2 + 1} \quad (1.15)$$

Мінімальний припуск поверхні обертання для переходів механічної обробки визначується по формулі:

$$2Z_{i\min} = 2[Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{(\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2)}] \quad (1.16)$$

Rz_{i-1} та h_i визначуваний по (4, табл.4.5, стор.64)

Допуски на розмір заготовки знаходимо по(3, табл.23, стор.147)

Враховуючи масу заготовки, групу сталі, міри складності заготовки.

Визначаємо мінімальний розмір поверхні деталі – розмір останнього переходу механічної обробки:

$$d_{5\min} = d_{5ном} + eid_5 \quad (1.17)$$

Далі розрахункові мінімальні розміри знаходимо по формулі:

$$d_{i\min} = d_{i+1\min} + 2Z_{i+1\min} \quad (1.18)$$

Розраховуємо максимальні розміри поверхні для переходів по формулі:

$$d_{i\max} = d_{i\min} + Td_i \quad (1.19)$$

Розраховуємо максимальні припуски для переходів механічної обробки:

$$2Z_{i\max} = d_{i-1\max} - d_{i\max} \quad (1.20)$$

Перевіряємо розрахунки, використовуючи рівність:

$$Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = Td_{заг} - Td_{дет} \quad (1.21)$$

Визначаємо виконавчі технологічні розмір для переходів механічної обробки. Перший перехід – заготівля.

Визначаємо виконавчий розмір заготовки:

$$d_{1ном} = d_{1\min} + eid_1 = d_{1\max} - esd_1 \quad (1.22)$$

Результат розрахунку заносимо в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 - Розрахунок припусків

№ Пов.	Перехід	Елементи припуска, мкм				Мін. припуск, мкм	Допуск мм	Макс. розмір мм	Мін. розмір мм	Припуск на обробку мкм		Виконав. розмір мм
		Rz	h	ρ	ε							
										2Z _{max}	2Z _{min}	
Ø79,4h11 (0,19)	Заготівля	80	100	1500	-	-	1000	84,72	83,72	-	-	Ø84,1 ^{+0,6} _{-0,4}
	Точ. чорнове	15	20	70	140	3277	460	80,44	79,98	4740	3277	Ø79,79 _{-0,46}
	Точ. чистове	5	5	4	60	254	300	79,73	79,43	1010	254	Ø79,43 _{0,3}
	Шліфування	2,5	2,5	3	3	30	190	79,40	79,21	520	30	Ø79,4 _{0,19}

Розрахунок технологічних розмірів на поверхню 143h8_{-0,053} виконується методом розмірних ланцюгів.

Припуски на механіческую обробку назначаем табличным методом, но при этом определяем общий минимальный припуск, а потом распределяем этот припуск между переходами механической обработки.

По ГОСТ 7505-74 [3, табл.49, с.248] учитывая массу заготовки, точность изготовления, степень сложности поковки, интервал размера поверхности, класс шероховатости, находим $z_o^{\min}=1,29$ мм, соответственно на диаметр - $2z_o^{\min}=2,58$ мм.

Общий припуск $2z_o^{\min}=11,4$ мм распределяем между переходами механической обработки, используя коэффициент соотношения припуска γ_i :

$$2z_i^{\min} = \gamma_i \cdot 2z_o^{\min} \quad (1.23)$$

$$2z_2^{\min} = \gamma_2 \cdot 2z_o^{\min} = 0,6 \cdot 2,58 = 1,55 \text{ мм};$$

$$2z_3^{\min} = \gamma_3 \cdot 2z_o^{\min} = 0,04 \cdot 2,58 = 0,105 \text{ мм};$$

$$2z_5^{\min} = \gamma_5 \cdot 2z_o^{\min} = 0,01 \cdot 2,58 = 0,03 \text{ мм};$$

Полученные значения припусков заносим в расчетную таблицу 1.5.

Расчет технологических исполнительных размеров ведется методом размерных цепей.

Розраховуємо максимальні розміри поверхні деталі.

$$L_{\text{дет}}^{\max} = L_{4\text{ном}} + esL_4 = 143 + 0 = 143 \text{ мм}$$

$$L_3^{\max} = L_{4\text{max}} + Z_{4\text{min}} + Td_3 = 143 + 0.03 + 0.25 = 143.28 \text{ мм}$$

$$L_2^{\max} = L_{3\text{max}} + Z_{3\text{min}} + Td_2 = 143.28 + 0.105 + 0.36 = 143.745 \text{ мм}$$

$$L_1^{\max} = L_{2\text{max}} + Z_{2\text{min}} + Td_1 = 143.745 + 1.550 + 1.0 = 146.295 \text{ мм}$$

Розраховуємо мінімальні розміри поверхні деталі.

$$L_{dem}^{\min} = L_{4\max} - Td_4 = 143 - 0.053 = 142.947 \text{ мм}$$

$$L_3^{\min} = L_{3\max} - Td_3 = 143.28 - 0.25 = 143.03 \text{ мм}$$

$$L_2^{\min} = L_{2\max} - Td_2 = 143.745 - 0.36 = 143.385 \text{ мм}$$

$$L_1^{\min} = L_{1\max} - Td_1 = 146.295 - 1.0 = 145.295 \text{ мм}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 1.8

Припуски на інші поверхні розраховуємо табличним методом і заносимо в табл.1.8.

Таблиця 1.8 - Розрахунок припусків

№ Пов.	Перехід	Елементи припуску, мкм				Мін. припуск, мкм	Допуск, мм	Макс. розмір, мм	Мінім. розмір, мм	Припуск на обробку, мкм		Виконавч. розмір, мм
		Rz	h	ρ	ε							
										2Z _{max}	2Z _{min}	
143h8 (-0.053)	Заготовка	400	400	-	-	-	1.0	146.295	145.295	-	-	145.69 ^{+0.6} _{-0.4}
	Точ. черновое	320	320	840	350	1550	0.36	143.745	143.385	2910	1550	143.75 _{-0.36}
	Точ. чистовое	50	50	0	0	105	0.25	143.28	143.03	715	105	143.28 _{-0.25}
	Шлифование черн	10	20	-	-	30	0.053	143	142.947	333	30	143 _{-0.053}
Табличный метод												
12.5h9 (-0.043)	Заготовка					-	1,0	16.41	15.41	-	-	15.81 ^{+0.6} _{-0.4}
	Точ. Черн.					1900	0,36	13.51	13.15	3260	1900	13.51 _{-0.36}
	Точ. чист					300	0,25	12.85	12.6	910	300	12.85 _{-0.25}
	Шлиф. черн.					100	0,043	12.5	12.457	393	100	12.5 _{-0.043}
Ø69h13 (-0.4)	Заготовка					-	1.0	72.2	71.2	-	-	Ø 71.6 ^{+0.6} _{-0.4}
	Точ. Черн.					2200	0.4	69	68.6	3600	2200	Ø 69 _{-0.4}
40h9 (-0.08)	Заготовка					-	1.0	44.06	43.06	-	-	43.46 ^{+0.6} _{-0.4}
	Точ. Черн.					2000	0.36	41.06	40.7	3360	2000	41.06 _{-0.36}
	Точ. чист					300	0.25	40.4	40.15	910	300	40.4 _{-0.25}
	Шлиф. черн.					150	0.08	40	39.92	480	150	40 _{-0.08}
Ø23h12 (-0.28)	Заготовка					-	1.0	26.41	25.41	-	-	Ø25.81 ^{+0.6} _{-0.4}
	Точ. Черн.					1800	0.36	23.61	23.25	3160	1800	Ø23.61 _{-0.36}
	Точ. чист					250	0.28	23	22.72	890	250	Ø23 _{-0.28}
Ø16.5h12 (-0.24)	Заготовка					-	1,0	19.91	18.91	-	-	Ø19.31 ^{+0.6} _{-0.4}
	Точ. Черн.					1800	0.36	17.11	16.75	3160	1800	Ø17.11 _{-0.36}
	Точ. чист					250	0.24	16.5	16.26	850	250	Ø16.5 _{-0.24}

1.8 Розрахунок режимів різання

Операція 010 Токарна

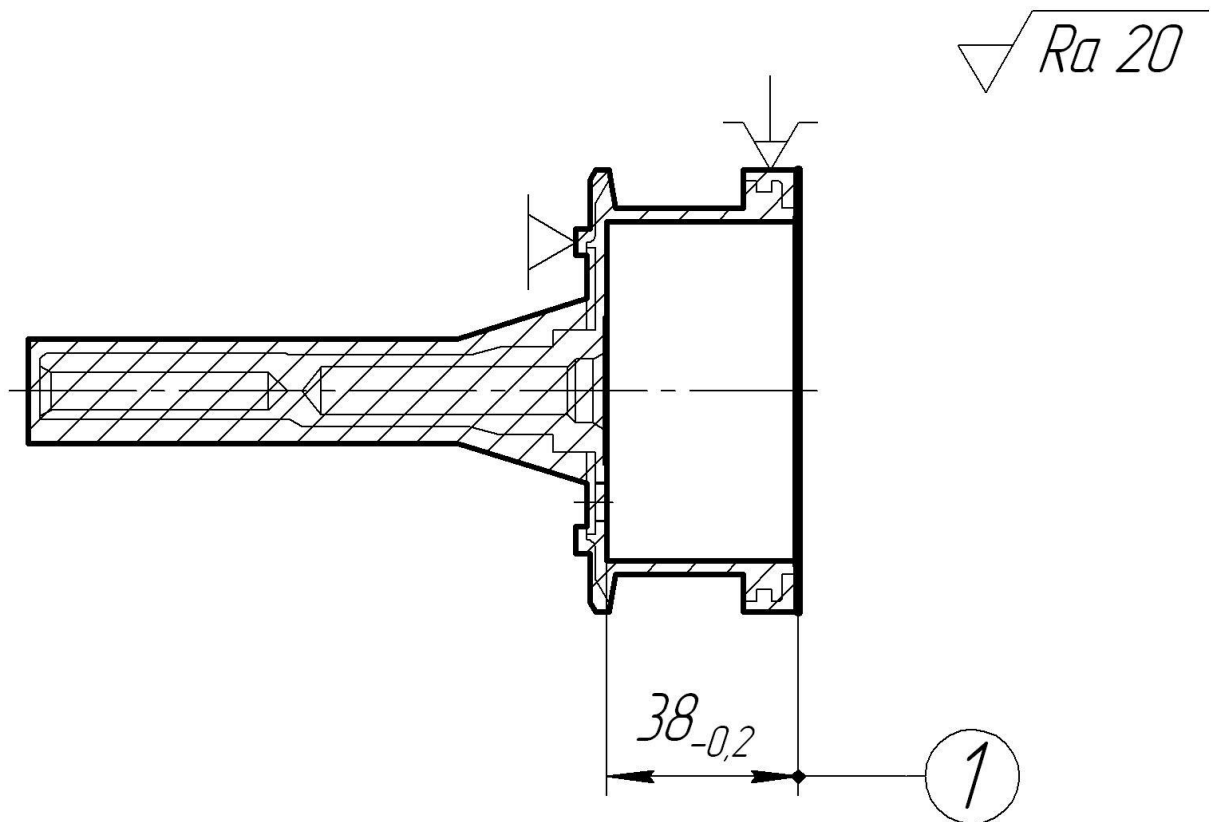


Рисунок 1.4 Ескіз операції №10 Токарна

Операція виконується на універсальному токарному верстаті HORRISSON M400. Заготовка кріпиться в спеціальному пристосуванні.

Інструмент – різець підрізний з пластиною з твердого сплаву T5K10

Глибина різання $t_1=1$ мм

Подача $S_o=0.6$ мм/об (2,табл.11,стор. 268)

Визначаємо швидкість різання

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.25)$$

де, C_v – коефіцієнт, що характеризує умови різання $C_v=290$ (2, т.17, стор. 269) T - стійкість інструменту, хв. Приймаємо $T=90$ хв t - глибина різання, мм S - подання, мм/об m, x, y - показники степені, що враховують умови різання $m=0.2; x=0.15; y=0.35$; (2, т.17, стор. 269)

k_v - узагальнений швидкісний коефіцієнт, $k_v=k_{mv} \cdot k_{pv} \cdot k_{iv} \cdot k_{fv} \cdot k_{\phi 1v} \cdot k_{rv}$,

де, k_{mv} – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки

$$k_{mv} = k_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v} = 0.8 \cdot \left(\frac{750}{1100} \right)^1 = 0.55$$

k_r – коефіцієнт, що характеризує групу сталі. $k_r=0.8$ (4, т. 2, стор.262)

σ_b – тимчасовий опір розриву, МПа. $\sigma_b=1100$ МПа.

n_v – показник степені, $n_v=1.0$ (4, т. 2, стор.262)

k_{pv} – коефіцієнт, що характеризує стан поверхні $k_{pv}=0.8$

k_{nv} – коефіцієнт, що характеризує матеріал інструменту $k_{nv}=1.0$ (4, т. 6, стор.263)

$k_{\phi v}$, $k_{\phi 1v}$, k_{rv} , - коефіцієнти, що характеризують геометричні параметри інструменту $k_{\phi v}=1.0$, $k_{\phi 1v}=0.94$, $k_{rv}=1.03$ (4, т. 23, стор.275)

$$k_v = 0.55 \times 0.8 \times 1.0 \times 0.8 \times 1.0 \times 1.0 \times 0.94 \times 1.03 = 0.43$$

$$V_2 = \frac{290}{90^{0.2} \times 1^{0.15} \times 0.6^{0.35}} \times 0.43 = 140.78 \text{ м/мин}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (1.26)$$

де, V - швидкість різання, м/хв

D - діаметр обробки, мм

$$n = \frac{1000 \times 140.78}{3.14 \times 80} = 560 \text{ мин}^{-1}$$

Приймаємо по паспорту верстата $n=560 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість різання:

$$V_d = \frac{3.14 \times 560 \times 80}{1000} = 140.67 \text{ м/хв}$$

Визначаємо силу різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot k_p, \quad (1.27)$$

де, C_p – коефіцієнт, що враховує умови обробки. $C_p=204$ (2, т.22, стор.273)

x, y, n - показники степні, що враховують умови обробки.

$N=0; x=1.0; y=0.75; (2, \text{т.22, стор.273})$

k_p - поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

$$K_p = k_{mv} \cdot k_{\phi v} \cdot k_{\gamma v} \cdot k_{\lambda v} \cdot k_{rv}, \quad (1.28)$$

де, k_{mp} - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{1100}{750} \right)^{0.75} = 1.33$$

$k_{\phi p}, k_{\gamma p}, k_{\lambda p}, k_{rp}$ - поправочні коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів різальної частини інструменту $k_{\phi p}=1.0, k_{\gamma p}=1.1, k_{\lambda p}=1.0, k_{rp}=0.93, (2, \text{т. 23, стр.275})$

$$k_p = 1.33 \cdot 1.0 \cdot 1.1 \cdot 1.0 \cdot 0.93 = 1.24$$

$$P_z = 10 \times 204 \times 1^{1.0} \times 0.6^{0.75} \times 140.67^0 \times 1.24 = 1724.5 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (1.29)$$

де, P_z - сила різання, Н

V - швидкість різання, м/хв

$$N = \frac{1724 \times 140.67}{1020 \times 60} = 3.96 \text{ кВт}$$

Перевірка потужності різання по потужності верстата:

$$N_2 = 3.96 \text{ кВт} \leq N_{CT} = N_{ДВ} \cdot \eta = 10 \cdot 0.85 = 8.5 \text{ кВт}$$

Визначаємо машинний час

$$T_0 = \frac{l + y + \Delta}{n \cdot S_0}; \quad (1.30)$$

де, l - довжина оброблюваної поверхні, $l=29$ мм
 y - величина врізування, мм $y=t \cdot \operatorname{ctg} \varphi=0.6 \cdot \operatorname{ctg} \varphi=0.6$ мм Δ - величина перебігання інструменту, $\Delta=2$ мм

$$T_0 = \frac{9 + 0.6 + 2}{560 \cdot 0.6} = 0,03 \text{ мин}$$

Розрахунок режимів різання на свердлувальну операція з ЧПК (050).

Вихідні дані:

деталь – поршень;

оброблюваний матеріал – ВЖЛ 14, $\sigma_B = 1061$ МПа;

заготівля – виливок;

устаткування – свердлильний з ЧПК KSB40 CNC.

Інструмент – свердло спіральне $D=7$, мм ГОСТ 10903-71, матеріал Р6М5, стійкість свердла $T=12$ хв [3, табл.30, стор.229]

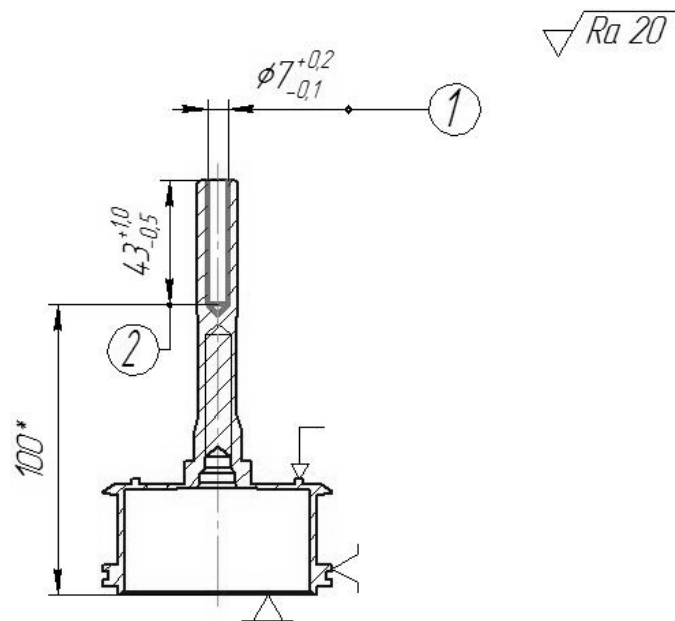


Рисунок 1.5 - Операційний ескіз на свердлувальну операцію 050.

Процес обробки :

1 перехід - встановити і закріпити деталь

2 перехід - свердлити отвір розміром 7

3 перехід - зняти деталь

Режими різання для переходу 2

Діаметр свердла $D = 7$ мм

Число робочих ходів при свердлінні $i = 1$ [4, табл.62, стор.265]

Глибина різання $t = 0,5D = 0,5 \cdot 7 = 3,5$ мм

Визначаємо подачу по формулі:

$$S_0 = 0,18 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 = 0,135 \text{ мм/об}$$

По паспорту верстата приймаємо $S_0 = 0,12$ мм/об

Швидкість різання розраховуємо по формулі:

$$v_0 = v_m \times k_{mv} \times k_{nv} \times k_{uv} \times k_{\phi v} \times k_{\phi 1v} \times k_r \quad (1.31)$$

$$v_0 = 8,7 \cdot 0,55 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,94 \times 1,03 = 2,97 \text{ м/хв}$$

де, k_{mv} – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки

$$k_{mv} = k_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v} = 0,8 \times \left(\frac{750}{1061} \right)^1 = 0,55$$

k_r – коефіцієнт, що характеризує групу стали. $k_r = 0,8$ (4, т. 2, стор.262);

σ_b – тимчасовий опір розриву, МПа. $\sigma_b = 1061$ МПа;

n_v – показник степені, $n_v = 1,0$ (4, т. 2, стор.262);

k_{nv} – коефіцієнт, що характеризує стан поверхні $k_{nv} = 0,8$;

k_{uv} – коефіцієнт, що характеризує матеріал інструменту $k_{uv} = 1,0$ (4, т. 6, стор.263);

$k_{\phi v}$, $k_{\phi 1v}$, k_{rv} , - коефіцієнти, що характеризують геометричні параметри інструменту $k_{\phi v} = 1,0$, $k_{\phi 1v} = 0,94$, $k_{rv} = 1,03$ (4, т. 23, стор.275).

Частота обертання деталі по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot 2,97}{3,14 \cdot 7} = 135 \text{ об/хв}$$

По паспорту верстата приймаємо частоту обертання $n = 135$ об/хв.

Відповідно до цього фактична швидкість різання складає:

$$V = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 135}{1000} = 2,97 \text{ м/хв}$$

Крутячий момент, $H \cdot m$

$$M_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (1.32)$$

$$C_M = 0,041; \quad q = 2; \quad y = 0,7 \quad K_p = 1,04 \quad [3, \text{таблиця.32, стор.281}]$$

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,041 \cdot 9^2 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1,04 = 6,8 \quad H \cdot m$$

Осьова сила, Н

$$P_O = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_P = 143; \quad q = 1; \quad y = 0,7; \quad K_p = 1,04 \quad [3, \text{таблиця.32, стор.281}]$$

$$P_O = 10 \cdot 143 \cdot 9^1 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1,04 = 267 \text{ Н}$$

Потужність різання, кВт

$$N_{\text{э}} = \frac{6,8 \cdot 126}{9750} = 0,1 \text{ кВт}$$

Розрахунок основного часу

Основний (технологічний) час:

$$t_O = \frac{l + l_1}{n \cdot S} \cdot i$$

де l – довжина оброблюваної поверхні (довжина отвору), $l = 43$ мм

l_1 – довжина врізання і перебігу інструменту $l_1 = 3,5$ мм,

[5,к.43,стор.282]

i – кількість проходів, $i = 1$

n – частота обертання шпинделя з інструментом, об/хв

S – подання інструменту, мм/об

$$t_{O2} = \left(\frac{43 + 3,5}{135 \cdot 0,12} \right) = 2,87 \text{ хв}$$

Розрахунок режимів різання на фрезерну операцію (70)

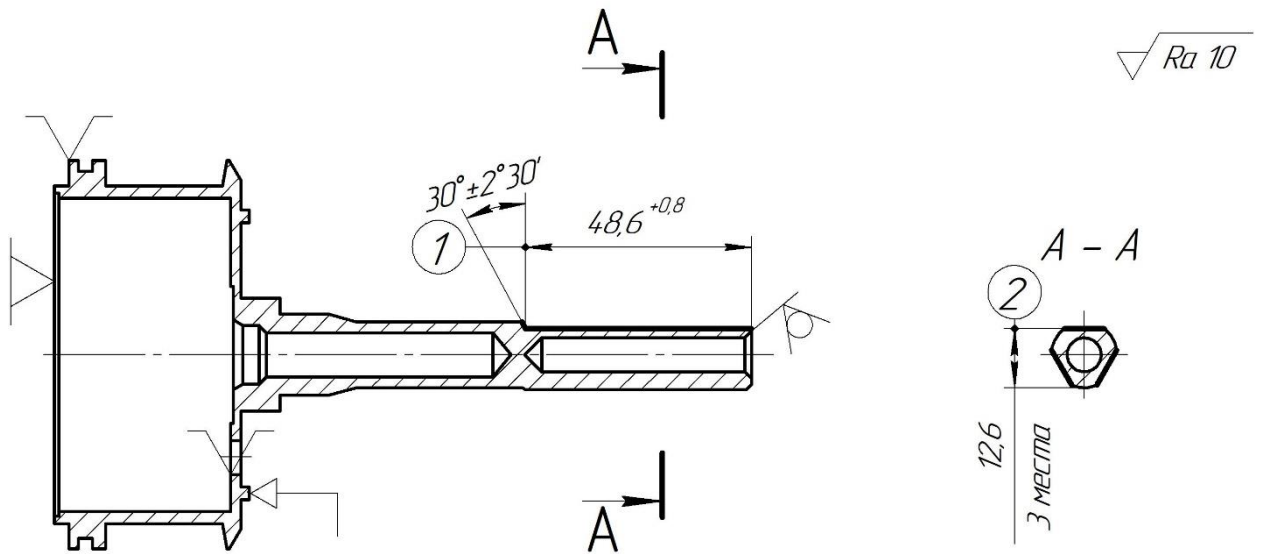


Рисунок 1.6 – Операційний ескіз на фрезерну операцію 70

Різальний інструмент:

Фреза кінцева Ø16 P12Ф4K5 ГОСТ 17026-71

Визначаємо подачу по формулі:

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{sz} \quad (1.33)$$

де $S_z = 0,07$ мм/зуб – табличне значення подачі.

K_{so} – коефіцієнт, що враховує ряд конструктивних особливостей технологічної системи;

$$K_{sz} = K_{szH} \cdot K_{sz\phi} \cdot K_{szR} \quad (1.34)$$

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

$K_{sz\phi}$ – коефіцієнт, що враховує вид оброблюваної поверхні, $K_{sz\phi} = 1$;

K_{szR} – коефіцієнт, що враховує клас чистоти, $K_{szR} = 0,5$;

$$S_z = 0,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 = 0,035 \text{ мм / зуб}$$

Розраховуємо швидкість різання:

$$V = V_m \cdot K_v \quad (1.35)$$

де V_m – табличне значення швидкості різання

K_v – коефіцієнт, що враховує ряд конкретних умов обробки

$$K_v = K_{V_M} \cdot K_{V_n} \cdot K_{V_o} \cdot K_{V_{\Pi}} \cdot K_{V_{\Phi}} \cdot K_{V_B} \quad (1.36)$$

де K_{V_M} – коефіцієнт, що враховує оброблюваність матеріалу;

K_{V_n} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні;

K_{V_o} – коефіцієнт, що враховує умови обробки;

$K_{V_{\Phi}}$ – коефіцієнт, що враховує вид обробки;

$K_{V_{\Pi}}$ – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

K_{V_B} – коефіцієнт, що враховує ширину фрезерування

$$V_m = 57 \text{ м/хв}$$

$$K_{V_M} = 0,81; K_{V_n} = 1; K_{V_o} = 1; K_{V_{\Phi}} = 1; K_{V_{\Pi}} = 1; K_{V_B} = 1.$$

$$V = 57 \cdot 0,81 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 46,17 \text{ м/хв}$$

Обороти:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 46,17}{3,14 \cdot 16} = 918,99 \text{ об/хв}$$

Коригуємо обертання шпинделя по паспорту верстата $n=800$ об/хв.

Знаходимо дійсну швидкість різання по формулі:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 800}{1000} = 40,19 \text{ м/хв}$$

Хвилинну подачу визначимо по формулі:

$$S_{\text{мин}} = S_z \cdot z \cdot n_D, \text{ мм/хв}$$

$$S_{\text{мин}} = 0,035 \cdot 4 \cdot 800 = 112 \text{ мм/хв}$$

Згідно з довідником [6], стор.522, карті 5 залежно від модуля і подачі, потрібна на різання потужність $N_H=0,8\text{кВт}$.

$$N_{\text{рез}} = N_H \cdot K_M \cdot K_K \cdot K_W \cdot K_\beta = 0,8 \cdot 1 \cdot 1,64 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1,44\text{кВт}, \quad (1.37)$$

де $K_M=1$ – поправочний коефіцієнт, залежний від оброблюваного матеріалу;

$K_W=1,64$ – поправочний коефіцієнт, залежний від кількості осьових переміщень;

$K_K=1,1$ – поправочний коефіцієнт, залежний від кількості заходів фрези;

$K_\beta=1$ – поправочний коефіцієнт, залежний від кута нахилу зубів коліс;

$$N_{\text{рез}} = 1,44\text{кВт} < N_{\text{ст}} = 7\text{кВт}.$$

Ефективна потужність, потрібна на різання, нижче потужності електродвигуна, що задовольняє умовам різання.

Визначаємо машинний час

$$T_O = \frac{l + y + \Delta}{n \cdot S_o \cdot Z} = \frac{450 + 3 + 3}{800 \times 0,035 \times 4} = 4,07\text{хв};$$

де, l – довжина оброблюваної поверхні, $l=27,4$ мм;

y – величина врізання, мм $y=3$ мм;

Δ – величина перебігання інструменту, $\Delta=3$ мм;

Z – число зубів фрези, $z=4$.

Розрахунок режимів різання на шліфувальну операцію (90)

Вихідні дані:

деталь - поршень;

оброблюваний матеріал – ВЖЛ14;

заготівля – відливання;

Устаткування – круглошлифовальний верстат моделі 3Е153

Інструмент – круг шліфувальний

ПВ 300×2.8×127 63С 25 СМ1 К 35м/с 1кл ГОСТ 2424-88

Процес обробки:

Встановити і закріпити деталь

Шліфувати поверхню розміром 1,2 і 3

Зняти деталь

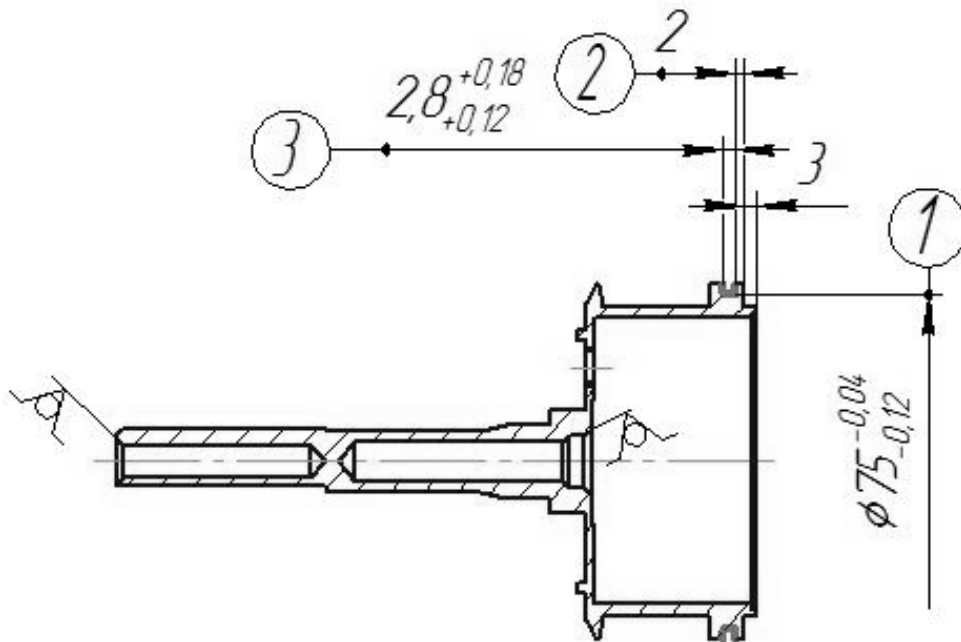
$\sqrt{Ra\ 1.25}$


Рисунок 1.15 - Операційний ескіз на шліфувальну операцію 90.

Перехід 2

Припуск на обробку поверхонь $h = 0,03\text{мм}$, [4, табл. 160, стор.343]

Розрахунок швидкості обертання шліфувального круга $V_{кр}$:

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60}, \quad (1.38)$$

де $n_{кр}$ - число обертів шпинделя шліфувального круга, $n_{кр} = 1590\text{об/мін}$;

D - діаметр круга, $D = 300\text{мм}$.

$$V_{кр} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 1590}{1000 \cdot 60} = 25 \text{ м/с} \leq 35\text{м/с}$$

Режими різання для поверхні 1.

Оброблюваний діаметр $D_d = 75$.

Швидкість деталі $V_o = 48 - 68\text{м/хв}$ [4, табл.161, стор.343], приймаємо $V_o = 48\text{м/хв}$.

Частота обертання деталі n_o :

$$n_o = \frac{1000 \cdot 48}{3,14 \cdot 75} = 203,8 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо згідно паспортних даних верстата $n_o = 200 \text{ мин}^{-1}$.

Відповідно до цього фактична швидкість різання складає:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 200}{1000} = 47,1 \text{ м/хв}$$

Визначення радіальної подачі круга S_t в мм/об

$$S_{t1} = S_t \times K_m \times K_D \times K_{V_k} \times K_t \times K_{IT} \times K_h, \quad (1.39)$$

де S_t – таблична радіальна подача круга, $S_t = 0,007 \text{ мм/об}$ [4, табл.163 стор.346],

K_m – коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал, $K_m = 0,38$;

K_D - коефіцієнт, що враховує діаметр круга, $K_D = 0,5$;

K_{V_k} - коефіцієнт, що враховує швидкість круга, $K_{V_k} = 1$;

K_t - коефіцієнт, що враховує стійкість круга, $K_t = 0,72$;

K_{IT} - коефіцієнт, що враховує точність обробки, $K_{IT} = 0,5$;

K_h - коефіцієнт, що враховує припуск на обробку, $K_h = 1$.

$$S_{t1} = 0,007 \times 0,38 \times 0,5 \times 1 \times 0,72 \times 0,5 \times 1 = 0,0005 \text{ мм/об},$$

Приймаємо радіальне подання $S_{t1} = 0,001 \text{ мм/об}$

Визначення радіальної хвилинної подачі S_{tm} мм/хв:

$$S_{tm} = S_{t1} \cdot n_d = 0,001 \cdot 125 = 0,125 \text{ мм/хв}.$$

Визначення потужності різання N :

$$N = \frac{N_{10} \cdot L_{акт}}{10} \quad (1.40)$$

де N_{10} - потужність на 10 мм активної поверхні круга, $N_{10} = 0,43$, [5, к.8, стор.631],

$L_{акт}$ - довжина активної поверхні круга, оскільки $l_d < B_k$ то $L_{акт} = l_d = 4,2 \text{ мм}$.

$$N = \frac{0,43 \cdot 4,2}{10} = 0,18 \text{ кВт}$$

Визначення основного(технологічного) часу:

$$t_o = (\tau_2 + \tau_3) \cdot K \quad (1.41)$$

де τ_2 - час сталого процесу, $\tau_2 = 0,19$, [5,к.12,стор.636],

τ_3 – час зачистки, $\tau_3 = 0,132$, [5,к.12,стор.637],

K – коефіцієнт, залежний від форми поверхні, K=1.

$$t_o = (0,19 + 0,132) \cdot 1 = 0,32 \text{ хв.}$$

Інші режими заносимо в таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 - Зведена таблиця режимів різання

N Опер.	Найменування операції		t мм	S _o мм/об	V _д м/хв	n _д хв ⁻¹	T _o хв
1	2		3	4	5	6	7
015	Токарна		10	0.14	1	16	5.1
025	Токарна з ЧПК	1	2	0.14	1.5	25	17.3
		2	2	0.14	1	10	
		3	2.5	0.2	2	40	
		4	1.9	0.1	1	16	
		5	0.5	0.1	1.5	250	
		6	0.5	0.1	1	16	
030	Токарна		1	0.2	7.2	160	7.23
035	Токарна з ЧПК	1	1.5	0.1	5.4	80	15.4
		2	0.5	0.1	5.4	85	
		3	0.5	0.1	5.4	80	
		4	2	0.08	6.3	80	
		5	4	0.15	12.3	100	
		6	4	0.2	8.3	90	
		7	4.45	0.2	8.3	90	
		8	1.5	0.2	5.4	80	
040	Токарна		1	0.2	13	63	3.45
045	Токарна з ЧПК	1	0.5	0.08	4.5	75	23.47

		2	0.5	0.08	3	30	
--	--	---	-----	------	---	----	--

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7
		3	1.5	0.08	6	120
		4	0.8	0.08	3	45
		5	0.25	0.08	4.5	250
		6	0.1	0.08	3	45
		7	0.4	0.08	4	50
		8	0.3	0.08	3.5	40
055	Свердлувальна	4.6	0.1	1.3	45	7.8
060	Токарна	2.5	руч	7	200	6.79
065	Вертикально-свер	4.5	0.1	1.0	45	13.4
080	Токарна	0.5	руч	10	40	4.12
085	Кругло-шліфувальна	0.03	руч	33	1600	3.71
090	Кругло-шліфувальна	0.02	0.0005	29	1600/200	2.13/47.1
100	Кругло-шліфувальна	0.03	руч	33	1600	1.47
105	Токарна	0.9	руч	10	40	0.8

1.7 Розрахунок технічної норми часу

У серійному виробництві нормою часу на операцію є штучно-калькуляційний час.

Штучно-калькуляційний час на операцію визначається по формулі:

$$t_{шт-к.} = \frac{t_{пз}}{n} + t_{шт.} \quad (1.42)$$

$$t_{шт.} = t_o + t_{всп} + t_{обс} + t_n \quad (1.43)$$

де $t_{шт.}$ - штучний час, хв;

$t_{пз}$ - підготовчо-завершальний час, хв;

n - кількість деталей в партії, $n=40$ шт;

t_o - сумарний час на операцію, хв;

$t_{всп}$ - допоміжний час, хв;

$t_{обс}$ - час обслуговування робочого місця, хв;

t_n - час на особисті потреби, хв.

Технічне нормування на токарну операцію (010)

Основний сумарний час на операцію $t_o = 0.03$ хв

Допоміжний час:

$$t_{\text{всп.}} = t_{\text{в.у.}} + t_{\text{м.в.}} \quad (1.44)$$

$t_{\text{в.у.}} = 0,1$ хв – час на установку і зняття деталі в патроні з ручним затиском (5, к.51, стор.138);

$t_{\text{м.в.}} = 0,19$ хв - час, пов'язаний з виконанням допоміжних ходів і переміщень при обробці поверхні (6, таблиця.12, стор.605)

$$t_{\text{всп.}} = 0,1 + 0,19 = 0,29 \text{ хв}$$

Час роботи верстата дорівнює неповному оперативному часу роботи верстата:

$$t_{\text{н.у.}} = t_o + t_{\text{м.в.}} = 0.03 + 0.29 = 0.32 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{обс}} = 10\% \cdot t_{\text{н.у.}} = 0,1 \cdot 0.32 = 0.032 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок і природні потреби:

$$t_n = 10\% \cdot t_{\text{н.у.}} = 0,1 \cdot 0.32 = 0.032 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час на операцію:

$$t_{\text{шт.}} = 0.32 + 0.032 + 0.032 = 0.384 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-завершальний час на операцію (6, стор.604):

$$T_{n-3} = T_{n-31} + T_{n-32} \quad (1.25)$$

$T_{n-31} = 12$ хв – час на витрати по обслуговуванню верстата (6, стор.604)

$T_{n-32} = 6$ хв – час на витрати, що враховують додаткові роботи (6, таблиця.12, стор.606)

$$T_{n-3} = 12 + 6 = 18 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час на операцію, хв

$$t_{\text{шт.-к.}} = \frac{18}{40} + 0.384 = 0.834 \text{ хв}$$

Технічне нормування на свердлувальну операцію (050)

Основний сумарний час на операцію $t_o = 2.87$ хв

Допоміжний час:

$t_{\text{с.у.}} = 0,15$ хв – час на установку і зняття деталі (5, к.44, стор.288);

$t_{\text{м.в.}} = 0,16$ хв – час, пов'язаний з виконанням допоміжних ходів і переміщень при обробці поверхні (6, таблиця.12, стор.605)

$$t_{\text{всп}} = 0,16 + 0,15 = 0,31 \text{ хв}$$

Час роботи верстата за програмою управління $t_{\text{п.у}}$ дорівнює неповному оперативному часу роботи верстата:

$$t_{\text{н.у.}} = t_o + t_{\text{м.в.}} = 2.87 + 0,31 = 3.18 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{обс}} = 8\% \cdot t_{\text{н.у.}} = 0,08 \cdot 3.18 = 0.25 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок і природні потреби:

$$t_n = 8\% \cdot t_{\text{н.у.}} = 0,08 \cdot 3.18 = 0.25 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час на операцію:

$$t_{\text{шт.}} = 3.18 + 0.25 + 0.25 = 3.68 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-завершальний час на операцію (6, стор.604):

$$T_{n-3} = T_{n-31} + T_{n-32}$$

$T_{\text{п-31}} = 12$ хв – час на витрати для усіх верстатів з ЧПУ (6, стор.604)

$T_{п-32} = 7$ хв – час на витрати, що враховують додаткові роботи (6, табл.12, стор.606),

$$T_{п-3} = 12 + 7 = 19 \text{ хв}$$

Штучно-калькуляційний час на операцію, хв

$$t_{шт.-к.} = \frac{19}{40} + 3.68 = 4.16 \text{ хв}$$

Технічне нормування на фрезерну з ЧПК операцію (70)

Основний сумарний час на операцію 4,07 хв

Допоміжний час:

$t_{\text{„0”}} = 0,05$ мін - переміщення інструменту в «0» інструменту(5, до.34, стр.258);

$t_{с.б.} = 0,05$ мін - час пов'язаний зі зміною блоку(5, до.42, стр.394);

$t_{с.б.} = 0,05$ мін - час пов'язаний зі зміною блоку(5, до.42, стр.394);

$t_{с.у.} = 1,2$ мін - час на установку і зняття деталі в патроні з пневматичним затиском(5, до.51, стр.139);

$t_{м.в.} = 0,15$ мін - час, пов'язаний з виконанням допоміжних ходів і переміщень при обробці поверхні(5, до.60, стр.1525)

$$t_{ссп} = 0,05 + 0,05 + 1,2 + 0,15 = 1,45 \text{ мін}$$

Час роботи верстата за програмою управління тп.у рівно неповному оперативному часу роботи верстата :

$$t_{н.у.} = t_{о.} + t_{м.в.} = 4,07 + 0,16 = 4,23 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця :

$$t_{обс} = 8\% \cdot t_{н.у.} = 0,08 \times 4,23 = 0,34 \text{ мін}$$

Час на відпочинок і природні потреби :

$$t_n = 8\% \cdot t_{н.у.} = 0,08 \times 4,23 = 0,34 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час на операцію:

$$t_{ум.} = 4,07 + 1,45 + 0,34 + 0,34 = 6,2 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-завершальний час на операцію:

$$T_{n-3} = T_{n-31} + T_{n-32}$$

Тп-31 = 12 мін - час на витрати для усіх верстатів з ЧПУ (5, до. 60, стор. 301);

Тп-32 = 7 мін - час на витрати додаткові роботи, що враховують, (5, до. 60, стор. 301) :

$$T_{n-3} = 12 + 7 = 19 \text{ мін}$$

Штучно-калькуляційний час на операцію, мін

$$t_{ум.-к.} = \frac{19}{40} + 6,2 = 6,68 \text{ мін}$$

Технічне нормування на круглошлифовальну операцію (90)

Основний сумарний час на операцію $t_o = 0.32 \text{ хв}$

Допоміжний час:

$t_{узм} = t_{сн} = 0,1 \text{ хв}$ – установка на кінцеве розтискну оправку з пневмозатиском (5, к.16, стор.640)

$t_{пер} = 1,09 \text{ хв}$ – час, пов'язаний з переходами при шліфуванні зовнішніх циліндричних і торцевих поверхонь на круглошлифовальних верстатах (5, к.17-18, стор.641-643)

t_{mex} – час технічного обслуговування робочого місця:

$$t_{mex} = \frac{t_{np} \cdot t_o \cdot 1,1}{T} = \frac{1,3 \cdot 0,32 \cdot 1,1}{7} = 0,06 \text{ хв}$$

де - $T=7$ – стійкість круга,

$t_{np}=1,3$ хв – час правки круга (5, к.19, стор.644)

$$t_{всп} = 0,1 + 1,09 + 0,06 = 1,25 \text{ хв}$$

Визначаємо оперативний час:

$$t_{оп.} = t_o. + t_{всп.} = 0,32 + 1,25 = 1,57 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця:

$$t_{обс} = 0,015 \cdot t_{оп.} = 0,015 \cdot 1,57 = 0,024 \text{ хв}$$

Час на відпочинок і природні потреби:

$$t_{отд} = 0,04 \cdot t_{оп.} = 0,04 \cdot 1,57 = 0,063 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час на операцію:

$$t_{шт.} = t_{оп.} + t_{обс.} + t_{отд.} = 1,57 + 0,024 + 0,063 = 1,66 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-завершальний час на операцію [5, к.20, стор.646]: $t_{пз} = 12$ хв.

Штучно-калькуляційний час на операцію, хв

$$t_{шт.-к.} = \frac{12}{40} + 1,66 = 1,96 \text{ хв}$$

Таблиця 1.10 – Технічна норма часу по операціях

Номер операції	Найменування операції	Складові $T_{шт-к}$					
		t_o	t_b	$t_{оп}$	$t_{обсл}$	$t_{п-з}$	$t_{шт-к}$
1	2	3	4	5	6	7	8
015	Токарна	5.1	0,29	5.39	0,48	18	6.32

025	Токарна з ЧПК	7.3	0,33	7.63	0,57	18	8.65
-----	---------------	-----	------	------	------	----	------

Продовження таблиці 1.10

1	2	3	4	5	6	7	8
030	Токарна	7.23	0,29	7.52	1,47	18	9.44
035	Токарна з ЧПК	15.4	0,29	15.69	0,95	18	17.09
040	Токарна	3.45	0,29	3.74	1,27	18	5.46
045	Токарна з ЧПК	23.47	0,39	23.86	0,94	18	25.25
055	Свердлувальна	7.8	0,31	8.11	1,4	19	9.98
060	Токарна	6.79	0,31	7.1	0,6	19	8.18
065	Свердлувальна	13.4	0,31	13.71	0,6	19	14.79
080	Токарна	4.12	0,39	4.51	0,56	18	5.52
085	Кругло-шлиф.	3.71	2,6	6.31	0,14	12	6.75
090	Кругло-шлиф	2.13	0,39	2.52	0,8	18	3.77
095	Кругло-шлиф	4.21	0,41	4.62	2.5	28	7.82
100	Кругло-шлиф	1.47	0,31	1.78	1	19	3.26
105	Токарна	0.8	0,36	1.16	0,17	19	1.81

1.8 Розробка РТК КП

1.8.1 Підготовка вихідної інформації для машинного розрахунку програми, що управляє, для верстатів з ЧПК

Застосування автоматично керуемого устаткування – один із способів підвищення ефективності і гнучкості машинобудівного виробництва, за умови достатньої кваліфікованої інженерно-технічної його підготовки.

Основні переваги металорізальних верстатів з ЧПК:

- об'єднання кращих якостей універсального устаткування, можливість отримання заданої точності методом пробних проходів і автоматичним налагодженням на розмір, введення поправки (корекції) на траєкторію інструменту з урахуванням теплових деформацій, пружних відтискань;

- відносно швидка переналадка при переході на обробку деталі іншого типу розміру, широкий діапазон застосування в умовах кон'юктури, яка постійно змінюється;

- можливість концентрації великої кількості операцій на одному робочому місці;
- підвищення продуктивності за рахунок зменшення допоміжного часу і заміна монотонної роботи верстатника, можливістю багатOVERстатного обслуговування;
- виключається заміна верстатникам атестованих режимів різання або яке-небудь інше порушення технічної дисципліни.

Згідно з міжнародною системою стандартів за основу прийнята права система координат. Вісь Z співпадає з віссю обертання деталі і спрямована таким чином, що її позитивний напрям відповідає напрямку, при якому інструмент і заготівля відходять один від одного. Вісь X співпадає з площиною бічної поверхні деталі.

Маршрут обробки кожної поверхні деталі призначається залежно від заданої точності і шорсткості поверхні. Послідовність змін різального інструменту визначена відповідно до принципу найкоротшого шляху. Оскільки ця операція напівчистова, то припуски і режими обробки призначаємо відповідно до міцності різального інструменту і максимальної потужності верстата. Це викликано необхідністю зняти максимальну кількість матеріалу на цьому переході і наблизити контур заготовки до контура готової деталі.

Різальний інструмент вибраний залежно від матеріалу оброблюваної поверхні, відповідно до ГОСТ і нормами на різальний інструмент для верстатів з ЧПК. У різцевий блок верстата підібрані п'ять спеціальних різців. На малюнку 1.16 показаний операційний ескіз операції, що розробляється.

Режими різання призначені в п.1.9 пояснювальної записки (операція 045).

- для інструменту №1	$S=0.08 \text{ мм/об}$	$n=75 \text{ хв}^{-1}$
- для інструменту №2	$S=0.08 \text{ мм/ об}$	$n=30 \text{ хв}^{-1}$
- для інструменту №3	$S=0.08 \text{ мм/ об}$	$n=120 \text{ хв}^{-1}$
- для інструменту №4	$S=0.08 \text{ мм/ об}$	$n=45 \text{ хв}^{-1}$
- для інструменту №5	$S=0.08 \text{ мм/ об}$	$n=250 \text{ хв}^{-1}$
- для інструменту №6	$S=0.08 \text{ мм/ об}$	$n=45 \text{ хв}^{-1}$

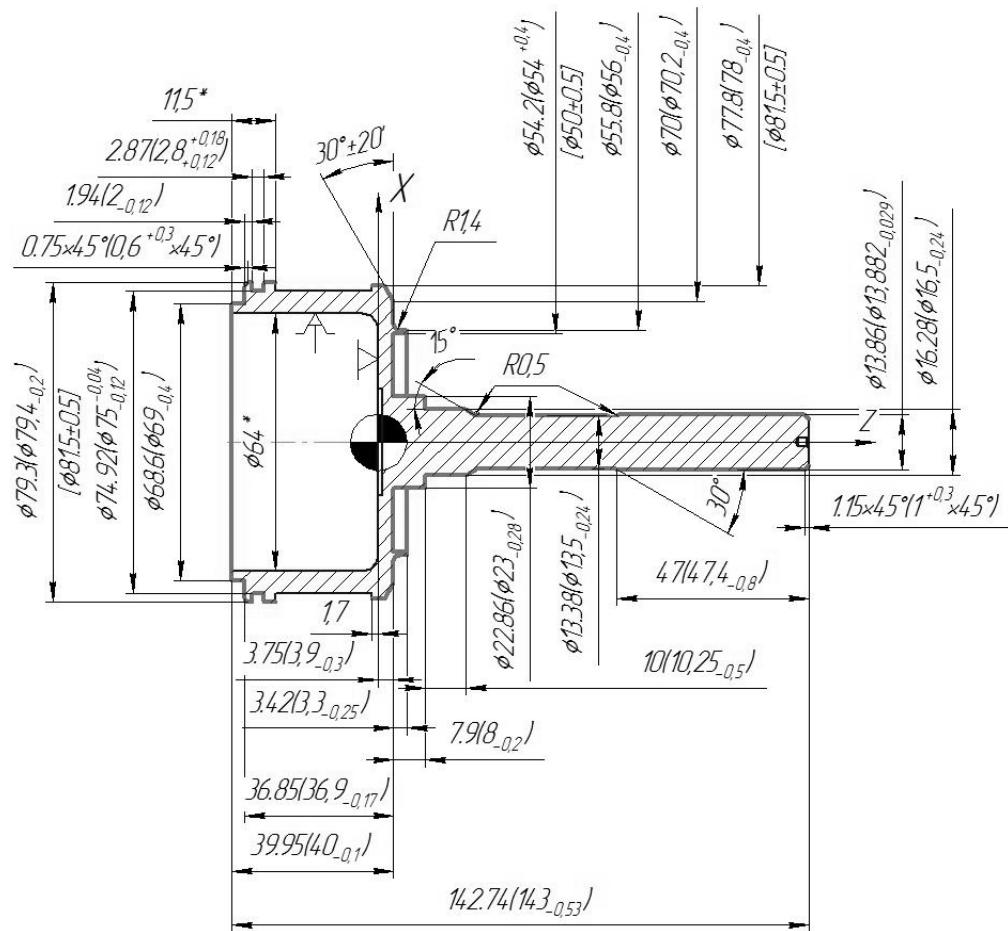


Рисунок 1.16 – Операційний ескіз з налагоджувальними розмірами на 45 операцію

Налагоджувальними розмірами є вильоти різального інструменту відносно еталону А і В, а також квадрант положення вершини різальної кромки інструменту.

інструмент №1

A=-15 B=-10

інструмент №2

A=15 B=-10

інструмент №3

A=-15 B=-20

інструмент №4

A=18 B=-25

інструмент №5

A=10 B=-25

інструмент №6

A=12 B=10

інструмент №7

A=10 B=-20

інструмент №8

A=10 B=-20

1.8.3 Розробка траєкторії руху інструментів.

Траєкторія руху різального інструменту є еквідистантою до оброблюваної поверхні. Відстань від оброблюваного контура до еквідистанти є глибиною різання.

На відстані 20мм від торця оброблюваної деталі умовно проходить площина безпеки. Різальні інструменти від свого початкового положення до площини безпеки рухаються з прискореним поданням. Це дозволяє скоротити допоміжний час на підведення-відведення інструменту, а також виключає поломку інструменту об деталь. Робоче подання включається(вимикається) при підході інструменту до точок:

- для інструменту №1 ВК8 -для інструменту №5 ВК8
- для інструменту №2 ВК8 -для інструменту №6 ВК8
- для інструменту №3 ВК8 -для інструменту №7 ВК8
- для інструменту №4 ВК8 - для інструменту №8 ВК8

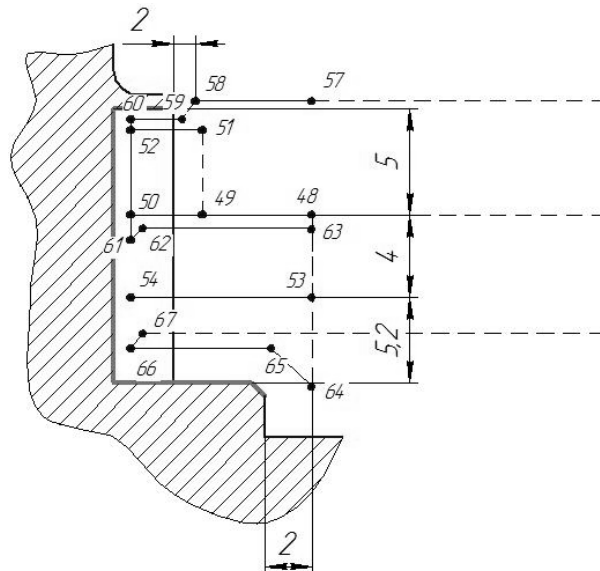


Рисунок 1.17 – Траєкторія руху для інструментів № 3,4

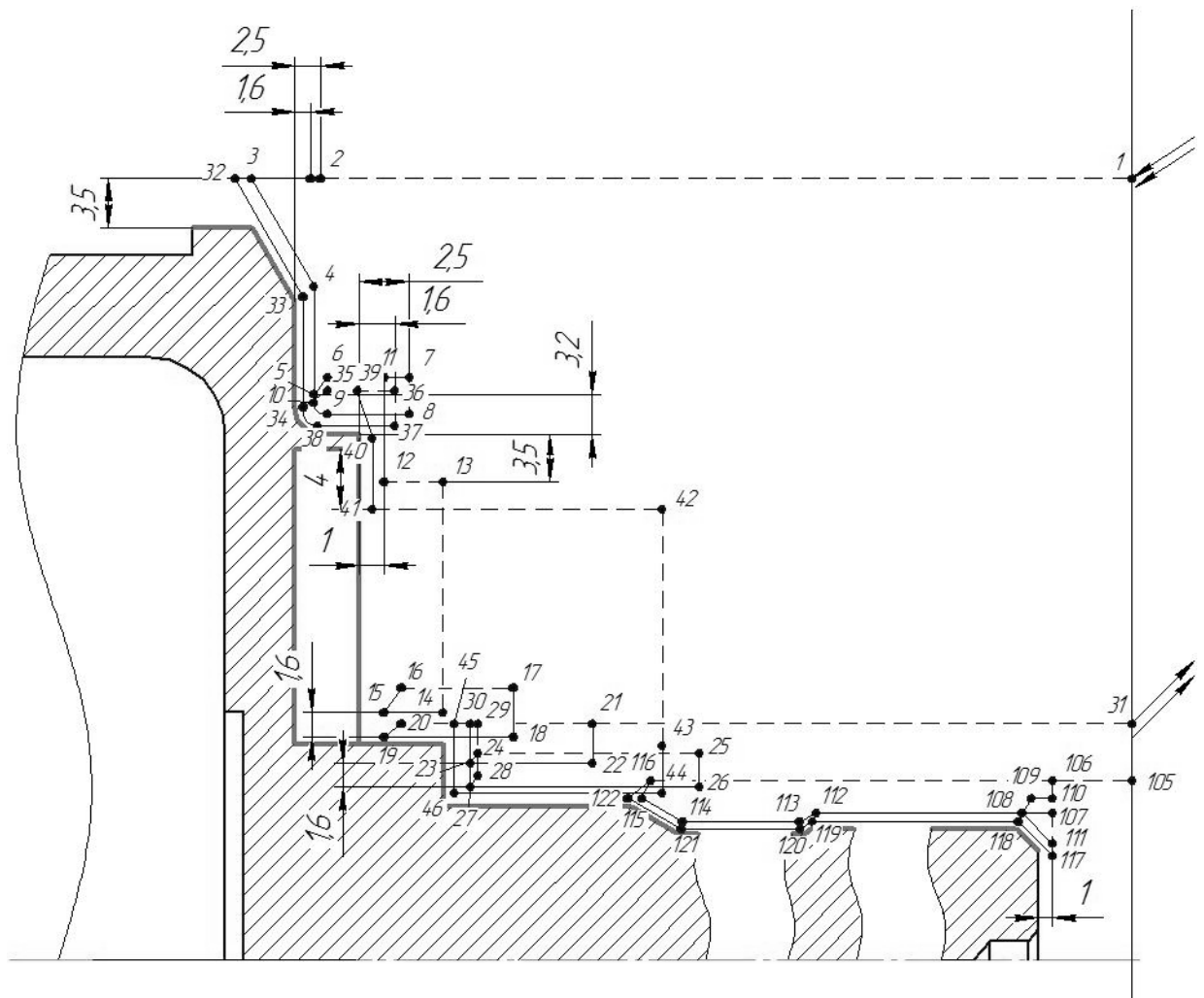


Рисунок 1.17 – Траєкторія руху для інструментів № 1,2,8

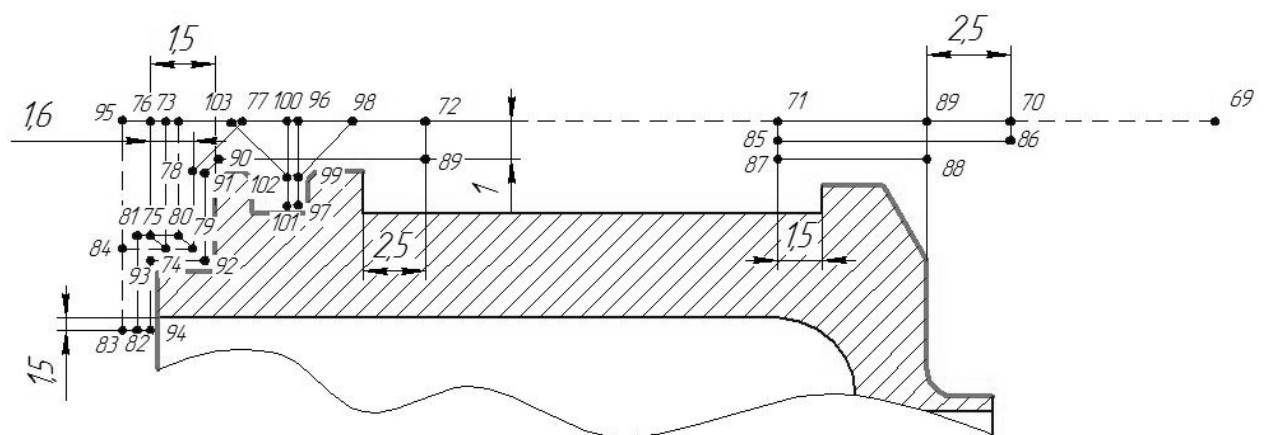


Рисунок 1.17 – Траєкторія руху для інструментів № 5,6,7

1.8.3 Розробка керуючої програми

Проведення розрахунку КП на ЕОМ кафедри з урахуванням особливостей системи ЧПК верстата, що застосовується. Вихідними даними для розрахунку є верстат і операційний ескіз.

```

PARTNO/PORSHEN
MACHIN/H22,134
FROM/281,140,0
READ/2,SYNON
CUTTER/0.1
TLON
LX=L/XA
LY=L/YA
A1=3.75
A2=3.42
A3=A1+A2
RD1=22.86/2
RD2=54.2/2
CLEARP/(A1+A2+20)
RR1=1.6
L1=L/PA,LX,XG,(RD1+9.2)
L2=L/PA,LY,XG,(RD1+5.2)
L3=L/PA,LY,XG,(RD2-1.6)
L4=L/PA,LX,YG,(A3+2)
L5=L/PA,LX,YG,(A3+5)
L6=L/PA,LX,YG,RD1
L7=L/PA,LX,YG,RD2
L8=L/PA,LY,XG,A1
TL/04,ABJ,-125,-35,4,R,RR1,ALL,1
S/250,C
O/ON
TLP/01
RAP,GOTO/(P2=P/INT,L1,L4)
F/IPR,0.1
GOTO/(P3=P/INT,L1,L9)
GOTO/(P2=P/INT,L1,L4)

```

RAP,GOTO/(P4=P/INT,L4,L3)
F/IPR,01
GOTO/(P5=P/INT,L3,L9)
RAP,GOTO/(P4=P/INT,L4,L3)
RAP,GOTO/(P2=P/INT,L4,L1)
RAP,GOTO/(P6=P/INT,L1,L5)
RAP,GOTO/(P7=P/INT,L5,L2)
F/IPR,01
GOTO/(P8=P/INT,L2,L9)
RAP,GOTO/(P7=P/INT,L5,L2)
O/OFF
RTR
S/OFF
GH
FINI

2 Конструкторська частина

2.1 Проектування токарного пристосування

2.1.1 Аналіз схем установки оброблюваних деталей в пристосуванні

Токарне пристосування спроектоване на конкретну операцію для обробки цієї деталі. Але при проектуванні врахована можливість переналадки на інші деталі і на інші операції.

Деталь заздалегідь встановлюється на палець по діаметру Ø64 мм і лягає на торець.

У лівій частині пристосування знаходиться пневмоциліндр, зусилля якого передається за допомогою штока.

Погрішність установки ε по своєму фізичному сенсу виражає погрішність положення заготовки і визначається по формулі:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad (2.1)$$

де ε_6 - погрішність базування деталі в пристосуванні,

ε_3 - погрішність закріплення деталі в пристосуванні.

Погрішністю базування називається різниця граничних відстаней вимірювальної бази відносно встановленого на розмір інструменту. Погрішність базування має місце при не поєднанні вимірювальною і настановною баз заготовки. В цьому випадку положення вимірювальних баз окремих заготівель в партії буде різним відносно оброблюваній поверхні.

Розрахунки погрішності базування для різних схем установки можна представити відстанню між граничними положеннями проекцій вимірювальної бази на напрям виконуваного розміру. Величина ε_6 не є абстрактною і відноситься до даного виконуваного розміру при цій схемі установки.

Як погрішність положення, погрішність базування впливає на точність виконання розмірів, на точність взаємного положення поверхонь і не впливає на точність їх форм. Для зменшення погрішності базування слід поєднувати настановні і вимірювальні бази, вибирати раціональні розміри і розташування настановних елементів, а також усувати або зменшувати проміжки при посадці заготовки на охоплювані або охоплюючі настановні елементи. Для уніфікації схем установки по усіх операціях технологічного процесу обробки цієї деталі слід витримувати також принцип постійності баз, що має велике значення при обробці на автоматичних лініях.

Токарне пристосування, показане на малюнку 2.1, використовується на чорновій обробці. Конструкція пристосування дозволяє використовувати його при обробці різних деталей. Обробка деталі здійснюється на токарному верстаті з ЧПК 1К62. У передній бабці верстата встановлений пневмоциліндр. Закріплення деталі виконується за рахунок переміщення затисків від поршня. Закріплення здійснюється в горизонтальному напрямі. Деталь встановлюється по діаметру $\varnothing 64$ на палець до упору в торець і підтискається заднім центром, а отже, погрішність базування дорівнюватиме 0.

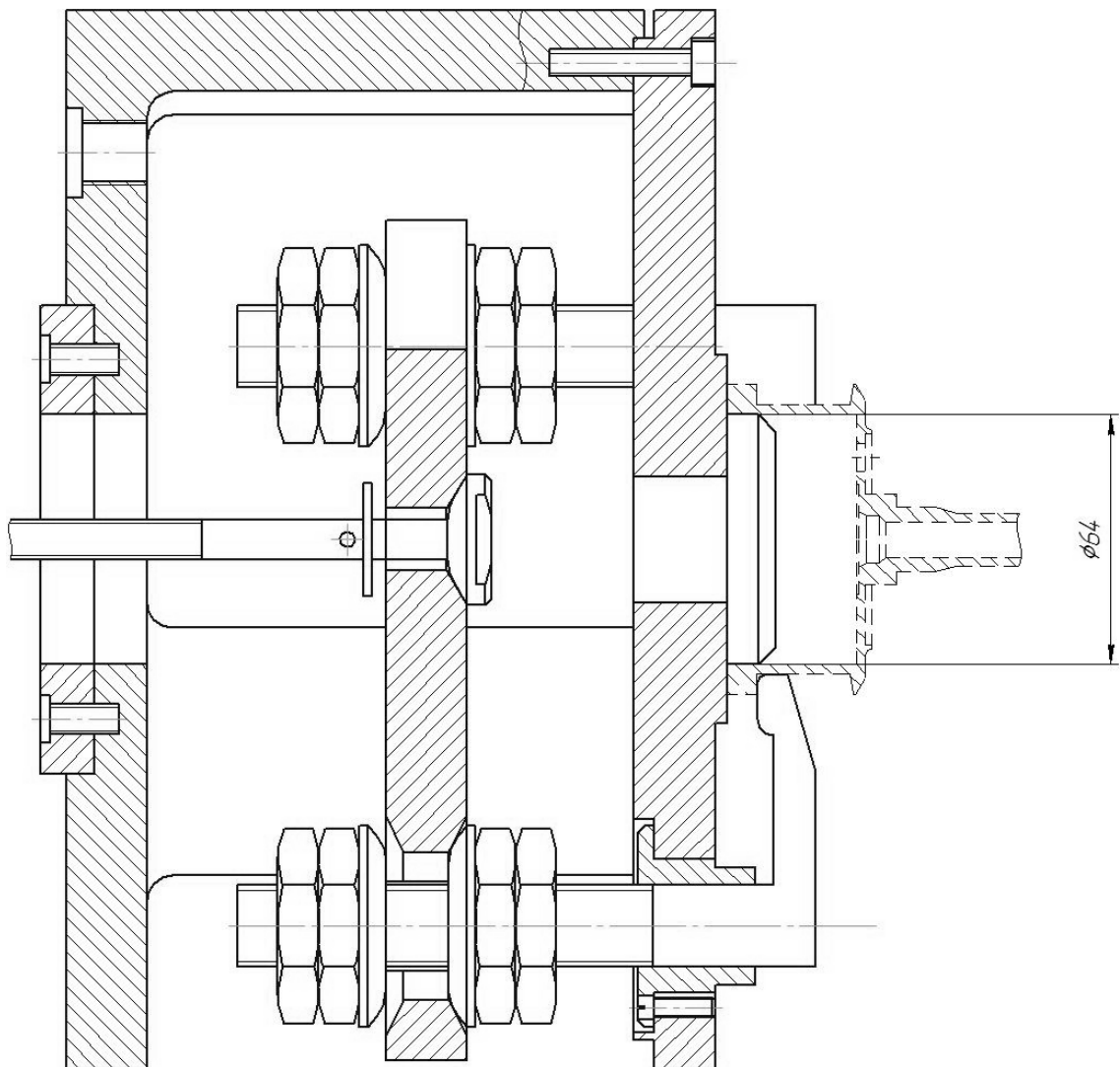


Рисунок 2.2 - Визначення схеми установки на токарному пристосуванні.

2.1.2 Розрахунок пристосування на точність

Токарна операція виконується на токарному верстаті. Точність обробки залежить від точності позиціонування різального інструменту відносно оброблюваної поверхні, наявності люфтів в механічних передачах верстата.

В процесі обробки необхідно забезпечити точність $\varnothing 14.3$ в межах 0,12 мм. Установку заготовки робимо на палець і підтискаємо заднім центром.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (2.2)$$

де δ - допуск виконуваного розміру при обробці; виходячи з умов обробки, а також з урахуванням маршрутної технології обробки призначили $\delta = 0,12$ мм;

k_T – коефіцієнт, що враховує відхилення розсіяння значень складових величин від закону нормального розподілу, $k_T = 1,1$;

k_{T1} - коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення погрішності базування при роботі на налагоджених верстатах, $k_{T1} = 0,8$;

k_{T2} - коефіцієнт, що враховує долю погрішності обробки в сумарній погрішності, що викликається чинниками не залежними від пристосування, $k_{T2} = 0,6$;

ω - економічна точність обробки, приймали по таблиці П5 для тонкого обточування на токарних верстатах згідно (3, стор.211), $\omega = 0,07$ мм;

ε_6 - погрішність базування заготовки в пристосуванні, для токарної обробки по контуру згідно (5, стор.99), $\varepsilon_6 = 0$;

ε_3 - погрішність закріплення заготовки в результаті дії сил затиску згідно з таблицею П1 (3, стор.206), $\varepsilon_3 = 0,07$ мм;

ε_y - погрішність установки пристосування на верстаті, для токарних верстатів визначається по формулі:

$$\varepsilon_y = \frac{\delta_1}{2} + \frac{\delta_2}{2}, \quad (2.3)$$

де δ_1 - допуск діаметру виточки фланця при його установці на шпиндель верстата, $\delta_1 = 0,01$ мм,

δ_2 - допуск діаметру виточки корпусу патрона при його установці на фланець, $\delta_2 = 0,012$ мм,

$$\varepsilon_y = \frac{0,01}{2} + \frac{0,012}{2} = 0,011 \text{ мм}$$

ε_n - погрішність положення заготовки, що виникає при зношуванні елементів пристосування і визначається по формулі (3, стор.108):

$$\varepsilon_n = \beta \cdot N, \quad (2.4)$$

де β - постійна, залежна від виду настановних елементів і умов контакту, $\beta = 0,6$;

N - кількість контактів заготовки і пристосування в рік, $N = 40$.

$$\varepsilon_n = 0,004 \cdot 40 = 0,16 \text{ мкм};$$

ε_n - погрішність від перекосу інструменту при застосуванні кондукторних втулок, $\varepsilon_n = 0$;

$$\varepsilon_{np} = 0,12 - 1,1 \sqrt{0^2 + 0,07^2 + 0,011^2 + 0,00016^2 + 0^2 + (0,6 \cdot 0,07)^2} = 0,03 \text{ мм}$$

З цих розрахунків зробили висновок, що для забезпечення обробки деталі з допуском 0,12мм необхідно виготовити пристосування з точністю $\varepsilon_{np} \leq 0,03$ мм.

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску

Розрахункова схема представлена на малюнку 2.3. Заготівля діаметром d_2 затискається в токарному пристосуванні і знаходиться під дією моменту різання M_p , осьової сили P_x і вертикальної сили різання P_z . Сили різання діють на заготівлю, прагнучи повернути її відносно патрона силою P_z і зрушити відносно патрона силою P_x .

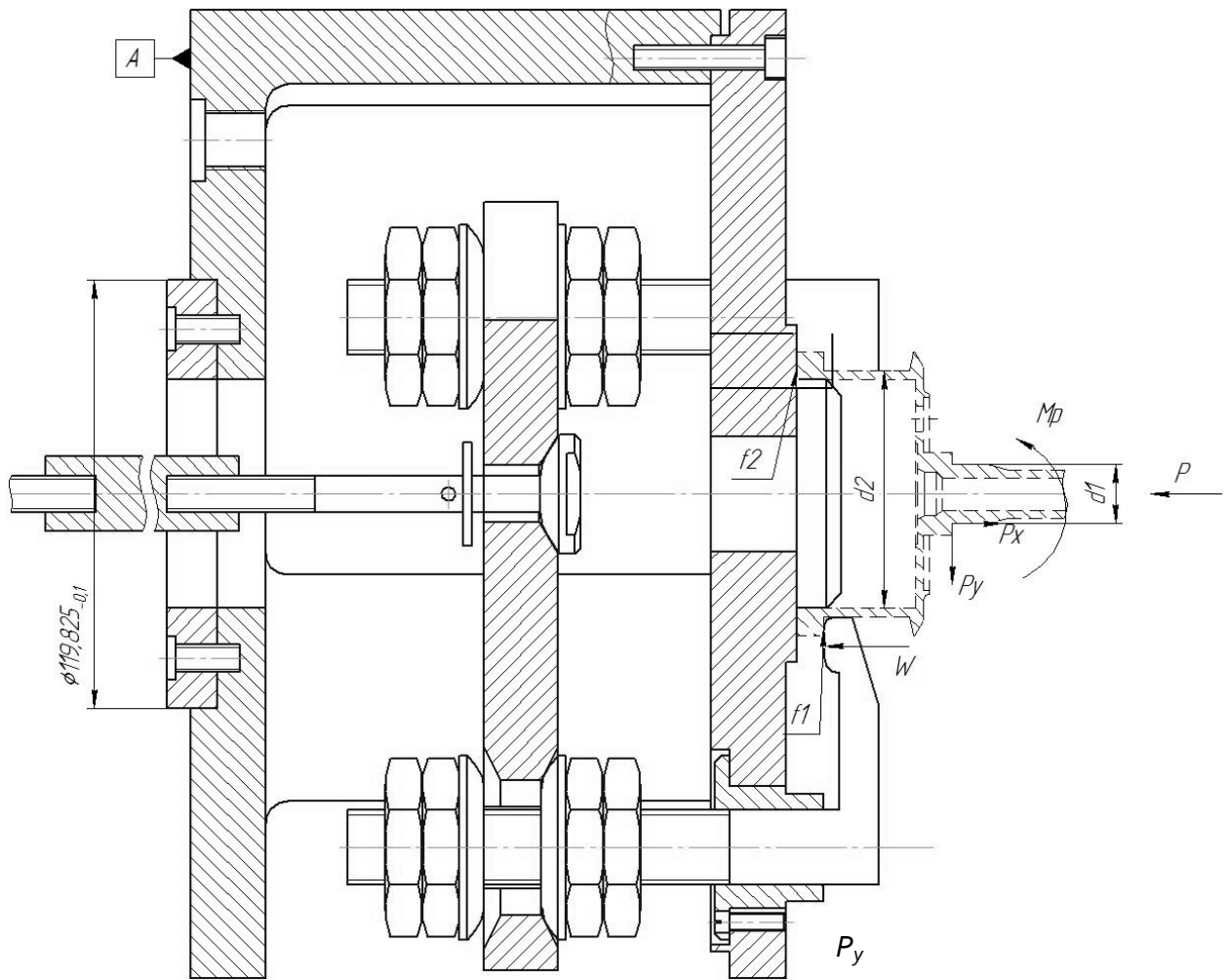


Рисунок 2.3 Схема обробки деталі в токарному пристосуванні

Виходячи, з умови рівноваги розрахунок необхідного зусилля затиску розраховуємо по формулі (2.5):

$$W = \frac{(k \times M - f_2 \times P \times r_1)}{(f_1 \times r_2 + f_2 \times r_1)} \quad (2.5)$$

де r_1, r_2 - плечі дії сил, $r_1=r_2=13.5\text{мм}$;

f_1 - коефіцієнт тертя опорної поверхні $f_1=0.1$;

f_2 - коефіцієнт тертя опорної поверхні $f_2=0.1$;

K - коефіцієнт запасу

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

k_0 - гарантований коефіцієнт запасу при усіх випадках обробки $k_0=1.5$ (6, стор.117 т.11);

k_1 - коефіцієнт, що залежить від виду обробленої або необробленої поверхні $k_1=1.2$ (6, стор.117 т.11);

k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні інструменту $k_2=1.0$ (6, стор.117 т.11);

k_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при обробці переривчастих поверхонь $k_3=1$ (6, стор.117 т.11);

k_4 – коефіцієнт, що враховує постійність сили затиску, що розвивається силовим приводом пристосування $k_4=1.3$ (6, стор.117 т.11);

k_5 – коефіцієнт, що враховує ергономіку пристосування $k_5=1.0$ (6, стор.117 т.11);

k_6 – коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що намагаються повернути заготівлю, яка встановлена плоскою поверхнею на постійні опори $k_6=1.5$ (6, стор.117 т.11);

$$k = 1.5 \times 1.2 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.3 \times 1.0 \times 1.5 = 3.51$$

M - момент різання

$$M = P \times r \quad (2.7)$$

де P - сила різання $P=1500$ Н

$$M = 1500 \times 0.135 = 202.5 \text{ Н} \times \text{м}$$

$$W = \frac{(3.51 \times 202.5 - 0.1 \times 1500 \times 0.135)}{(0.1 \times 0.135 + 0.1 \times 0.135)} = 25575 = 25.575 \text{ кН}$$

2.1.4 Розрахунок затискного пристрою на міцність

Робимо перевірочний розрахунок на міцність навантажених деталей пристосування

Міцність одна з основних вимог, що пред'являються до деталей і пристосувань в цілому. У конструкціях пристосувань використовуються деталі, які зазнають різноманітні види навантажень.

Найбільш навантаженою частиною пристосування є шток пневмоциліндра, отже перевіримо чи виконується умова міцності. Втрата стійкості штока виникає при додатку критичної сили P_{KP} :

$$P_{KP} = \eta \cdot \frac{E \cdot W}{l_{np}^2} = 2,4 \cdot \frac{0,5 \cdot 10^5 \cdot 19165}{200^2} = 57495 \text{ Н}$$

де E - модуль пружності $E = 0,5 \cdot 10^5$

W - момент інерції

$$W = \frac{\pi \cdot d_{шт}^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 25^4}{64} = 19165 \text{ мм}^4$$

де $l_{пр}$ - робоча довжина штока приведена $l_{пр} = \lambda \cdot l = 2 \cdot 100 = 200 \text{ мм}$

l - довжина штока

коефіцієнт - $\eta = \left(\frac{\pi}{\lambda}\right)^2 = \left(\frac{3,14}{2}\right)^2 = 2,4$

Допустиме навантаження на штоку не повинне перевищувати $(0,5 \dots 0,7) P_{кр}$ в нашому випадку:

$$25575 < (0,5 \dots 0,7) P_{кр} = (28747 \dots 40246)$$

Оскільки умова міцності виконується, то це пристосування робоче.

Пристосування пневмотического типу (пневмоцилиндр). Діаметр цього пневмоцилиндра розраховується по формулі:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{ум}}{\pi \cdot P_{нов} \cdot \eta_{мц}}} \quad (2.8)$$

де $\eta_{мц}$ – ККД пневмоцилиндра $\eta_{мц} = 0,9$; $P_{нов} = 0,6 \text{ МПа}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 25575}{3,14 \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot 0,9}} = 0,245 \text{ м}$$

Із стандартного ряду приймаємо $D = 250 \text{ мм}$.

2.3 Проектування контрольного пристосування

Це контрольне пристосування призначене для перевірки торцьового і радіального биття.

Деталь, що перевіряється, встановлюють на основу 1, на якій вона центрується пальцем. Биття верхнього торця перевіряють вимірною голівкою (ІГ) 3, яка гвинтом 2 через втулку 4 закріплюється на стійці основи 19. Індикаторний годинник 3 встановлений на рухливій планці 15, монтованою на стійці основи 14. Для зняття перевіреного диска планку з ІГ 3 відводять вгору шарнірним важелем 15. Робоче положення планки з ІГ 3 регулюється упорним гвинтом і гайкою. На виді А, де показано контрольне пристосування (КП) в плані, видно, що перевірка радіального биття

здійснюється ІГ 3. Биття нижнього торця перевіряють ІГ, показаною на виді А на рис. 2.5. На стійці 21 в кронштейні 16 встановлено ІГ.

Вимірювальний стержень голівки стикається з важільною передачею 22, яка рухливо закріплена на осі, і оберігає ІГ від ударів і передчасного зносу. На стійці 21, яка закріплена на підставі 14, встановлений кронштейн 20, що утримує ще дві ІГ за допомогою гвинтів. Налаштування ІГ 1 на розмір і необхідний натяг вимірювального щупа робиться шляхом переміщення кронштейна по стійці з подальшим затиском гвинтом.

Радіальне биття визначається як різницю найбільшого і найменшого відстаней від точок реальної поверхні, віддалених від осі центру деталі.

При цій схемі базування погрішність базування дорівнює максимальному проміжку між внутрішньою поверхнею деталі і зовнішньою пальця. В даному випадку деталь сідає на легкоконусну оправку з натягом. Проміжок відсутній і отже погрішність базування дорівнює нулю. Погрішність закріплення дорівнює нулю, оскільки деталь сідає на оправку з натягом.

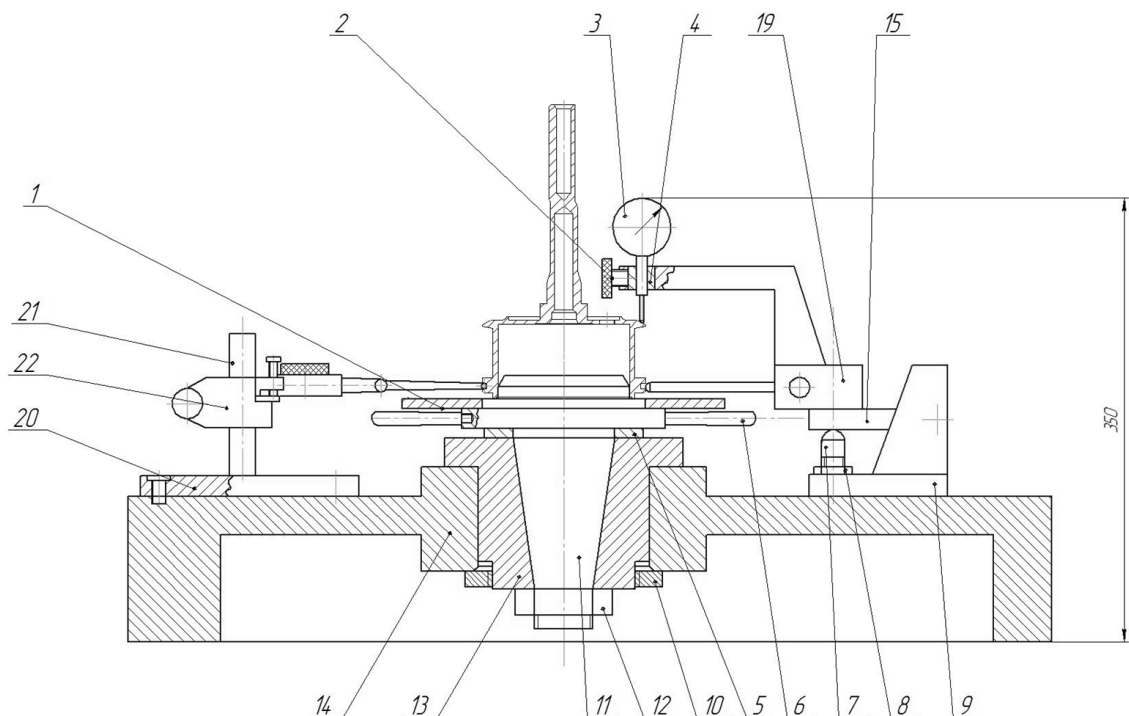


Рисунок 2.5 - Схема установки деталі в пристосуванні.

Вибір засобу виміру розпочнемо з визначення оптимальних метрологічних, експлуатаційних і надійностних характеристик, які повинні мати засоби виміру.

Сумарної похибки виміру КІП, що припускається, знаходиться як частину допуску контрольованого параметра (радіального биття не більше 0,03мм) $|\delta_{изм}| = k \cdot IT$, де k залежить від квалитета або міри точності контрольованого параметра і може набувати значень від 0,2 до 0,35. Для нашому випадку приймаємо $k=0,35$ [4, стор.3]. $|\delta_{изм}| = 0,35 \cdot 30 = 10,5$ мкм

Відповідно до ДСТУ 8.051-81(СТ СБ 303-76) [1, стор. 118-120, табл. 4.1] рекомендується прийняти $|\delta_{изм}| = 20$ мкм.

Визначимо допустиму погрішність засобу виміру (інструментальну погрішність) [1, стор. 127]:

$$|\Delta_{ин}| = 0,7 |\delta_{изм}| = 0,7 \cdot 20 = 14 \text{ мкм.}$$

Ціна ділення визначається залежно від величини допустимої інструментальної погрішності ЗВ. Приймаємо $|c| = |\Delta_{ин}| = 10$ мкм.

Інтервал ділення шкали $|a|$ беремо 2 мм, оскільки менша відстань між сусідніми штрихами шкали може ускладнити прочитування свідчення ЗВ. Тут необхідно враховувати умови, в яких працюватиме КІП, і, передусім, освітленість.

Межа виміру за шкалою $|A|$ повинна перевищувати допуск, щоб зняття свідчення не викликало ускладнень. Прийmemo $|A| = 4 \cdot IT = 4 \cdot 20 = 80 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм}$ по джерелу [1, стор. 121-128].

Межа вимірів засобу (діапазон вимірів) визначається умовами експлуатації. Приймаємо $|B| = 1 \text{ мм}$.

Вимірювальне зусилля P_{yc} обумовлюється характером контрольованих поверхонь при вимірі, жорсткістю контрольованої поверхні, величиною допуску вимірюваного параметра. Значення вимірювального зусилля приймаємо рівним 500сН, оскільки обмеження на його величину відсутні. Допустиме коливання вимірювального зусилля обумовлене величиною $\Delta P_{yc} = 100 \text{ сН}$.

Основним нормованим показником надійності ЗВ є напрацювання $t(P)$ до першої відмови при вірогідності безвідмовної роботи P . Відповідно до ДСТУ 23542-79 обумовимо кількістю циклів вимірів, що забезпечує задану кількість контрольних операцій.

За 3 роки буде виготовлено 5000 виробів. Контролюватися буде 25%, тобто 1250 штук

$$t=1250 \times 2=2500 \text{ циклів}$$

Вірогідністю безвідмовної роботи задамо $|P|=0.85$, виходячи з можливостей вимірювальних засобів, що випускаються інструментальною галуззю машинобудування.

Пошук ЗВ по заданим обмеженням [3, стор.95-99].

Після того, як стали відомі допустимі значення за метрологічними, експлуатаційними і надійнісними показниками, можемо приступити до пошуку ЗВ. Пошук здійснюємо в таблицях технічних характеристик важільно-зубчастих вимірювальних голівок. Найбільш близьким за показниками є індикатор багатооборотний моделі, у якого наступні параметри: гранична допустима погрішність $\Delta_{\text{ин}}=0,002\text{мм}$; ціна ділення $c=0.01\text{мм}$; межа виміру за шкалою $A=1\text{мм}$; діапазон вимірів $B=0-1\text{мм}$; вимірювальне зусилля $P_{\text{ус}}=200 \text{ сН}$; допустиме коливання вимірювального зусилля $\Delta P_{\text{ус}}=50 \text{ сН}$; кількість циклів виміру $t(P)=700000\text{с}$ вірогідністю $p=0.9$.

Зіставивши ці значення з допустимими (розрахунковими), приходимо до висновку, що задані умови точності, надійності і економічності дотримуються.

Інші ЗВ мають надмірну точність і меншу надійність. Тому для нашого КІП найбільш відповідним вважаємо індикатор багатооборотний моделі 2МИГ (ДСТУ 9696-75, завод-виготівник ЛІЗ).

Розрахунок сумарної погрішності виміру КІП.

$$E_{\text{кіп}}=\varepsilon+\Delta_p+\Delta_{\text{э}}+\Delta_{\text{ин}}+\Delta t+\Delta_{\text{вус}} \quad (2.14)$$

де Δ_p – погрішність передаючого пристрою, оскільки в конструкції нашого КІП передаючий пристрій відсутній $\Delta_p=0$;

$\Delta_{\text{э}}$ – погрішність виготовлення еталонної деталі $\Delta_{\text{э}}=0$;

$\Delta_{\text{ин}}$ – погрішність вибраного засобу виміру $\Delta_{\text{ин}}=2\text{мкм}$;

Δ_t – погрішність, викликана зміною температури довкілля, в нашому випадку $\Delta t=0$;

$\Delta_{\text{ус}}$ – погрішність, що викликається вимірювальним зусиллям за рахунок контактної деформації. Визначимо фактичну погрішність по формулі Герца:

$$\Delta_{yc} = 0,43 \cdot K \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{yc}^2}{r}} = 0,43 \cdot 0,81 \cdot \sqrt[3]{\frac{2^2}{5}} = 0,032 \text{ мм},$$

де P_{yc} - вимірювальне зусилля, Н ($P_{yc}=2\text{Н}$);

r - радіус вимірювального наконечника, мм ($r = 5\text{мм}$);

K - коефіцієнт, залежний від матеріалу наконечника ($K=0,81$);

$\mathcal{E}$ – погрішність положення контрольованої деталі в пристосуванні.

Вона визначається як:

$$\mathcal{E} = \sqrt{\mathcal{E}_6^2 + \mathcal{E}_3^2 + \mathcal{E}_{np}^2}, \quad (2.15)$$

де $\mathcal{E}_6$ - погрішність базування. У нашому випадку вона дорівнює нулю.

$\mathcal{E}_3$ – погрішність закріплення. Оскільки вимір проводиться без закріплення $\mathcal{E}_3 = 0$.

$\mathcal{E}_{np}$ – неточність виготовлення елементів пристосування, що беруть участь у формуванні розмірного ланцюга. Визначається квадратичним підсумовуванням елементарних погрішностей, викликаних як неточністю виготовлення деталей для установки ЗВ, так і для базування об'єкту контролю.

$$\mathcal{E}_{np} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2}, \quad (2.16)$$

де $\Delta_1=0$ – відхилення положення осі наконечника від заданої точки виміру.

$\Delta_2=10$ мкм – погрішність положення наконечника у вертикальному напрямі.

$\Delta_2=4$ мкм – погрішність осевого переміщення.

$\Delta_4=0$ – погрішність виміру величини відхилення від паралельності переміщення вимірювального наконечника відносно осі отвору в кронштейні. Від неспівпадання переміщення наконечника і вимірюваного параметра виникає погрішність в соті долі мікрометра, тому нею можна нехтувати.

$$\Delta_5 = 0$$

$\Delta_6=0$ – погрішність від неспівпадання напрямку виміру і розміру.

Тоді:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2} = \sqrt{0 + 10^2 + 4^2 + 0 + 0 + 0} = 10,7 \text{ мкм}$$

Погрішність положення вимірюваної деталі можна вичислити по формулі:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_{np}^2}$$

$$\varepsilon = \sqrt{0 + 0 + 10,7^2} = 10,7 \text{ мкм}$$

Підставивши знайдені значення, отримаємо фактичну сумарну погрішність КІП:

$$\varepsilon_{\text{кіп}} = \varepsilon + \Delta_p + \Delta_{\text{з}} + \Delta_{\text{ин}} + \Delta_t + \Delta_{\text{вус}}$$

$$\varepsilon_{\text{кіп}} = 10,7 + 0 + 0 + 2 + 0 + 0,32 = 13,02 \text{ мкм.}$$

Зіставивши фактичну сумарну погрішність $\varepsilon_{\text{КІП}}$ з допустимою $|\delta_{\text{зм}}| = 30 \text{ мкм}$, робимо висновок про те, що необхідна умова точності дотримується:

$$\varepsilon_{\text{КІП}} = 13,02 \text{ мкм} < 30 \text{ мкм.}$$

3 Проектування механічної дільниці

3.1 Розрахунок необхідної кількості основного технологічного устаткування

Орієнтуючись на задану програму випуску, заздалегідь призначаємо тип виробництва – великосерійне зі змінно-потоковою формою організації робіт (див. п. 1.2.4).

Усі вихідні і розрахункові дані приведені в таблиці 3.1

Потім, необхідно остаточно встановити тип і форму організації виробництва. Для цього треба розрахувати необхідну кількість верстатів для обробки деталей групи «поршень», визначити коефіцієнт завантаження устаткування і середній коефіцієнт завантаження, а також визначити коефіцієнт закріплення операції.

Розрахуємо річну станкоємність по кожному виду робіт по наступній формулі:

$$t_{u-\kappa_j} = \sum_{j=1} t_{u-\kappa_j} \cdot N_j \quad (3.1)$$

де: $t_{u-\kappa_i}$ - штучно - калькуляційний час обробки однієї деталі на цій операції;

N_j - річна програма випуску по кожній групі деталей.

І так далі для кожної операції.

Розрахунок необхідної кількості верстатів для кожної операції виконуємо по формулі:

$$C_{pi} = \frac{t_{ш-кi} \cdot N}{F_{эф} \cdot 60} \quad (3.2)$$

де i - номер технологічної операції або вид механічної обробки;

N - річна програма випуску, $N=5000$ шт;

$F_{эф}$ - ефективний фонд роботи, $F_{эф}=4015$ год;

Коефіцієнт завантаження верстата визначається по формулі:

$$K_3 = \frac{C_{pi}}{C_{прi}} \quad (3.3)$$

де $C_{пр}$ - прийнята кількість устаткування на цю операцію.

Аналогічно визначаємо ці показники для інших операцій. Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.1.

Середній коефіцієнт завантаження визначається по формулі:

$$\overline{K_3} = \frac{\sum \tilde{N}_D}{\sum \tilde{N}_{iD}} \quad (3.4)$$

$$\overline{K_3} = \frac{20.43}{26} = 0,8$$

Підраховуємо кількість деталей-операцій, що виконуються на технологічній лінії обробки поршнів, перехідників і кришок:

$$O=19 \times 3 + 2=59 \text{ деталі - операцій.}$$

Число робочих місць $M = \sum S_n = 26$.

Розраховуємо коефіцієнт закріплення операції:

$$K_{3.0} = \frac{O}{M} = \frac{59}{26} = 2.27 \quad (3.5)$$

Оскільки, $1 < K_{3.0} = 2.27 < 10$, то остаточний тип виробництва приймаємо великосерійне, а форму організації виробництва на лінії обробки перехідників – змінно-потокову.

4 СПЕЦЗАВДАННЯ

Прогресивні методи віброабразивної обробки

Абразивна обробка в струмені рідини. Суть процесу полягає в тому, що поверхня (рис. 4.1) оброблюваної деталі 7 піддається дії струменя рідини, що містить абразивні частки і направляється під певним кутом α і з певним тиском на оброблювану поверхню.

Для збільшення швидкості витікання суспензії з сопла 2 струмінь зазвичай піддається дії стислого повітря ($P=0,5\text{--}0,6$ МПа), яке подається в струминний апарат по окремому трубопроводу. Струмін рідини повідомляє абразивним часткам високу кінетичну енергію, внаслідок чого при ударі об поверхню вони чинять абразивну дію, т. е. здійснюють мікрорізання, пружну і пластичну деформацію. При оптимальних режимах обробки досягається шорсткість поверхні $Ra=2,0\text{--}0,5$ мкм (при початковій $Ra=10\text{--}1$ мкм), на обробленій матовій поверхні відсутні спрямовані риси, характерні для багатьох інших методів обробки. Раціональні сфери застосування струминного абразивно-рідинного методу наступні:

- обробка деталей складної форми, у тому числі внутрішніх порожнин під антикорозійні і декоративні покриття;
- обробка металорізального інструменту, деталей прес-форм і штампів, що мають складну форму;
- обробка зубів зубчастих коліс, у тому числі для зняття задирок;
- очищення різних деталей від окалини, задирок, різного роду забруднень і т. д.

При використанні цього методу не лише знижується шорсткість поверхні, але і покращуються її фізико-механічні характеристики.

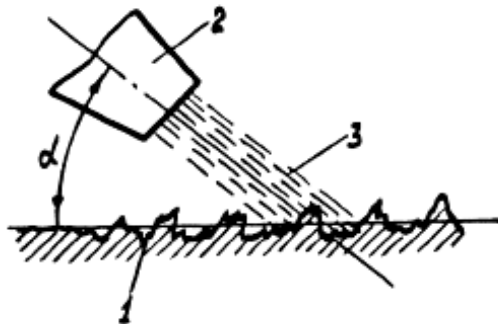


Рисунок. 4.1 – Схема абразивної обробки в струмені рідини

Знос абразивного інструменту є одним з найважливіших параметром абразивної обробки, оскільки багато в чому визначає витрату робочого середовища, якість обробленої поверхні виробу і продуктивність процесу, а також його стабільність. Тому завданням досліджень є вивчення закономірностей зношування робочого середовища з метою прогнозування і управління стабільністю технологічного процесу ВиАО, в тій його частині, яка залежить від стану робочого середовища (різальної здатності, розмірів і правильності форми абразивних гранул, об'єму завантаження робочої камери та ін.).

Аналіз механізмів зносу робочого середовища при ВиАО. Для оцінки зносу абразивного інструменту зазвичай використовують два показники:

- середню швидкість зносу, тобто кількість (за об'ємом і масі) видаленого оброблюваного матеріалу в одиницю часу роботи інструменту Q_a ;
- питомий знос, тобто об'ємна або масова кількість зношеного абразиву, віднесена відповідно до одиниці об'єму або маси сошлифованного металу q .

Враховуючи, що характер протікання зносу абразивного середовища в часі при виброабразивній обробці носить нелінійний характер, перший показник не забезпечить коректності оцінки. Тому найбільш важливим для практики критерієм оцінки зносу абразивного інструменту (середовища, що складається з абразивних гранул) є питомий знос. Знос призводить до зміни різальної здатності абразивних гранул, а отже, до порушення стабільності протікання процесу. Причинами цього може бути наступне:

- затуплення різальних кромок абразивних часток;
- зменшення об'єму завантаження робочої камери;
- зменшення розмірів часток робочого середовища;
- забруднення робочого середовища продуктами зносу самих гранул і мікростружкою.

Абразивні зерна, що беруть участь в процесі різання, при контакті з оброблюваною поверхнею випробовують періодичну силову і теплову дію, внаслідок чого можливо:

- стирання вершин різальних кромок абразивних зерен, поява на них майданчиків зносу і налиплих частинок металу, що призводить до різкого падіння різальної здатності інструменту;
- Вифарбовування (сколювання) мікрочасток абразивних зерен внаслідок ударного характеру навантаження і втомного руйнування, тобто режим часткового самозатачивання;

- викидання цілих абразивних зерен із зв'язки (обрив зв'язків) і видалення самої зв'язки шляхом вифарбовування або зрізування (залежно від характеристик зв'язки) за рахунок контакту з іншими абразивними гранулами, тобто режим самозатачивання.

Враховуючи, що при віброабразивній обробці застосовується в значній частині м'який абразивний інструмент, коли міцність закріплення зерен в інструменті нижча міцності самого абразивного зерна, працює в основному останній механізм зносу, тобто обрив зв'язків і викидання цілих абразивних зерен із зв'язки. Вірогідність прояву перших двох механізмів зносу дуже мала. Це забезпечує самозатачивание абразивних гранул і збереження стабільності їх різальної здатності впродовж досить тривалого періоду часу, що, у свою чергу, значною мірою забезпечує стабільність отримання параметрів якості поверхні оброблюваних деталей.

Проте такий механізм зносу часток абразивного середовища призводить до зміни як форми, так і маси і розмірів часток робочого середовища, що, у свою чергу, обумовлює зменшення об'єму і відповідно до усього завантаження робочої камери і, як наслідок, зміна різальної здатності абразивного інструменту.

При експериментальному дослідженні впливу зміни об'єму завантаження робочої камери на технологічні параметри системи ВиАО, зокрема, розглядалися залежності зміни різальної здатності робочого середовища і її зносу при зменшенні об'єму завантаження. На малюнку 6.3а приведені експериментальні залежності різальної здатності абразивного робочого середовища (призм тригранних ПТ10) при обробці заготовок із ВЖЛ14 і алюмінієвий сплав Д16, від об'єму завантаження робочої камери.

На малюнку 4.3б і 4.3в показані залежності питомого зносу робочого середовища при аналогічній зміні об'єму завантаження. Режим обробки : амплітуда коливань робочої камери $A=2,5$ мм, частота коливань робочої камери $f=33$ Гц; устаткування: верстат УВГ 4х10; умови обробки : промивання 3% -ним содовим розчином.

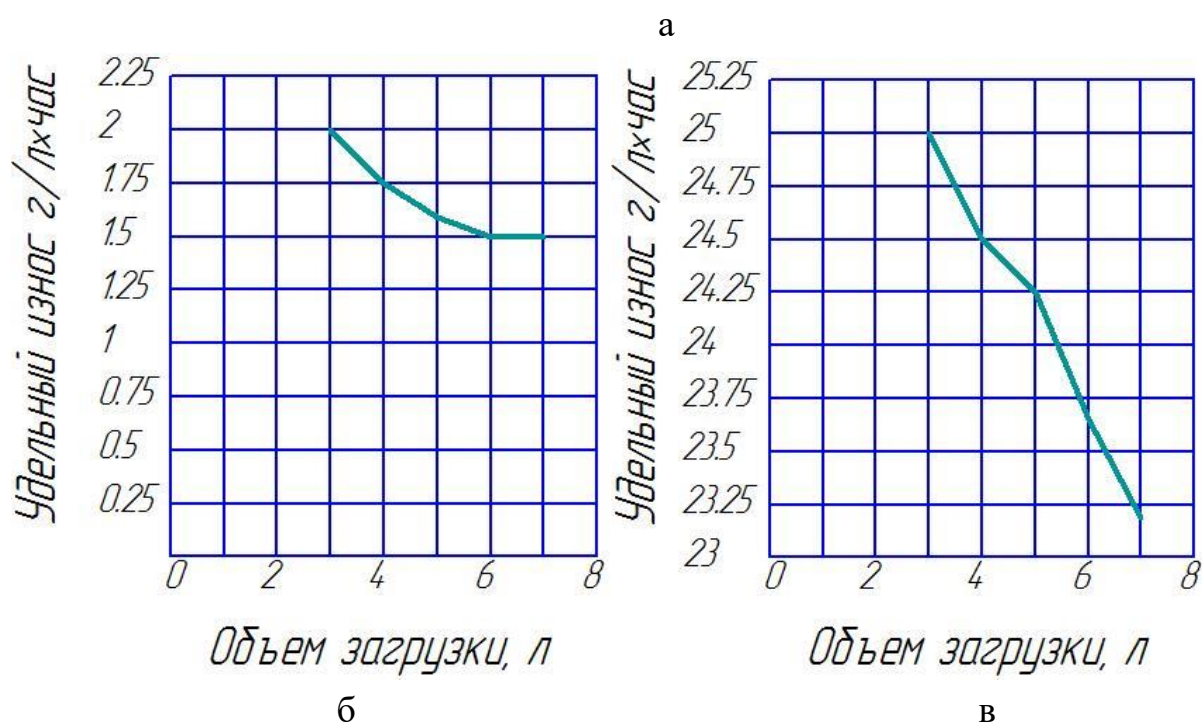
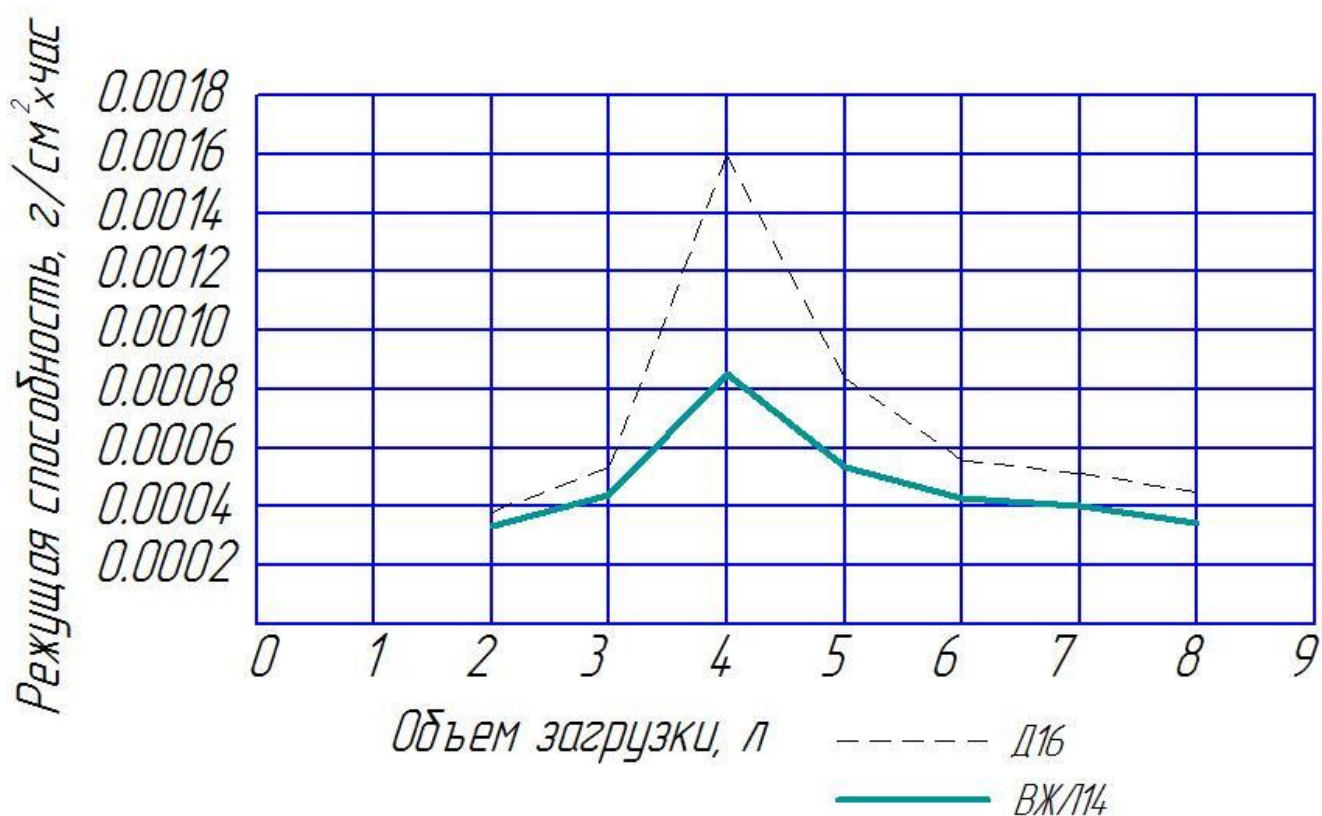


Рисунок 4.3 – Вплив об'єму завантаження робочої камери на різальну здатність робочого середовища(а); на питомий знос робочого середовища(б); на питомий знос робочого середовища(в); призми тригранні ПТ10

Аналіз графіків показує, що швидкість зносу робочого середовища досить швидко падає зі зменшенням об'єму завантаження робочої камери. Наприклад,

для робочого середовища ПТ10(призма тригранна з розміром грані 10 мм) зниження швидкості зносу при зміні об'єму завантаження з 7 до 6 л складає 12,5%, а для фарфорових куль - 27%. При цьому питомий знос середовища фарфорових куль(масова кількість зношеного абразиву, віднесена до одиниці маси сошлифованного металу) при максимальному завантаженні робочої камери складає для заготовок із сплаву Д16Т - 0,4, а для заготовок із сталі ВЖЛ14 - 2,65.

Залежність різальної здатності від об'єму завантаження для різних середовищ має екстремальний характер. У точці, відповідній максимальній різальній здатності, швидкість зносу складає: для призм ПТ10 - близько 1% в годину від загальної маси завантаження, для фарфорових куль - близько 0,1% в годину(що говорить про досить високу стабільність). Цьому ж об'єму завантаження відповідає і максимальна швидкість циркуляції маси завантаження в робочій камері, що є додатковим чинником, що підтверджує, що при цьому об'ємі завантаження обробка йтиме з максимальною продуктивністю. Проте це твердження вірно тільки для певного співвідношення робочого середовища і оброблюваних заготовок в масі завантаження, а також для конкретного режиму обробки.

При чорновій віброабразивній обробці можливе об'ємне руйнування абразивних зерен з частковим відновленням різальної здатності абразивного інструменту. Цей різновид зносу дуже небезпечний, оскільки може привести до утворення часток робочого середовища з розмірами, близькими до розмірів отворів і пазів в оброблюваних заготовках (які не повинні оброблятися), і, як наслідок, заклинювання в них абразиву. Проте при правильно вибраному абразивному середовищі, а також при чистовій обробці вірогідність прояву цього виду зносу украй мала.

Безумовно, знос робочого середовища залежить не лише від об'єму завантаження і фізико-механічних характеристик оброблюваних заготовок, але і від цілого ряду інших чинників, зокрема, зернистості і об'ємного змісту абразиву в гранулі, розміру і форми абразивної гранули, характеристик зв'язки, об'ємного або масового співвідношення заготовок і робочого середовища в масі завантаження, режиму обробки та ін.

Аналізуючи дані, приведені в роботі [2], можна помітити значну залежність зносу абразивної гранули від її форми. У роботі розглядалися форми гранул, вписані в конус з вершиною 60 градусів; у основі пірамід - вписані правильні багатокутники і мальтійський хрест, а також коло. Залежність зносу середовища від відношення кута багатокутника в основі призми до кількості цих кутів, представлена на рисунок 4.4, показує однозначний кореляційний зв'язок

між цими параметрами.

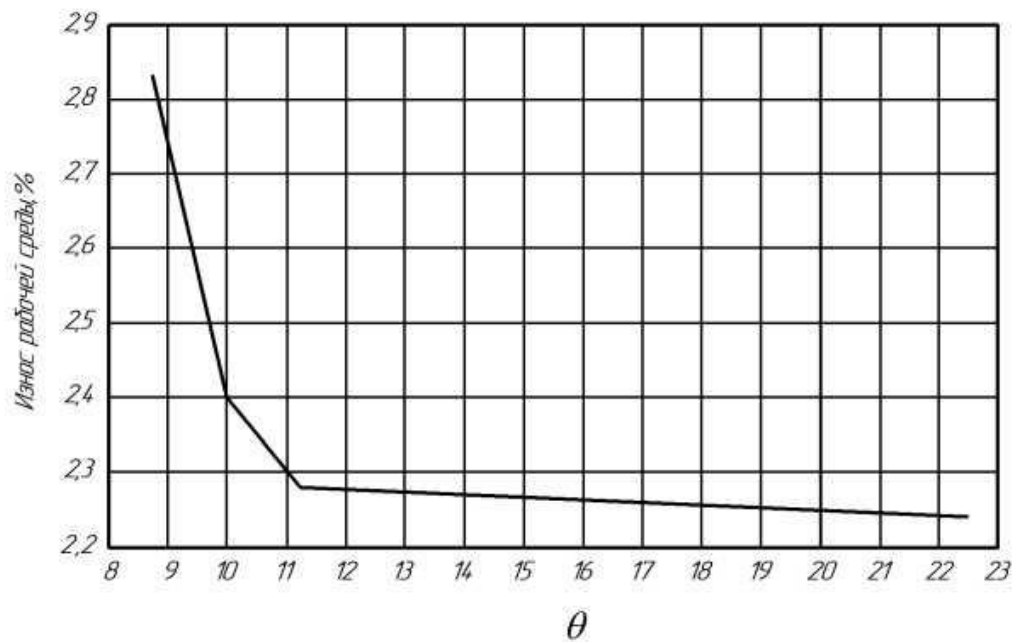


Рисунок 4.4 – Залежність зносу абразивної гранули від її форми, визначеної як відношення кута в основі правильної багатокутної піраміди до кількості кутів

Порівнюючи приведені в роботі дані по зносу і різальній здатності абразивних гранул, нескладно помітити, що при зростанні знімання в 33% при обробці в середовищі абразивних гранул з найменшим відношенням кута багатокутника в основі призми до кількості цих кутів, знос гранул також зростає на 31%. Розмірний знос гранули і порушення її правильної геометричної форми відбуваються головним чином із-за вифарбовування абразивних зерен і виривання їх із зв'язки з подальшим її зносом. Кінець кінцем форма усіх гранул прагне до конусоподібної, і перевага у величині знімання втрачається, маса і розміри гранул зменшуються, і їх різальна здатність виявляється нижче, ніж у конусів. Враховуючи велику вартість виготовлення таких абразивних гранул (в порівнянні з конусами) і частішу їх заміну при експлуатації у зв'язку з підвищеним зносом, можна дійти висновку, що велику стабільність процесу забезпечують гранули простішої геометричної форми.

Знос, як і різальна здатність, досить сильно залежить від зернистості абразивної гранули і її розмірів. Аналіз результатів досліджень, приведених в [3], показує, що при обробці різних матеріалів приріст різальної здатності абразивних гранул на полімерній основі при зміні розміру гранули з 6 до 30 мм складає

близько 24%, знос при цьому збільшується на 36-50%, що пояснюється в основному збільшенням площі контакту гранули не лише з оброблюваною заготовкою, але з сусідніми абразивними гранулами, збільшенням кількості абразивних зерен, що здійснюють корисну роботу, а також зі збільшенням сил різання, викликаним зростанням маси окремої гранули і увесь маси завантаження в цілому. Характер зміни зносу і різальної здатності гранул на полімерній основі при збільшенні зернистості аналогічний (рисунк 4.5, 4.6). Ці залежності можуть бути апроксимовані лінійними функціями.

На знос абразивного середовища при віброабразивній обробці робить вплив ще цілий ряд чинників, у тому числі режим обробки, співвідношення заготовок і робочого середовища в масі завантаження, зернистість робочого середовища та ін.

Таким чином, виконаний в роботі аналіз механізмів зносу абразивного робочого середовища при ВиАО і його впливу на її різальну здатність показав, що робоче середовище є елементом технологічної системи, що має мінімальну надійність. Аналіз також дозволив виявити основні завдання по стабілізації показників якості оброблюваних деталей, обумовлених станом робочого середовища. Результати аналізу підтверджуються експериментальними дослідженнями.

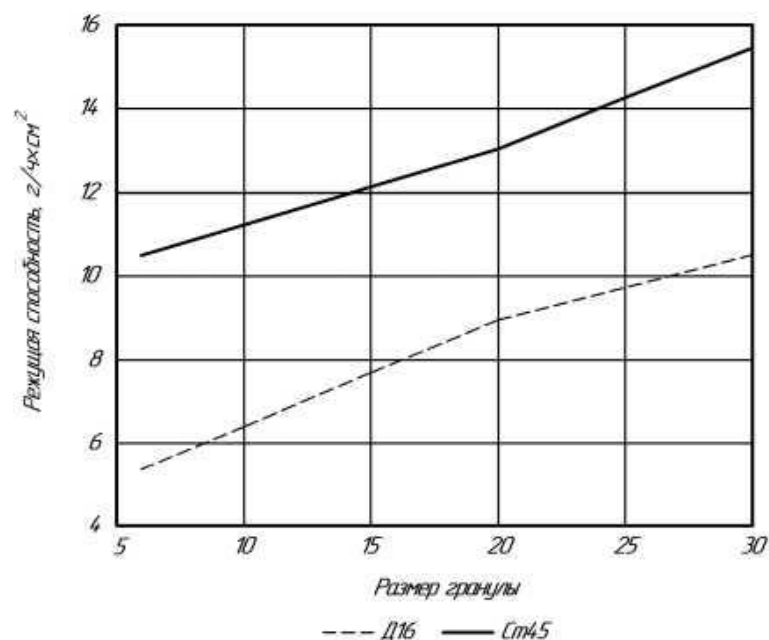


Рисунок 4.5 – Залежність різальної здатності абразиву

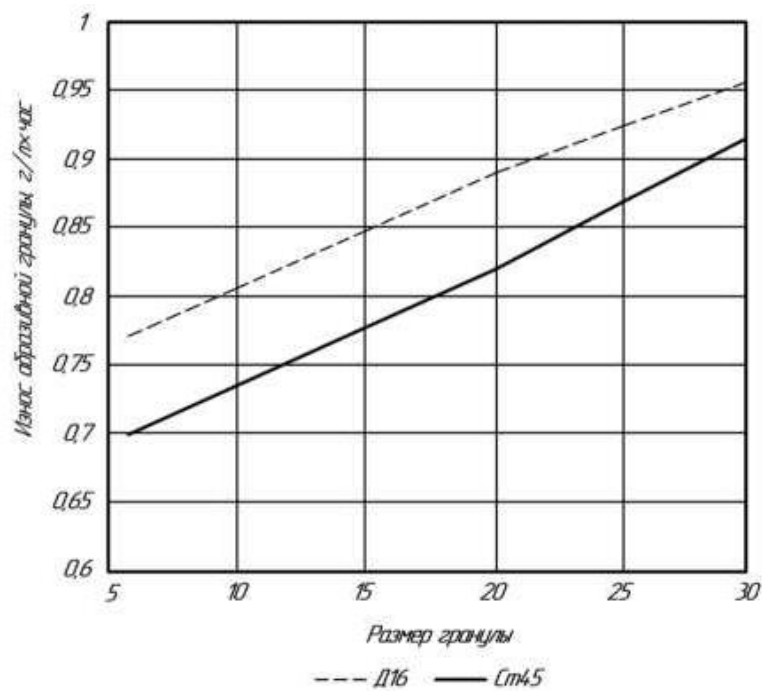


Рисунок 4.6 – Залежність зносу абразивних гранул гранул на полімерній основі від їх розміру [3] на полімерній основі від їх розміру [3]

Знос робочого середовища, у свою чергу, призводить до зниження її функціональних якостей, до втрати споживчої цінності, робить великий вплив на стабільність технологічного процесу ВиАО. Тому виявлення закономірностей зношування робочого середовища і прогнозування її зносу дозволять значною мірою нейтралізувати його шкідливі наслідки, виявити критерії непридатності робочого середовища для подальшої експлуатації, підвищити стабільність процесу і якість оброблюваних заготовель, що доводить актуальність досліджень.

Широке поширення отримали методи полірування деталей у барабанах, що оберталися, і віброконтейнерах. Таким чином, найчастіше обробляються дрібні деталі, а також деталі, які важко піддаються обробці на полірувальних верстатах ними іншими відомими методами (лопатки турбін, грібних гвинтів та ін.). Оброблювані деталі 3 (рис. 4.7) разом з рідким середовищем і абразивними частками 2 завантажуються у барабан (контейнер) 4, якому повідомляється обертальний рух або вібраційні коливання за допомогою спеціального механізму-вібратора 1.

Суть віброабразивної обробки полягає в наступному. Деталі і оброблювальне середовище (абразивні матеріали, наповнювачі, поверхнево-активні речовини) поміщаються в контейнер, якому повідомляється коливальний рух різної частоти і амплітуди. При вібраційній обробці можна робити наступні операції: шліфування і полірування; зняття задирок і притуплювання гострих

кромок; зачистку деталей після литва; очищення поверхні деталей від окалини, слідів корозії; глясування.

Віброобробку можна порівняти з обробкою у барабанах, але на відміну від неї вона має наступні переваги: високу продуктивність; рівномірну обробку зовнішніх і внутрішніх поверхонь; можливість обробляти тонкостінні і крихкі деталі, деталі різних розмірів; механізацію і автоматизацію завантаження і вивантаження деталей; використання віброустановок в автоматизованих лініях.

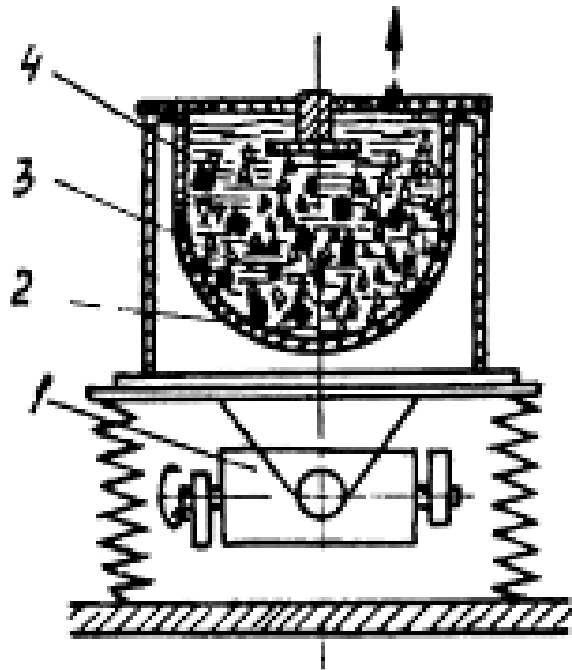


Рисунок 4.7 – Схема установки для віброабразивної обробки при вільному завантаженні деталей

В основному процес віброобробки поверхні зводиться до зменшення параметра R_z від 40 до 0,63 мкм за 3-5 переходів впродовж 10 ч. Для проведення грубого очищення рекомендується використати абразивні частки з великою масою. Оптимальне співвідношення робочого середовища і деталей по насипній масі залежно від призначення обробки 1:1-5:1. В цьому випадку відбувається максимальне знімання металу. Вібраційна обробка деталей може здійснюватися вологим і мокрим способами. При вологому способі кількість робочої рідини складає до 20 % об'єму контейнера. При мокрому способі відходи віддаляються промиванням контейнера під час роботи. Промивання може бути періодичним — розчинами високої концентрації і безперервною — розчинами низької концентрації. Залежно від призначення обробки і матеріалу оброблюваної деталі застосовують кислі, нейтральні і лужні середовища. Режимми обробки (амплітуда і

частота вібрації) вибираються залежно від призначення обробки; при грубіших роботах амплітуда береться більшою і частота вібрації - меншою, для обробних робіт - навпаки. Оптимальні значення частоти вібрації для шліфування 1000-1500 і для полірування - 2200-3000 коливань в хвилину, амплітуди вібрації до 5 мм при шліфуванні і 1-3 мм при поліруванні. Необхідно мати на увазі, що при віброабразивній обробці відбувається знімання частини металу по контуру і в отворах, тому потрібний припуск на обробку 0,002-0,005 мм. В якості робочого середовища застосовують бій шліфувальних кругів, абразивні гранули різних форми і розмірів, шліф-порошок. Для очищення поверхні деталей і зняття задирок використовують бій шліфувальних кругів твердістю СТ2-Т2, для обробки деталей - ВТ1 - ВТ2. Найбільш поширеним матеріалом є електрокорунд. При віброполіруванні застосовують м'які штучні матеріали - оксиди заліза, хрому, алюмінію і т. п. і природні - мармур, мів, граніт та ін. Найбільш споживані розміри гранул 8 - 40 мм. В якості допоміжного до основного абразивного матеріалу часто додаються шматочки гуми, дерев'яні, повстяні або фетрові кубики та ін.

В процесі рухів створюється контактна взаємодія і відносне переміщення абразивних часток і оброблюваних поверхонь, внаслідок чого відбувається обробка. При поліруванні можна обробляти велике число деталей, тому, незважаючи на тривалість процесу, ці методи ефективні. При призначенні оптимальних режимів і умов обробки ці способи дозволяють отримувати поверхні з $R_a = 0,32.0,63$ мкм. Продуктивність процесу залежить від складу робочого середовища, абразивного матеріалу і режимів обробки. Продуктивність і якість процесу можуть бути підвищені введенням хімічно активних добавок в робоче середовище, використанням шпиндельної і електрохімічної віброабразивної обробки.

Висновок

Детально розроблено технологічний процес виготовлення поршня, який входить до складу додаткового клапана перепускання повітря. Вибраний і економічно обґрунтовано метод отримання заготовки. Призначені припуски на заготівлю. Режими різання і технічні норми часу призначені і визначені по рекомендаціях нормативних документів авіаційній промисловості. Розроблені розрахунково-технологічні карти обробки деталі на верстатах з ЧПК для токарної операції.

Технологічний процес розроблений з урахуванням вимог охорони праці і стійкості до надзвичайних ситуацій. Спроектовані верстатні пристосування дозволяють швидко і надійно закріплювати заготівлю під час обробки, що в умовах великосерійного виробництва дуже важливе.

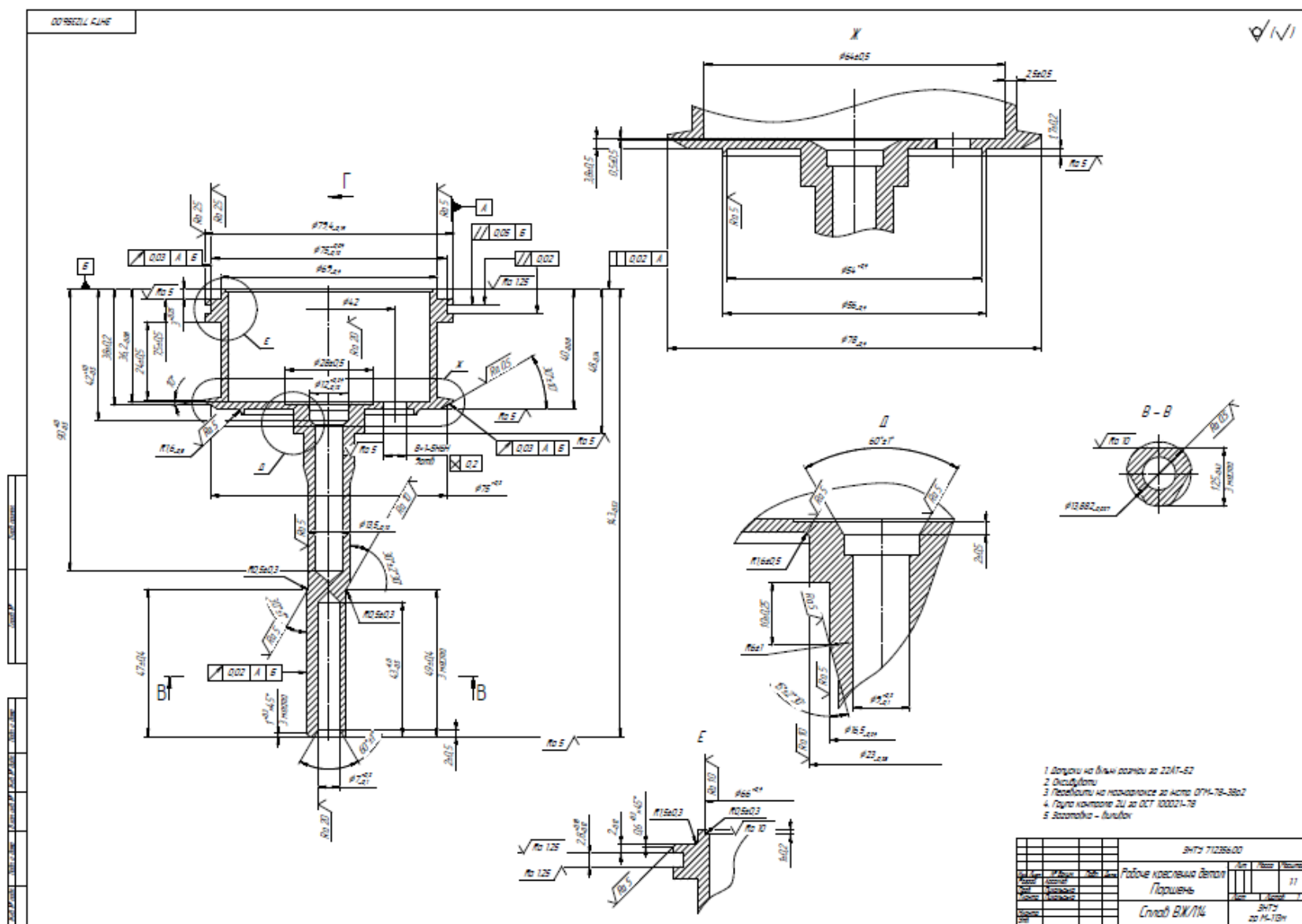
Виконано спеціальне завдання на тему особливості віброабразивної обробки.

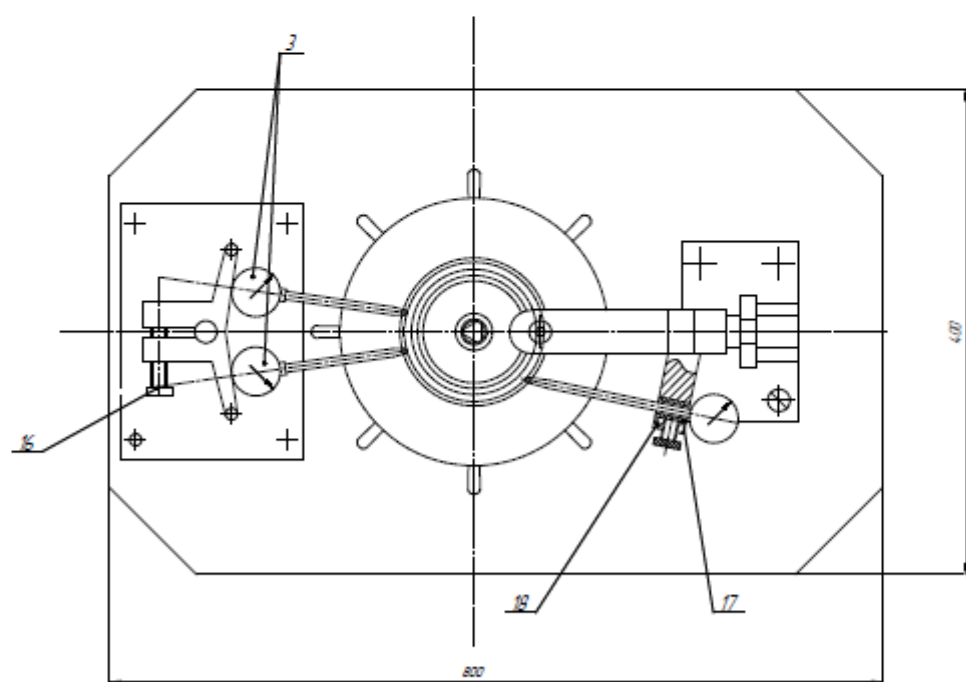
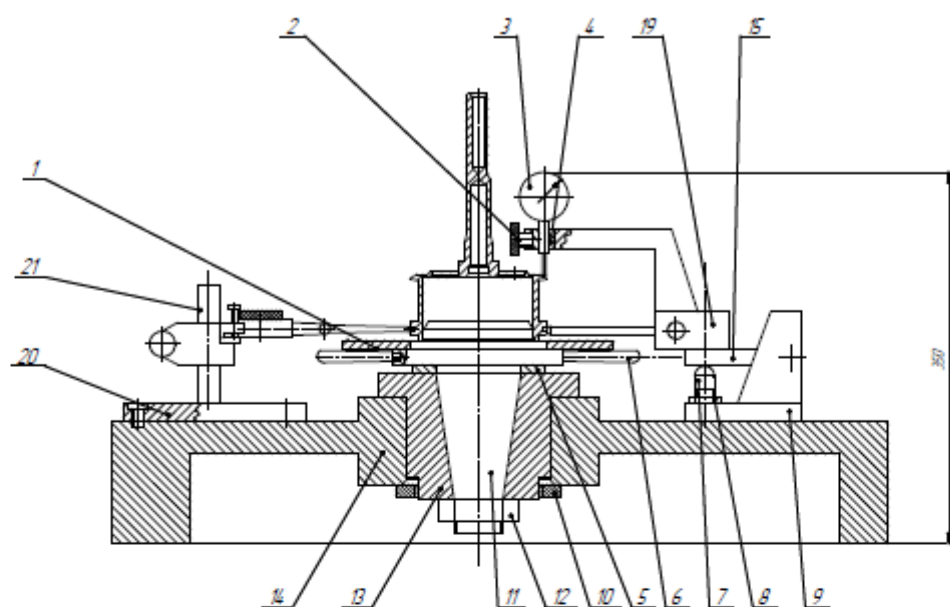
У частині по охороні праці приведена повна характеристика ділянки механічної обробки деталей з точки зору безпеки проведення робіт, приведена характеристика виробництва по ступеню пожежної безпеки.

Складений альбом технологічної документації на виготовлення поршня двигуна Д-18Т.

Перелік посилань

1. Технологический процесс
2. Стандарты предприятия: Система качества, Положения о цехе основного производства ОАО “Мотор Сич”.
3. Должностная инструкция. СТП 549.00.200.1 – 2004 г.
4. Горохов В.А. «Проектирование и расчет приспособлений»: Учебное пособие для студентов вузов. – Минск: «Вышэйшая школа», 1986г. – 237с.
5. Иванов И.И. «Детали машин» Учебник для вузов. – 2-е издание. – М.: Машиностроение 1983г. – 277с.
6. Горохов Проектирование и расчет приспособлений
7. Методичні вказівки до практичних занять з дисциплін “ Технологія машинобудування» (розділ проектування зубообробних операцій) для студентів спеціальностей: 8.090202, 8.090203, 7.090260, усіх форм навчання./Укл. В.Д. Хорошков.-Запоріжжя: ЗНТУ. 2003. - 93 с.
8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Гаков., В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Гакова.- М.: Машиностроение.1988.-736 с., ил.
9. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика.М.: Машиностроение,1961.-Т.2.- 890 с., ил.
10. В.А. Богуслаев, В.А. Лиховицер, А.С.Смирнов. Станочные приспособления, монография., – г. Запорожье , изд. ОАО «Мотор Сич». 2000 г.,461 с.
11. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев, Г.В. Филипов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.: ил.
12. Режимы резания труднообрабатываемых материалов: Справочник/ Я. Л. Гуревич, М. В. Горохов, В. И. Захаров 2 – е изд. Перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986, 240 с.





- 1 Показка пристрою не більш 0,01 мм
 2 Високий показаний пристрою не більш 0,01 мм
 3 Абсолютна похибка намоту функціонування не більш 0,02 мм

ЗНТУ 40132									
Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель
Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель
Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель
Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель
Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель
Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель
Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель
Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель
Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель	Модель

ЗНТУ 40132

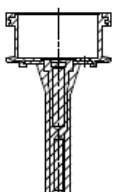
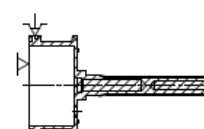
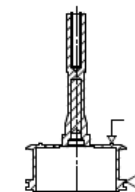
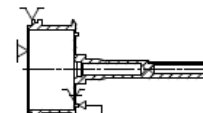
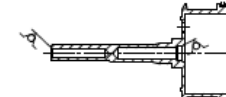
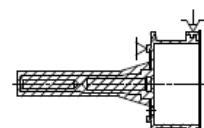
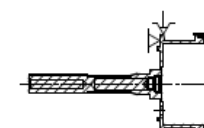
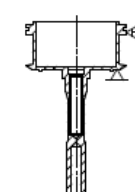
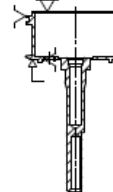
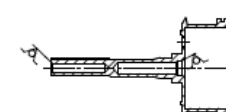
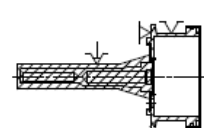
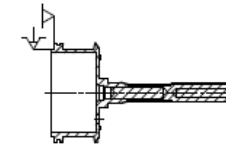
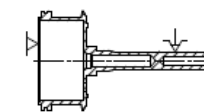
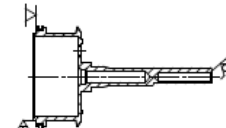
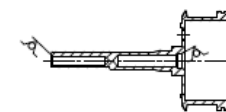
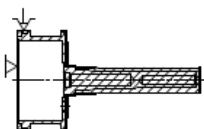
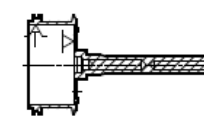
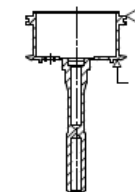
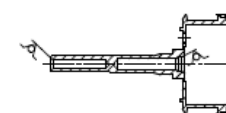
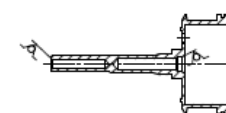
Контрольний пристрій

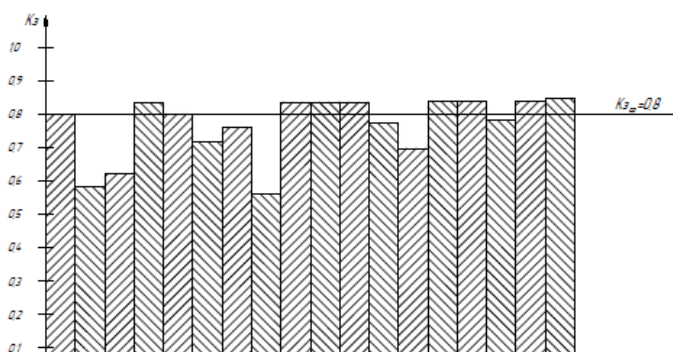
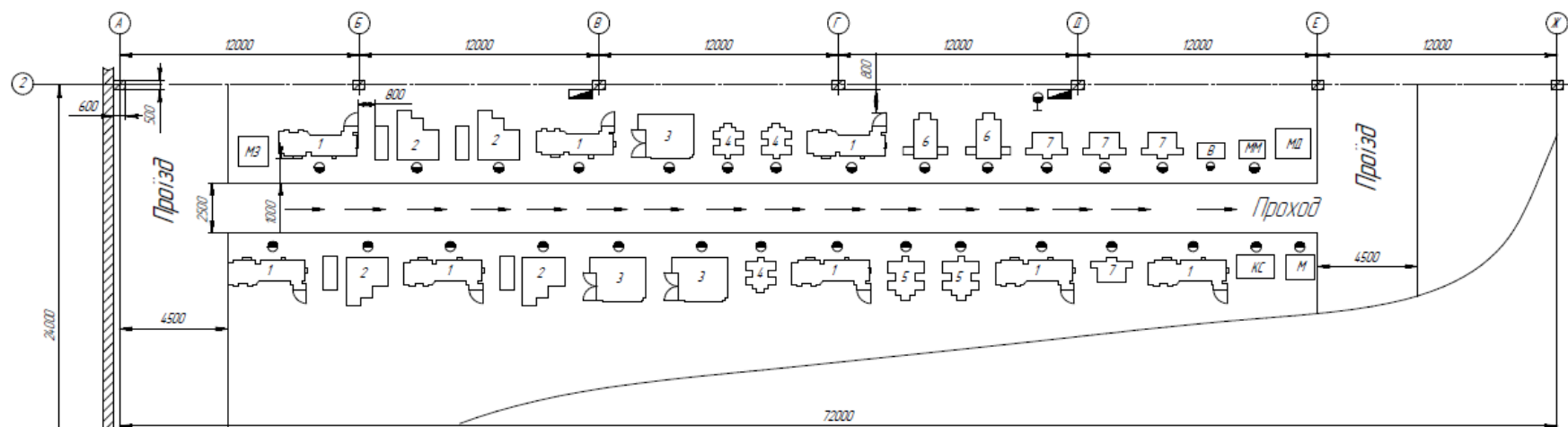
для контролю похибки на різальних

битах

Стал контролера

М.П. 10/10/10

005 ЗАГОТОВЛЕНА  010 ТЕРМООБРОБКА ПЧ	035 ТОКАРНА ТОКАРНИЙ HARRISSON M4.00 	055 СВЕРДЛИЛЕНА З ЧПК СВЕРДЛИЛЕНИЙ З ЧПК KSB-40 CNC 	075 ФРЕЗЕРНА ВЕРТИКАЛНО-ФРЕЗЕРНИЙ 6P11 	095 КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЕНА КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЕНИЙ ЗЕ153 
015 ТОКАРНА ТОКАРНИЙ HARRISSON M4.00 	040 ТОКАРНА С ЧПК ТОКАРНИЙ З ЧПК АТПР - 2M12CH1 	060 СВЕРДЛИЛЕНА З ЧПК СВЕРДЛИЛЕНИЙ З ЧПК KSB-40 CNC 	080 РИЗБОНАРІЗНА РИЗБОНАРІЗНИЙ 5993 	100 КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЕНА КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЕНИЙ ЗЕ153 
020 ТОКАРНА ТОКАРНИЙ HARRISSON M4.00 	045 ТОКАРНА ТОКАРНИЙ HARRISSON M4.00 	065 ТОКАРНА ТОКАРНИЙ HARRISSON M4.00 	085 ТОКАРНА ТОКАРНИЙ HARRISSON M4.00 	105 КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЕНА КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЕНИЙ ЗЕ153 
025 ВІБРОБРАЗИВНА ВІБРОБРАЗИВНА УСТАНОВКА 030 ТОКАРНА З ЧПК ТОКАРНИЙ З ЧПК АТПР - 2M12CH1 	050 ТОКАРНА З ЧПК ТОКАРНИЙ З ЧПК СТ-161 	070 ВЕРТИКАЛНО-СВЕРДЛИЛЕНА ВЕРТИКАЛНО-СВЕРДЛИЛЕНИЙ 2M125 	090 КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЕНА КРУГЛО-ШЛИФОВАЛЕНИЙ ЗЕ153 	110 ТОКАРНА ТОКАРНИЙ HARRISSON M4.00 
			115 СЛОСКА ВЕРСТАК	120 КОНТРОЛЕНА КОНТРОЛЕНИЙ СТОЛ



Умовні позначення

МД – місце для дітей

МЗ – місце для заготівки

В – вантаж

КС – контрольний стіл

М – місце мастера

ММ – місце машини

 – показаний шит

 – показаний діаметр

[illegible]

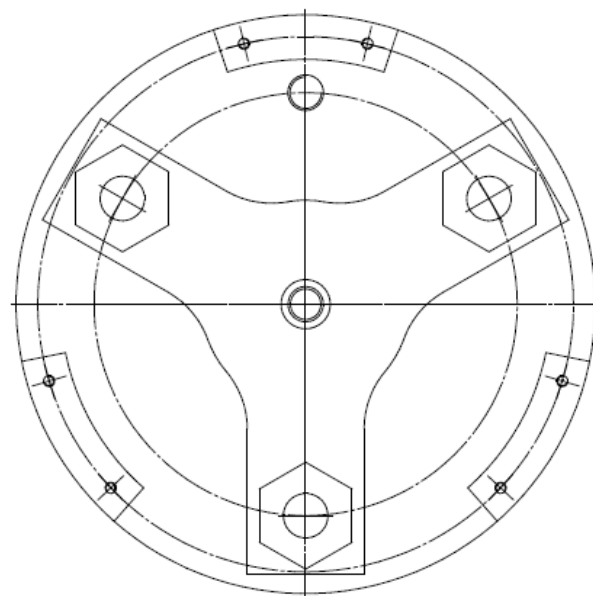
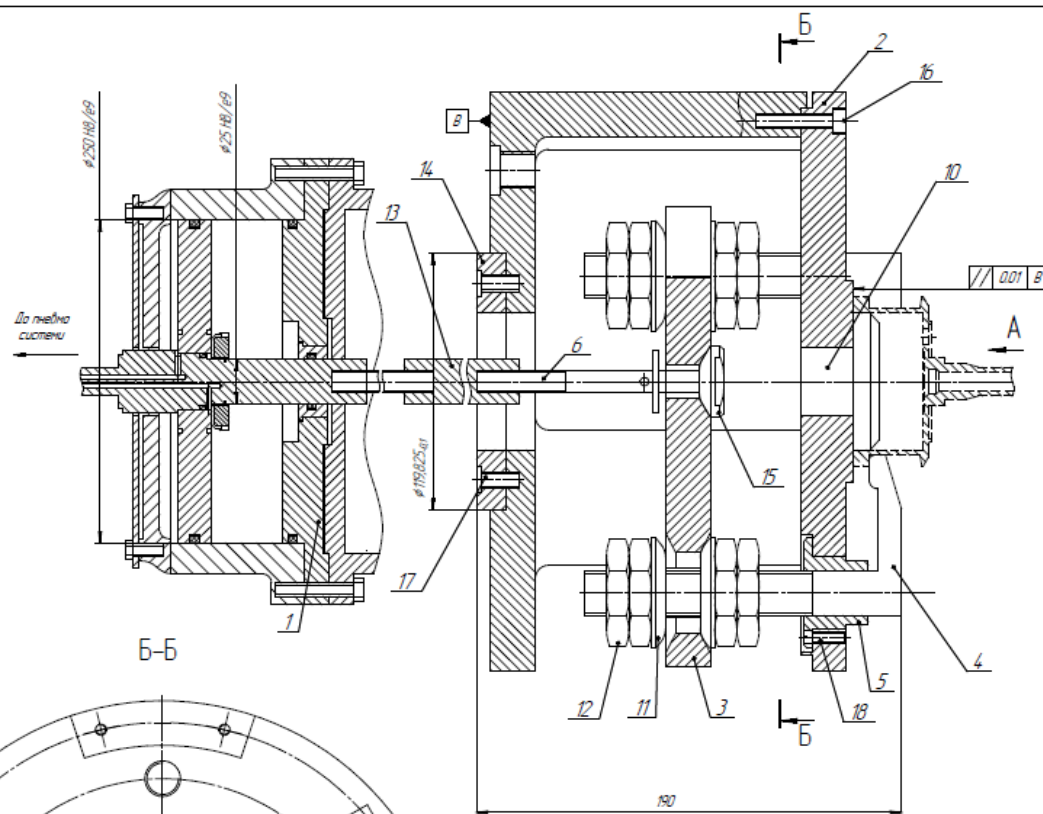
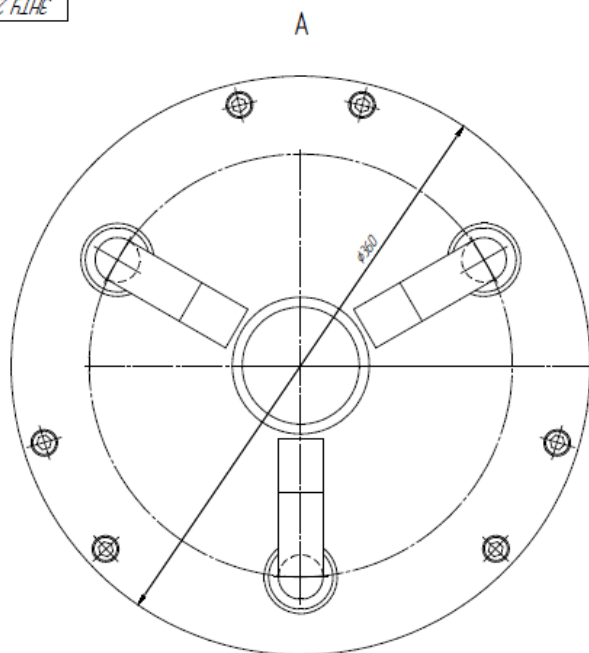
Поз	Возраст	Модель	Габариты	Мл	На к/вт
1	Топарный	444901001 M 420	2012 x 106 x 103	11	11
2	Топарный с ЧПК	4170201001	2240x1750x2035	4	10
3	Средствитный с ЧПК	K38-40	203 x 968 x 1265	3	4,5
4	Вертикально-фрезерный	6P11	3570x2530x2430	2	11
5	Шлифовальный	3E35	2300x2300x800	4	3

3HTY 712005

[illegible]

Konclusion

00895752 FLHE



- 1 Пневмосистему доработати на герметичність, витічки повітря не допускаються.
 2 Пневматична система повинна працювати плавно без заїдань, перевірити при зборі.
 3 Поверхня тертя знаходити консистентною мастиком.

ЗНТУ 254568.00									
Відп. кон.	Відп. тех.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.
Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.
Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.
Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.
Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.
Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.
Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.
Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.
Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.	Відп. кон.

Пристрій для
токарної обробки

11

ЗНТУ

ар. М-12м

Формат А1

ПРОГРЕСИВНІ МЕТОДИ ВІБРОАБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ

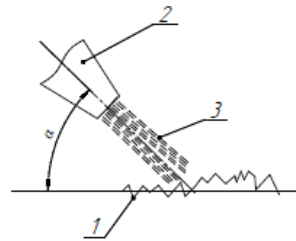
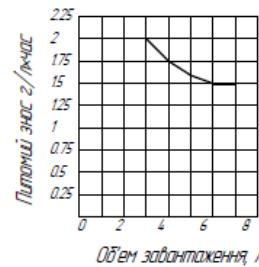


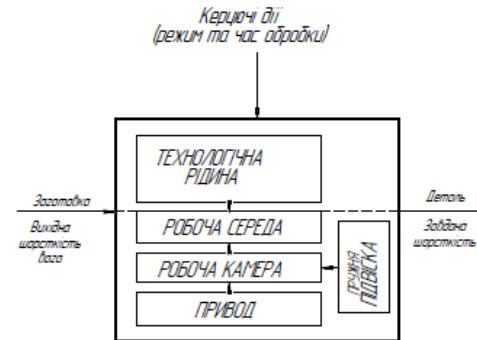
Схема абразивної обробки



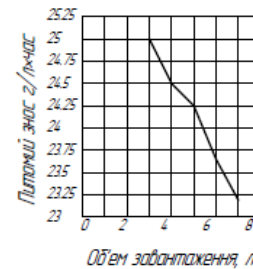
Вплив об'єму завантаження робочої камери на питомий знос робочої середовища (фарфорові кульки)



Приклади деталей, що обробляються віброабразивною обробкою



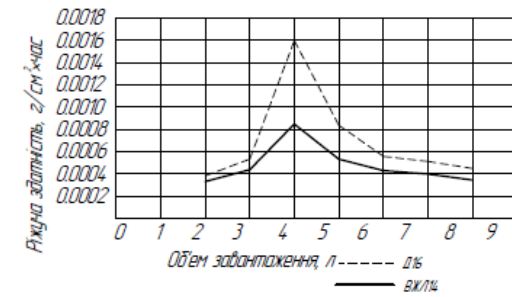
Узагальнена схема технологічної системи віброабразивної обробки



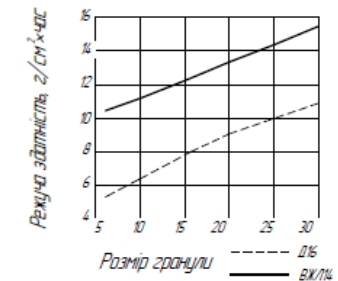
Вплив об'єму завантаження робочої камери на питомий знос робочої середовища (призми трикутні ПТ 10)



Промислова установка



Вплив об'єму завантаження робочої камери на ріжучу здатність робочої середовища



Залежність ріжучої здатності абразиву від розміру гранули



Вібраційний комплекс