

Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»
НАВЧАЛЬНО - НАУКОВИЙ МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра технології машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
Олександр Охріменко
(підпис) (власне ім'я, прізвище)

“ _____ ” _____ 20__ р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою
«Технології машинобудування»
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: Конструкторське-технологічне забезпечення виготовлення деталі оптичний-дефлектор

Виконав: Шатохін Ярослав Володимирович

студент 4 курсу, групи МТ - 02

_____ Шатохін Ярослав Володимирович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник зав. каф., д.т.н., проф., Охріменко О.А. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально – науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра технології машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр Охріменко

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Шатохіну Ярославу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломного проєкту: Конструкторське-технологічне забезпечення виготовлення деталі оптичний-дефлектор

Керівник проєкту: Охріменко Олександр Анатолійович, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом по університету від «__» _____ 202__ р. № _____

2. Термін подання студентом дипломного проєкту «17» червня 2024р.

3. Вихідні дані до проєкту: робоче креслення деталі «оптичний дефлектор»

4. Зміст пояснювальної записки ,перелік завдань, які потрібно розробити, розробити технологічний процес виготовлення деталі оптичний-дефлектор, визначити режими різання для обробки усіх поверхонь дефлектора, та перевірити їх практично.

5. Перелік графічно -ілюстративного матеріалу 1л –робоче креслення деталі, 2,3л-графічне зображення технологічного процесу виготовлення деталі, 4л- обробка на ЧПК, 5л-експериментальна частина, бл – вимірювання деталі «оптичний дефлектор»

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)*

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз службового призначення та умов роботи деталі в вузлі

1.1.1 Аналіз конструктивних особливостей деталі та її класифікація

1.1.2 Аналіз умов роботи деталі в складальній одиниці або вузлі

1.1.3 Аналіз вибору конструкційного матеріалу

1.2 Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва

1.3 Короткий аналіз технологічності конструкції деталі

1.4 Проектування конструкції заготовки

1.4.1 Визначення виду та способу виготовлення заготовки

1.4.2 Проектування конструкції заготовки у відповідності до стандартів

1.5 Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі

1.5.1 Обґрунтування вибору загальних технологічних баз

1.5.2 Обґрунтування вибору технологічних баз для перших технологічних операцій

1.6 Проектування типових послідовностей оброблення поверхонь заготовки

1.7 Проектування операційного технологічного процесу виготовлення деталі

1.8 Короткий опис вибору верстатного обладнання

1.9 Визначення припусків для технологічних переходів оброблення поверхонь заготовки

1.9.1 Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом

(для оброблення двох відмінних поверхонь заготовки)

1.9.2 Визначення припусків аналоговими методами

(за державними стандартами, технологічною довідниковою літературою, за стандартами підприємства на всі інші обробні поверхні)

1.10 Визначення режимів різання

1.10.1 Визначення режимів різання розрахунково-аналітичним методом
(для двох технологічних переходів оброблення поверхонь заготовки, для яких припуски визначались розрахунково-аналітичним методом)

1.10.2 Визначення режимів різання аналоговими методами
(за державними стандартами, технологічною довідниковою літературою, за стандартами підприємства для всіх технологічних переходів)

1.11 Нормування технологічних операцій

1.11.1 Розрахунок поштучного часу для операції
(для однієї технологічної операції навести детальний опис виконання нормування)

1.11.2 Нормування аналоговими методами (для всіх інших технологічних переходів)

2 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

2.1 Розроблення і розрахунок конструкцій верстатних пристроїв

2.1.1 Вихідні дані для розроблення конструкцій верстатних пристроїв

2.1.2 Послідовність розроблення конструкції пристрою

2.2. Теоретичні та методологічні основи проектування верстатних пристроїв

2.2.2 Розрахунок похибок базування

2.2.3. Визначення похибок закріплення верстатного пристрою

2.2.4. Послідовність проектного розрахунку точності пристрою

2.3. Розрахунок затискних систем верстатних пристроїв

2.3.1 Розрахунок необхідної сили затиску заготовки Q

2.3.2 Розрахунок силових механізмів пристроїв

3. Експериментальний розділ.

3.1 Застосування розрахунків на практиці.

3.2. Результат першої обробки і висновки.

3.3. Результат другої обробки з урахування попередніх недоліків.

3.4. Виготовлення третього(вдалого) зразка оптичного дефлектора

3.5 Використане обладнання.

3.6. Вимірювання деталі.

4 Додатки

4.1 Операційний технологічний процес з картами ескізів.

ВСТУП

У дипломному проєкті виконана розробка, розмірне моделювання аналіз технологічного процесу виготовлення деталі «оптичний дефлектор» та виготовлення 3х зразків деталі «дефлектор оптичний».

Мета – розробка та виготовлення деталі «оптичний дефлектор» та аналіз різниці між теоретичними розрахунками та остаточним варіантом процесу виготовлення деталі для бажаного результату.

У ході виконання проєкту виконано: розробка креслень та тривимірної моделі деталі ««оптичний дефлектор», розробка технологічного процесу виготовлення цієї деталі з листами ЧПК і режимами різання, а також виготовлено деталь «оптичний дефлектор» у трьох екземплярах , на яких за допомогою зміни режимів різання було досягнуто потрібного результату

1. Технологічний контроль якості креслення

Аналіз креслення "Дефлектор оптичний", виданого як завдання на дипмну роботу, за методами технологічного контролю продемонстрував наступне:- На кресленні продемонстровані всі розміри, потрібні для виготовлення оптичного дефлектора, з урахуванням його конструктивних особливостей.

- шорсткість усіх поверхонь корпусу вказана відповідно до ГОСТ 18475-82;

- допуски і відхилення розмірів наведені відповідно до ГОСТ 21631-76

- вимоги до точності виготовлення еліптичного отвору відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь;

2. Аналіз службового призначення і умов роботи деталі у вузлі

Деталь «оптичний дефлектор» є тілом обертання. призначена для поліпшення виконання лабораторних досліджень за допомогою зміни фотометрії звичайного лабораторно обладнання.

«оптичний дефлектор» (рисунок 1.1, 1.2) відноситься до рефлекторів з наскрізним продовжним еліпсоїдальним отвором , призначеним для виконання біометричних досліджень завдяки спеціальному заломленню світлового потоку в мікроскопі. Деталь виготовлена з матеріалу д16т , має наскрізний отвір еліптичної форми , а також кріпильні отвори з внутрішньою різьбою і кріпильні пази з лисками.

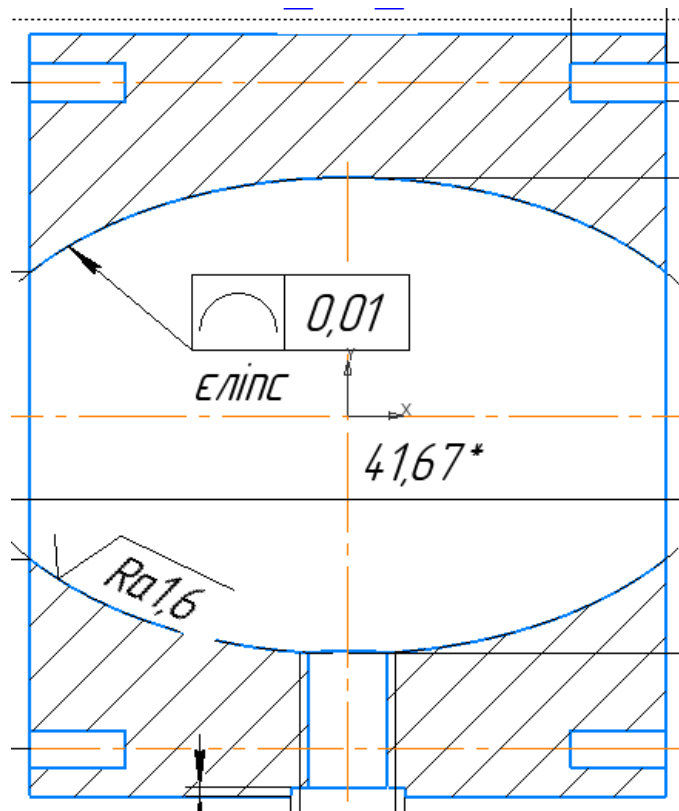


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі «оптичний дефлектор»

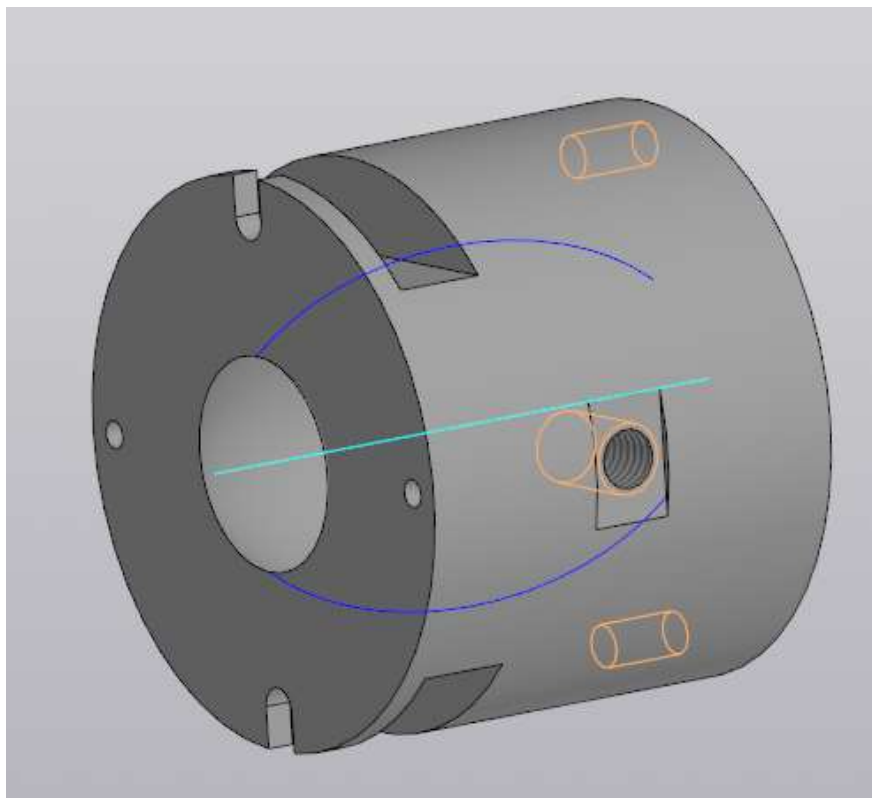


Рисунок 1.2 – 3D модель «оптичний дефлектор»

Умови роботи визначили вибір матеріалу деталі – дюралюміній д16т

Таблиця 1.1 – Хімічний склад дюралюмінію Д16т, %

Al	Cu	Mg	Mn	Fe	Fe	Zn	Ti
90,9-94,7	3,8-4,9	3,8-4,9	0,3-0,9	0,5	0,5	0,2	0,2

Сплав виготовляється в чистому вигляді і після спеціальної обробки. Є в маркуванні Д16 розшифровки: Т (природно зістарені та/або загартовані), Т1 (штучно зістарені), М (відпалені). Матеріал задовільно піддається обробці, зварюється (переважно точковим методом), але конструкції з Д16 збираються частіше за допомогою спеціального кріплення.

Головним недоліком дюралюмінію Д16 - відносно невелика антикорозійна стійкість. Для її підвищення застосовується планкіровка або анодування, а також загартування для збільшення характеристик міцності. Загартування і зістарювання, зокрема, проводяться і щодо готових деталей, а також напівфабрикатів.

1.2 Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва

Основною характеристикою типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій ($K_{3.0}$), він визначається як співвідношення кількості всіх операцій, що виконуються протягом місяця до кількості робочих місць та визначається за формулою:

$$K_{3.0} = \frac{\sum_{i=1}^n TO}{\sum_{j=1}^m PM}, (1.1)$$

де: $\sum_{i=1}^n TO$ - число технологічних операцій,

$\sum_{j=1}^m PM$ - число робочих місць з різними операціями.

Через те, що на цьому етапі проектування не визначена ні кількість операцій, ні кількість робочих місць, розрахунок коефіцієнту закріплення операцій неможливий. Проте, тип виробництва можна встановити, ґрунтуючись на масі

та річному обсязі випуску виробу, або ж згідно з завданням на дипломну роботу. Тип виробництва будемо визначати за таблицею 1.2.

Таблиця 1.2 - Допоміжна таблиця для орієнтовного визначення типу виробництва

Тип виробництва	Річний обсяг випуску деталей одного найменування, шт.		
	Легкі, масою до 20 кг	Середні, масою 20...30 кг	Важкі, масою більше 30кг
одиничне	До 100	До 10	1...5
малосерійне	101...500	11...200	6...10
середньосерійне	501...5000	201...1000	101...300
великосерійне	5001...50000	1001...5000	201...1000
масове	більше 50000	більше 5000	більше 1000

Отже, для деталі масою $m=0,074$ кг та за річного обсягу випуску 700 штук можна прийняти середньосерійний тип виробництва. Для середньосерійного типу виробництва встановлено K_{30} в межах 11...20. Приймаємо $K_{30}=15$.

В залежності від типу виробництва утворюється структура та організація тех. процесів, визначається вибір металорізальних верстатів, інструментів, засобів проектування операцій та організовується робота на виробництві.

При середньосерійному типі виробництва не застосовується потокова форма організації. Замість цього використовується групова форма, де обробка деталей здійснюється групами, ґрунтуючись на їх конструктивній схожості. На виробничій ділянці використовується спеціалізоване обладнання, включаючи верстати з ЧПК, розміщене оптимальним чином для ефективного виробництва.

Розмір партії деталей можна визначити за формулою:

$$n = \frac{N \cdot t}{F}, \text{ шт} \quad (1.1)$$

де: N - річна програма випуску деталей, $N=1000$ шт.;

t - кількість днів, на який необхідно мати запас деталей, $t=5$ днів;

F - кількість робочих днів у році, $F=256$ днів.

отже,

$$n = \frac{N \cdot t}{F} = \frac{700 \cdot 5}{256} = 13,67$$

Висновок: визначено тип виробництва- середньо серійний , усі подальші розрахунки здійснюємо для цього типу і приймаємо $K_{30}= 13$.

1.3 Короткий аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічність- це сукупність властивостей виробу, які забезпечують найбільшу простоту реалізації технологічного процесу.

Відпрацювання на технологічність являє собою комплекс рішень по забезпеченню потрібного рівня технологічності конструкцій за встановленими показниками, що створена для підвищення продуктивності праці, зменшення затрат і скорочення часу на виготовлення деталі при збереженні її якості. Оцінка технологічності може бути двох видів:

- якісна;
- кількісна.

Якісна оцінка описує технологічність конструкції на основі досвіду і допускається на всіх етапах проектування як попередня.

Кількісна оцінка технологічності виробу демонструється числовим показником і доречна у тому випадку, коли ці показники мають великий вплив на технологічність виробу.

В дипломному проєкті частково обидва види оцінки.

1.3.1 Якісна оцінка технологічності конструкції

Матеріал виробу, дюраль Д16Т, являє собою добреоброблюваний різанням матеріал. Прості форми оброблюваних поверхонь не потребують застосування спеціального ріжучого інструменту, а також забезпечують легкий доступ до них. Це, в свою чергу, гарантує точне базування деталі в процесі обробки.

Висновки з технологічного аналізу корпусу:

- конструкція є достатньо жорсткою для того щоб можна було використовувати низькі режими різання, використовується широкий набір інструментів;

- конструкція корпусу дає вільний доступ різального та контрольного інструментів до поверхонь, що оброблюються;

- усі поверхні та отвори мають змогу оброблятися стандартним інструментом.

1.3.2 Кількісна оцінка технологічності деталі

Визначення рівня технологічності по точності оброблення:

де: $K_{б.тч}$, $K_{тч}$ – базовий і отриманий коефіцієнти точності відповідно.

$K_{тч}$ визначається по формулі

$$K_{у.тч} = \frac{K_{б.тч}}{K_{тч}} \quad (1.2)$$

T_c - середній квалітет точності оброблення виробу;

n_i - кількість розмірів одного квалітету точності;

T - квалітет точності оброблення.

Таблиця 1.3 Кількісна характеристика

Поверхня	Квалітет		
	7	9	10
Циліндрична	2	1	-
Лінійна	-	-	1

$$T_c = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots}; \quad (1.3)$$

$$T_c = \frac{7 \cdot 2 + 9 \cdot 1 + 10 \cdot 1}{2 + 1 + 1} = 8,25$$

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{T_c} = 1 - \frac{\sum ni}{\sum Tni} = 1 - \frac{1}{8,25} = 0,88$$

$K_{тч} = 0,88 > 0,8$ – задовільняє.

Визначення рівню технологічності по шорсткості поверхонь:

$$Ш_{ср} = \frac{\sum Шn_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots} \quad (1.4)$$

де: $K_{б.ш}$, $K_{ш}$ – базовий та отриманий коефіцієнти шорсткості відповідно.

Таблиця 1.4 Якісна характеристика

Поверхня	Шорсткість
----------	------------

	1,25
Циліндрична	3
Лінійна	1

$$Ш_{cp} = \frac{1,25 \cdot 4}{3 + 1} = 1,25$$

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{1,25} = 0,8$$

$$K_{ш} = 0,8 < 0,32$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

Через відсутність інформації про точну масу заготовки, припустимо, що вона на

$$30\% \text{ перевищує масу готової деталі. } K_{em} = \frac{M_0}{M_3} = \frac{0,074}{0,1} = 0,74$$

(1.5)

де M_d , M_3 – відповідно маса деталі і маса заготовки;

Через відсутність інформації про точну масу заготовки, припустимо, що вона на 30% перевищує масу готової деталі

.Рівень технологічності конструкції використання матеріалу:

$$K_{y.i.} = \frac{K_{б.в.м.}}{K_{в.м.}} \quad (1.9)$$

де: $K_{б.в.м.}$, $K_{в.м.}$ – відповідно базовий та отриманий коефіцієнти використання матеріалу.

Результати досліджень технологічності деталі з огляду на кількісні показники свідчать про її відповідність нормам за критеріями точності розмірів поверхонь, використання матеріалу заготовки та шорсткості поверхонь. **Висновок:** З урахуванням виконаного аналізу можна зробити висновок, що деталь є технологічною.

1.4 Проектування конструкції заготовки

1.4.1 Визначення виду та способу виготовлення заготовки

Для отримання заготовки ми будемо використовувати гарячекатаний трубний прокат, оскільки дюралюміній має гарні пластичні властивості, то для ви-

готовлення деталі можна використовувати методи, такі круглий або гарячекатаний трубний прокат. Найголовнішим при виборі шляху для отримання заготовки є найбільша економічна доцільність. Дивлячись на розміри та матеріал оптичного дефлектора, а також ураховуючи найменшу вартість виготовлення круглого прокату, ми обираємо спосіб отримання заготовки шляхом гарячекатаного трубного прокату.

На сьогоднішній день у виробництві одним з основних напрямків розвитку технологій механічної обробки являється використання чорнових заготовок з економічними конструкторськими формами, що дають нам можливість використання найоптимальніших методів оброблення, тобто оброблення з найбільшою продуктивністю та найменшою кількістю відходів під час виробництва. Вибір способу отримання заготовки залежить від декількох факторів: матеріалу деталі, її призначення, технологічних вимог, обсягу та серійності випуску, а також форми та розмірів. Зважаючи на розміри й матеріал деталі, у вашому випадку оптимальним вибором буде використання гарячекатаного трубного прокату, адже цей метод добре підходить для серійного виробництва. Параметри заготовки оптичного дефлектора визначимо за ГОСТ 18482-79:

За допомогою формули обчислюємо вартість заготовки:

$$S_z = \left(\frac{C_i}{1000} Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}; \quad (1.10)$$

де: C_i - базова вартість однієї тонни заготовок, $C_i = 292016$ грн.

$K_T, K_C, K_B, K_M, K_{II} = 1$ - коефіцієнти, що залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу й обсягу виробництва заготовок.

Q - маса заготовки, кг; $Q = 0,1$ кг;

q - маса готової деталі, $q = 0,074$ кг;

$S_{відх}$ - ціна 1т відходів, $S_{відх} = 132000$ грн.

Підставивши дані у формулу (1.10), одержимо:

$$S_z = \left(\frac{292016}{1000} \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (0,1 - 0,074) \frac{132000}{1000} = 25,65 \text{ грн}$$

Припустимо раціональність вартості заготовки, а отже використаємо спосіб виготовлення заготовки – гарячекатаний трубний прокат. (рис 1.4.1)

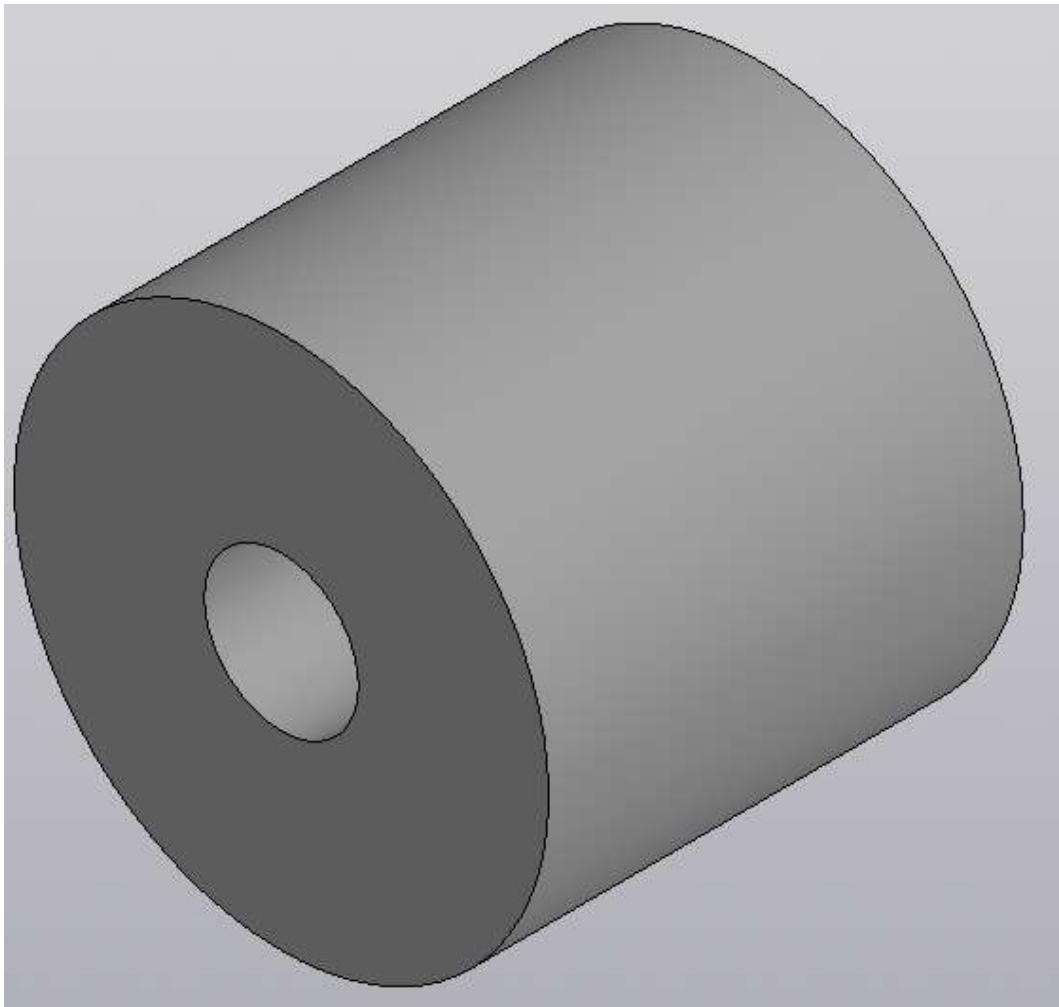


Рисунок 1.4.1 – 3-D- модель заготовки деталі «оптичний дефлектор»

1.5 Обґрунтування вибору баз для технологічного процесу виготовлення деталі

1.5.1 Обґрунтування вибору загальних технологічних баз

Кінцева якість виготовлених деталей значно залежить від коректного вибору технологічних баз, так як некоректний вибір змінює положення заготовки відносно інструмента, призводить до похибки оброблених поверхонь, створює різність припусків на оброблення і зачасту являється причиною браку.

При виборі технологічних баз треба керуватися двома основними принципами: постійності і єдності баз. Принцип єдності баз являє собою те, що за технологічну базу обирають поверхню (її вісь, або площина симетрії), що є одночасно вимірювальною і конструкторською базами. Якщо виконання цього не

можливим, то технологічну базу зеднають хоча б з однієї з них. Принцип єдності баз використовується з метою зменшення похибок при обробці, а також для отримання найраціональнішого варіанту тех процесу.

Загальний порядок вибору технологічних баз передбачає по-перше, вибір загальних тех. баз (ЗТБ). На першій операції (при неможливості - за декілька операцій) потрібно отримати ЗТБ - сукупність поверхонь заготовки, що дає оброблення на більшості операцій тех процесу з незмінною установкою заготовки. ЗТБ знаходиться в результаті аналітичного дослідження конструктивних особливостей заготовки. Для цього класифікуємо поверхні заготовки за службовим призначенням. Всі поверхні деталей за способом їх використання прийнято розподіляти на 4 класи:

- основні конструкторські бази (ОКБ) - використовуються для орієнтації деталі у вузлі;
- допоміжні конструкторські бази (ДКБ), визначають положення приєднаних деталей;
- кріпильні поверхні (КП) - використовуються для визначення положення приєднаних деталей та елементів;
- вільні поверхні (ВП) - всі інші поверхні деталі.

Класифікацію проводимо на основі аналізу вузла, в який входить наша деталь (див. рис. 1.5).

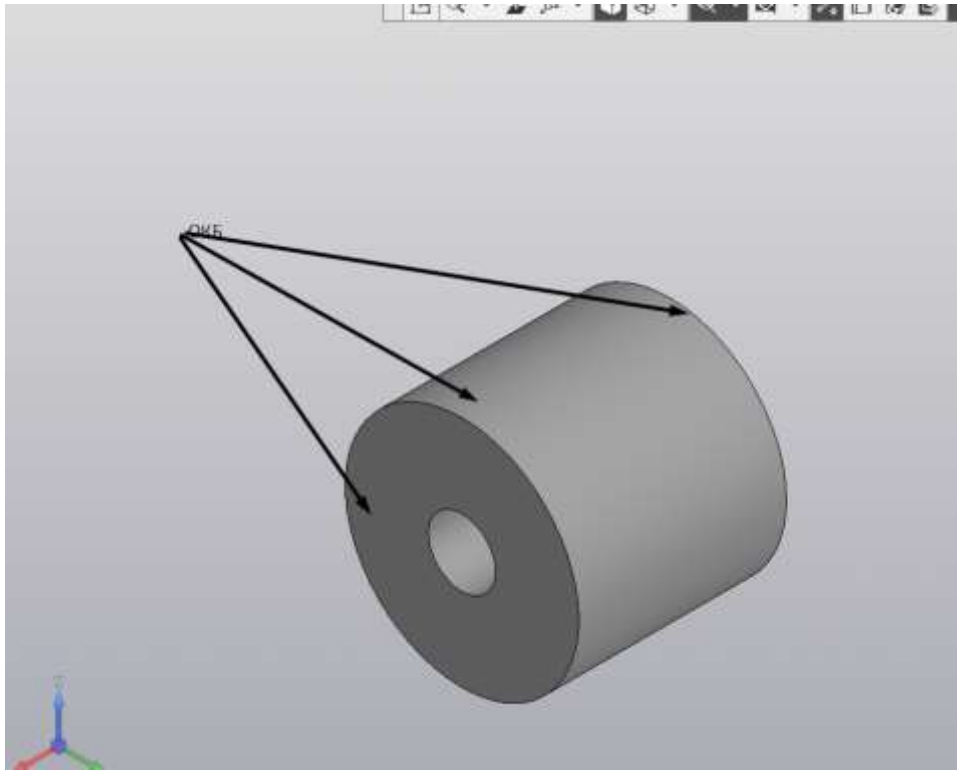


Рис.1.5 - Класифікація баз за призначенням

1.5.2 Обґрунтування вибору технологічних баз для перших технологічних операцій

На першій 010 операції буде центрування в 3х кулачковому патроні;

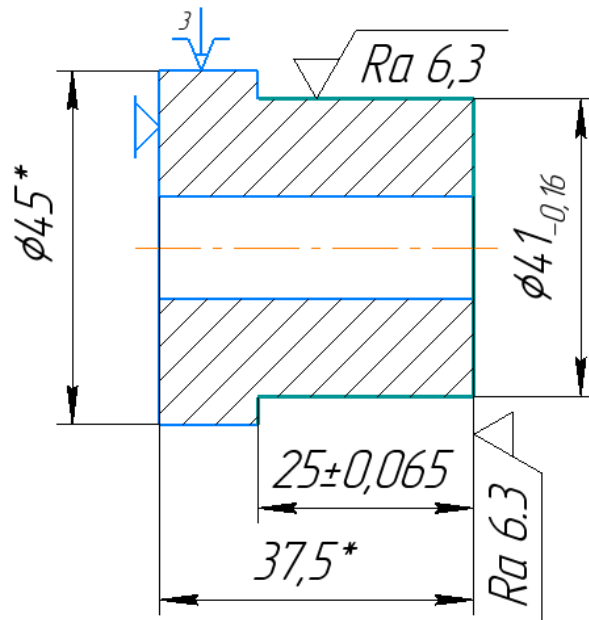


Рисунок 1.5.2 – Схема базування на 010 операцію

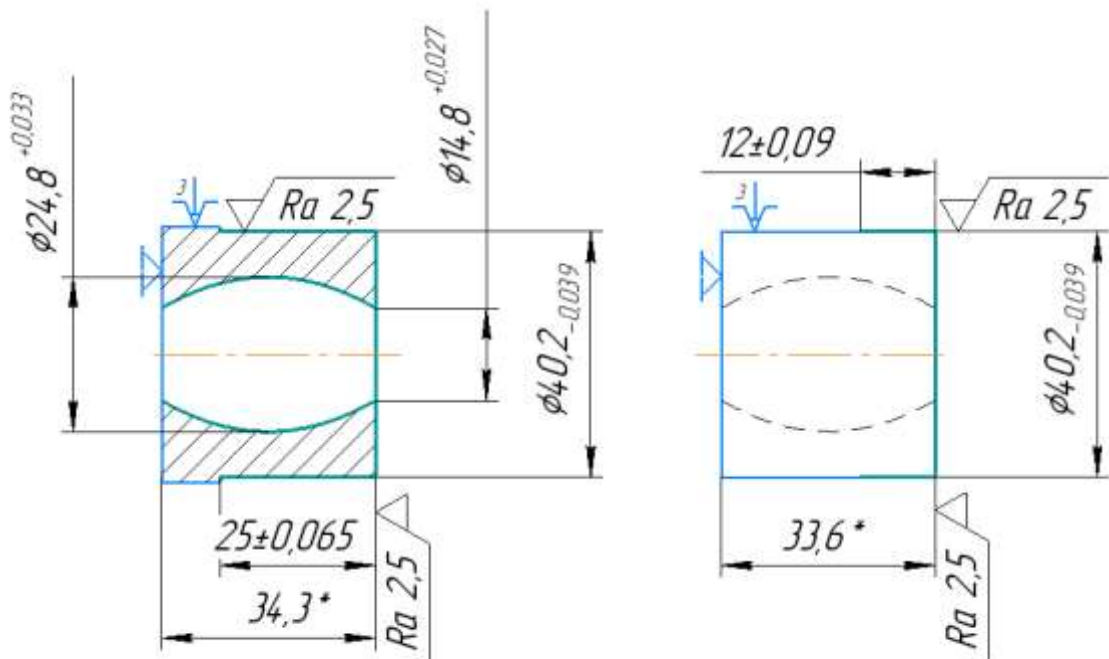


Рисунок 1.5.3 – Схема базування на 010-1 операцію

1.6 Проектування типових послідовностей оброблення поверхонь для перших технологічних операцій

Існує можливість розподілу конструкції деталі на різні типи геометричні фігури, до поверхонь яких, згідно робочого креслення, висунуто певні вимоги

щодо параметрів точності та якості. Практикою машинобудівного виробництва набуто досвід з виробництва технологічних маршрутів (послідовностей) економічної обробки стандартних поверхонь для забезпечення потрібної точності розмірів та параметрів шорсткості поверхонь. Більшість технологічних довідників містять подібні послідовності. Наведені в таблиці 1.5 стандартні технологічні маршрути обробки поверхонь (послідовності) слугують як рекомендації, які потребують додаткового аналізу та уточнення при проектуванні технологічного процесу.

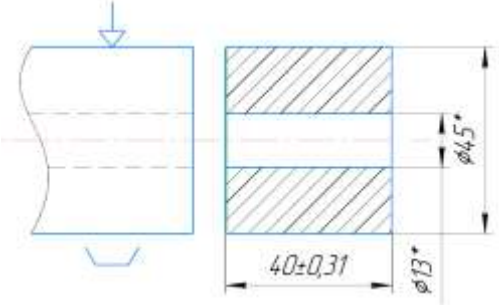
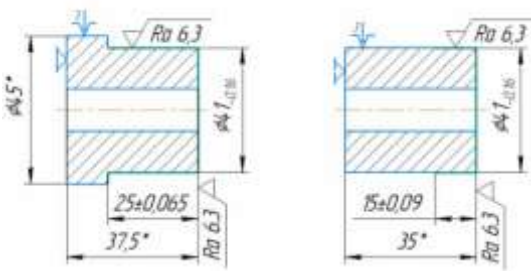
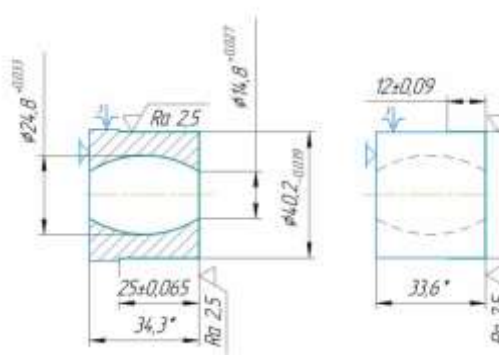
Важливо зазначити, що дані маршрути, а також економічна точність та шорсткість, що ними забезпечується, стосуються виключно робочих поверхонь.

Таблиця 1.5 – Маршрут оброблення елементарних поверхонь

№	Характеристики якості поверхонь за кресленням		Технологічний маршрут оброблення	Характеристики якості поверхні після оброблення	
	Точність розмірів IT	Параметри шорсткості R_a , мкм		Точність розмірів IT	Параметр шорсткості R_a , мкм
1	2	3	4	5	6
Ø40h9	h9	1,25	Точіння чорнове	14	25...12,5
			Точіння н/чистове	12	6,3...3,2
			Точіння чистове	9	3,2...1,6
			Шліфування	9	1,6...0,8
33,3Js10	Js10	1,25	Підрізка торця	12	6,3...3,2
			Підрізка торця	10	3,2...1,6
			Шліфування	10	1,6...0,8
Ø15H7	H7	1,25	Розточування чорнове	12	25...12,5
			Розточування чистове	9	3,2...1,6
			Шліфування	7	1,6...0,8
Ø25H7	H7	1,25	Розточування чорнове	12	25...12,5
			Розточування чистове	9	3,2...1,6
			Шліфування	7	1,6...0,8

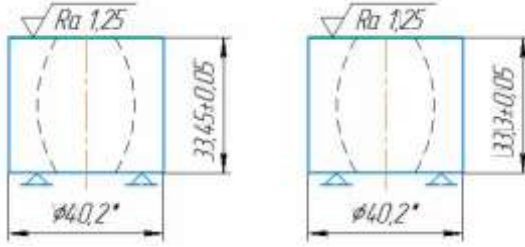
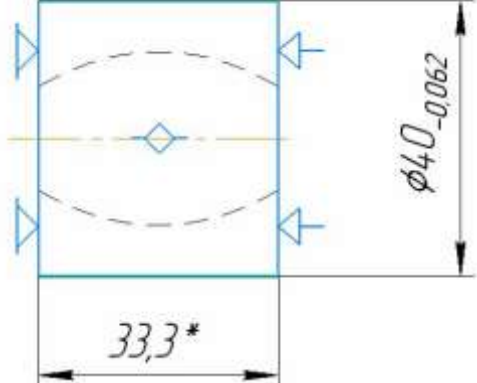
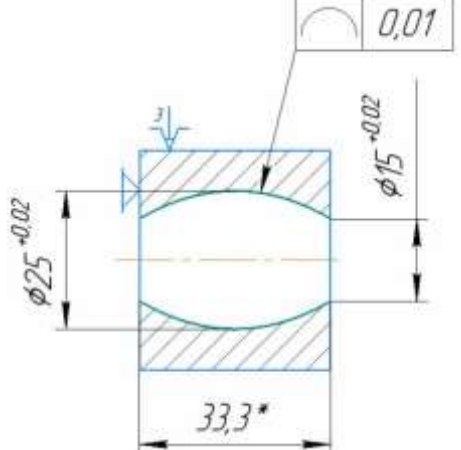

1.7 Проектування операційного технологічного процесу виготовлення деталі

У тех процесі треба продумати заздалегіть операції контролю, які доцільно розмішувати між різними операціями та перед виконанням ключових, дорогих операцій, а також у кінці.

Номер та зміст операції	Операційний ескіз	Оснащення	Базування
<p>005 Заготівельна</p> <p>1. Відрізати заготовку з труби $\varnothing 45\text{мм}$;</p>		<p>Стрічковідрізна верстат HDM 450 HCN</p>	<p>Базування у призмах</p>
<p>010 Токарна(ЧПК)</p> <p>А. Установити, закріпити;</p> <p>1. Підрізати торець ;</p> <p>2. чорнове точіння зовнішнього діаметра в розмір $\varnothing 42_{-0.16}$ мм на довжину 25 ± 0.065 мм ;</p> <p>3. Н/чистове точіння зовнішнього діаметра в розмір $\varnothing 41_{-0.16}$ мм на довжину 25 ± 0.065 мм</p> <p>Б. Первстановити</p> <p>1. Підрізати торець ;</p> <p>2. Чорнове точіння зовнішнього діаметра $\varnothing 41_{-0.16}$ на довжину 15 ± 0.09 мм</p> <p>3. Н/чистове точіння зовнішнього діаметра $\varnothing 41_{-0.16}$ на довжину 15 ± 0.09 мм</p> <p>В. Зняти</p>		<p>Верстат з чпк DMGT SKE6157Z ; револьверна головка при верстаті ; 3х-кулачковий патрон при верстаті.</p>	<p>3х-кулачковим патроном з упором в торець.</p>
<p>015 Токарна (ЧПК)</p> <p>А. Встановити, закріпити</p> <p>1. Підрізати торець з припуском під шліфування ;</p> <p>2. чистове точіння зовнішнього діаметра з припуском під шліфування на довжину 25 ± 0.065 мм ;</p> <p>3,4. чорнове та н/чистове розточу-</p>		<p>Верстат з чпк DMGT SKE6157Z ; револьверна головка при верстаті ; 3х-кулачковий патрон при верстаті.</p>	<p>3х-кулачковим патроном з упором в торець.</p>

<p>вання отвору $\varnothing 14.5$ мм ; розточування еліптичного отвору з параметрами $\varnothing 15$ мм та $\varnothing 25$ мм з припуском під шліфування методом суміщення подачі ;</p> <p>Б. перевстановити</p> <p>1. Підрізати торець з припуском під шліфування ;</p> <p>2. чистове точіння зовнішнього діаметра з припуском під шліфування на довжину 12 ± 0.09 мм</p> <p>В.Зняти</p>			
<p>020 Свердлильна (ЧПК) (з використанням пневмоблоку для револьверної головки)</p> <p>А. Встановити, закріпити</p> <p>1. Свердлити 2отв. $\varnothing 1.5$ мм. з міжцентровою відстанню 35мм. і з кутом 180 градусів відносно центра обертання всієї деталі на глибину 5мм.</p> <p>2. За допомогою свердла $\varnothing 2$ з кутом кромки в 180 градусів , свердлити 2 протилежні відносно осі обертання всієї деталі заглиблення на глибину 5.15-0.018 мм</p> <p>Б. Виготовлення різбових отворів для М3-6g</p> <p>1. Провернути деталь у</p>		<p>Верстат з чпк DMGT СKE6157Z; револьверна головка привертаті; 3х-кулачковий патрон при верстаті; пневмоблок для револьверної головки; контршпіндель.</p>	<p>3х-кулачковим патроном з упором в торець.</p>

<p>контршпінделі на 90 градусів відносно осі обертання. Свердлити 2 отвори $\varnothing 2.5\text{мм}$ на глибину 6.15-0.08 мм з кутом 180 між ними і міжосьовою відстанню 34мм. 2. За допомогою мітчика нарізати внутрішню нарізь м3-6g.</p>			
<p>025 Фрезерувальна А.Фрезерування двох протилежних поперечних лисок параметрами 6.5x6.5мм. методом кругової інтерполяції. 1.Перехопити деталь з контршпінделя в 3х-кулачковий патрон , фрезерувати в 2 етапи з кожним заглибленням на 3.3мм. Оскільки лиски розташовані навпроти одна одної , використовуємо метод кругової інтерполяції з дотримання припусків під шліфування. Б.Фрезерування пазу для кріплення. Фрезерувати паз з дотриманням припусків під шліфування. В. Зняти.</p>		<p>Верстат з чпк DMGT SKE6157Z; револьверна головка привертаті; 3х-кулачковий патрон при верстаті; пневмоблок для револьверної головки; контршпіндель.</p>	<p>3х-кулачковим патроном з упором в торець.</p>

<p>030 Плоскошліфувальна</p> <p>А. Встановити, закріпити</p> <p>1. Шліфувати торці в розмір 33.45 ± 0.05 мм</p> <p>Б. Перевстановити</p> <p>1. Шліфувати торці в розмір 33.3 ± 0.05 мм</p> <p>В. Зняти</p>		<p>Верстат 3Г71 ; пристрій для оправки круга ; магнітна плита</p>	<p>Базування по торцю деталі</p>
<p>025 Круглошліфувальна</p> <p>А. Встановити, закріпити;</p> <p>1. Шліфувати по зовнішньому діаметру в розмір $\varnothing 40_{-0.062}$ мм по всій довжині деталі</p> <p>Б. Зняти</p>		<p>Верстат 3М151 ; пристрій для правки круга ; оправка з упором в торець ; 3х-кулачковий патрон</p>	<p>Базування по оправці з упором в торець.</p>
<p>030 Внутрішньошліфувальна</p> <p>А. Встановити, закріпити</p> <p>1. Шліфувати отвір еліптичної форми з параметрами $\varnothing 15^{+0.02}$ мм та $\varnothing 25^{+0.02}$ мм.</p> <p>Б. Зняти</p>		<p>Верстат УSR550N ; головка шліфувальна ; 3х-кулачковий патрон</p>	<p>3х-кулачковим патроном з упором в торець.</p>
<p>035 Слюсарна</p> <p>Припилення гострих кромки та зняття заусин</p>		<p>Верстат слюсарний</p>	
<p>040 Мийчна</p>			
<p>045 Контрольна</p> <p>Перевірка допуску загального профілю</p>		<p>Стіл контрольний</p>	

1.8 Короткий опис вибору верстатного обладнання



Рисунок 1.8.1 Стрічковідрізний верстат HDM 450 HCN [1]

Максимальні габарити оброблюваної деталі, мм 630x500

Розміри леза

6000x34x1,1

Швидкість різання

100м/хв

Маса верстат, кг

1900



Рисунок 1.8.2 Токарний верстат з ЧПК DMGT SK6157Z [2]

Максимальні габарити оброблюваної деталі, мм	2000
Частота обертання, об/хв	2200
Потужність головного двигуна, кВт	7,5
Габаритні розміри верстата, мм	2830x1750x1520



Рисунок 1.8.3 Плоскошліфувальний верстат 3Г71[3]

Найбільші габаритні розміри деталей	630x200x320
Розміри шліф. круга	250x25x75

Частота обертання, об/хв	2740
Потужність головного двигуна, кВт	7,5
Габаритні розміри верстата, мм	1870x1550x1980
Маса верстат, кг	1900



Рисунок 1.8.3 URS 500 N Універсальний круглошліфувальний верстат по металу [4]

Відстань між центрами, мм	500
Висота центру, мм	135
Повздовжнє переміщення столу, мм	600
Максимальна вага заготовки, кг	60
Діаметр зовнішнього шліфування, мм	8-200
Діаметр внутрішнього шліфування, мм	13-100
Швидкість переміщення столу, м/хв.	0,1-4

Швидкість обертання зовнішнього шпинделя, об/хв.	1670
Швидкість обертання внутрішнього шпинделя, об/хв.	20000
Хід шліфувальної головки, мм	200
Потужність двигуна, кВт	4/0,75
Габаритні розміри верстата, мм	2150x1450x1700
Вага , кг	2170

1.9 Визначення припусків для технологічних переходів оброблення поверхонь заготовки

1.9.1 Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом

Розрахунок міжопераційних припусків для оброблення зовнішньої поверхні Ø40h9

Технологічний процес обробки містить у собі 3 переходи:

Шліфування чорнове	H9
Точіння чистове	H10
Точіння н/чистове	H12
Точіння чорнове	H14

При розрахунку припусків використовується таблиця 1.9, де поетапно описано технологічний маршрут обробки та значення всіх елементів припусків. Точність та якість поверхні після відрізки сортового прокату ([5], том 1, стор.180):

$$R_z+h= 300 \text{ мкм} \quad (1.9.1)$$

Короблення Δ_k , мкм на 1 мм = 0,2 ([5], том 1, стор.183);

- Стан поверхонь після механічної обробки
- для чорнового точіння : $R_z=63$ мкм, $h=60$ мкм ([5], том 1, стор.185)
- Стан поверхонь після механічної обробки
- для напівчистового точіння : $R_z=32$ мкм, $h=30$ мкм ([5], том 1, стор.185)
- для чистового точіння : $R_z=20$ мкм, $h=30$ мкм ([5], том 1, стор.185)

- для шліфування : $R_z=10$ мкм, $h=20$ мкм ([5], том 1, стор.185)

Розрахунок мінімального припуску на обробку здійснюється за форму-

$$\text{лою: } 2Z_i^{\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (1.9.2)$$

Розрахунок сумарного просторового відхилення розташування поверхонь заготовки, закріпленої в 3х-кулачковому патроні, здійснюється за формулою:

$$\Delta = \Delta_{\text{кор}} \quad (1.9.2)$$

де $\Delta_{\text{кор}}$ – кривизна профілю, мкм ([5], том 1, стор.180),

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} \cdot L = 0,2 \cdot 40 = 8,0 \text{ мкм,}$$

$$\Delta = 8 = 8 \text{ мкм.}$$

Визначаємо похибку установки по формулі:

Визначаємо похибку установки по формулі:

$$E_i = \sqrt{E_{\text{б}}^2 + E_{\text{з}}^2 + E_{\text{п}}^2}, \quad (1.9.3)$$

де $E_{\text{б}}$ - похибка базування, що виникає, $E_{\text{б}}=0$;

$E_{\text{з}}$ - похибка закріплення при установці заготовки в патроні, $E_{\text{з}} = 100$ мкм;

$E_{\text{п}}$ - похибка положення, при обробці за один установ, $E_{\text{п}}=0$.

$$E_i = \sqrt{100^2} = 100 \text{ мкм;}$$

Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_1^{\min} = 2 \cdot (63 + 60 + \sqrt{8^2 + 100^2}) = 446,64 \text{ мкм;}$$

Припуск на н/чистове точіння:

$$2Z_1^{\min} = 2 \cdot (32 + 30 + \sqrt{8^2 + 0^2}) = 140,0 \text{ мкм;}$$

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_1^{\min} = 2 \cdot (20 + 30 + \sqrt{6,9^2 + 100^2}) = 300,48 \text{ мкм;}$$

Припуск на шліфування:

$$2Z_1^{\min} = 2 \cdot (10 + 20 + \sqrt{6,6^2 + 100^2}) = 260,44 \text{ мкм;}$$

Результати розрахунку наведені в табл. 1.9.

Таблиця 1.9 Розрахунок припусків на внутрішню фасонну поверхню $\text{Ø}40\text{h}9$

Технологічні операції й переходи обробки елементних поверхонь	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, $2Z_{i_{min}}$, мкм	Розрахунковий міні розмір, мм	Допуск, TD, мкм	Прийняті розміри по переходах, мм		Граничні значення припусків, мм	
	Rz	h	Δ	Σ				Rmin	Rmax	Zmax	Zmin
Розміри заготовки	300		8	-	-	-	1000	44,5	45,5	-	-
Чорнове точіння (h14)	63	60	8	100	446,64		620	41,38	42,0	3,5	3,12
Н/чистове точіння (h12)	32	30	8	-	140,0		250	40,75	41	1,0	0,63
Чистове точіння (h10)	20	30	6.9	100	300,48		100	40,1	40,2	0,8	0.65
Шліфування (h9)	10	20	6.6		260,44		62	39,938	40	0,2	0.162

$$\begin{aligned} \text{Оцінка точності розрахунків: } T_1 - T_{\text{тд}} &= \Sigma_2 Z_{\text{max}} - \Sigma_2 Z_{\text{min}} = 1000 - 62 = 938 \text{ мкм} \\ &= 5,5 - 4,562 = 0,938 \text{ мм} \end{aligned}$$

9.2 Визначення припусків аналоговим методом

Таблиця 1.9.2 – Визначення припусків на обробку аналоговим методом.

Поверхня деталі	Допск деталі	Допуск Заготовки	Співвідношення допусків	Вид Кінцевої обробки	Припуск	Розмір
40	0,1	1,0	-	Чист	3,25x2	33,3±0,05
Ø13	0,02	1,0	-	Чист	6 x2	Ø25 ^{+0,02}
Ø13	0,02	1,0	-	Чист	1,0 x2	Ø15 ^{+0,02}

1.10 Визначення режимів різання

1.10.1 Визначення режимів різання розрахунково аналітичним методом для операції 010 токарної з ЧПК розміру Ø40h9

1. Перехід 2: Точіння чорнове зовнішнього діаметра в розмір $\varnothing 42_{-0.02}$ мм на довжину 25 ± 0.065

$$h = \frac{(D - d)}{2} = \frac{(45 - 42)}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

Розрахунок глибини різання t , мм обраховується за формулою:

$$t = \frac{h}{i}, \quad (1.10.1)$$

де h – припуск на обробку, мм;

i – кількість проходів інструменту.

$i=1$

$$t = \frac{1,5}{1} = 1,5$$

Подача S_0 , мм/об призначається для обробки деталі з алюмінієвих сплавів від 40 мм, глибини різання, до 3 мм [6, с. 266 табл. 11]

$$S_0 = 0,4,$$

Швидкість різання V_s , м/хв визначається за формулою:

$$V_s = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y} \cdot K_u, \quad (1.10.2)$$

де C_v, K_v, m, x, y, u, p – значення, враховуючі дійсні умови різання;

T – стійкість різця, хв.

Приймається від: [6, с.288, табл..17]

$$C_v = 328; m = 0,28; x = 0,12; y = 0,5; T = 60$$

K_v поправочний коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_v = K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{mv}, \quad (1.10.3)$$

де K_{nv} - коефіцієнт, що залежить від стану заготовки;

K_{uv} - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучого інструмента;

K_{mv} - коефіцієнт, що залежить від матеріалу ріжучого інструменту та матеріалу оброблюємої поверхні.

$K_{nv}=0,9$ – для заготовки з алюмінієвого сплава [6, с.263, табл.5];

$K_{uv}=1,0$ - для для обробки алюмінієвих сплавів з Р6М5[6, с.263, табл.6];

K_{mv} розраховується за формулою: [6, с.261,]:

$$K_{vm} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{n_v} \quad (1.10.4)$$

$$K_{vm} = \left(\frac{130}{190}\right)^{0,55} = 0,81$$

$$K_v = 0,81 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,73$$

$$V_s = \frac{328}{60^{0,028} \cdot 1,5^{0,12} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,73 = 114,6$$

Для визначення частоти обертання шпинделя n , xv^{-1} , застосовуємо формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V_u}{\pi \cdot D}, \quad (1.10.5)$$

де D - діаметр деталі, мм;

$$D=42$$

$$n = \frac{1000 \cdot 114,6}{3,14 \cdot 42} = 868,97$$

Дійсна частота обертання n_d , xv^{-1} приймається з паспорту верстата

$$n_d = 1000$$

Дійсна швидкість різання V_d , м/хв розраховується за формулою :

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} \quad (1.10.6)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 1000}{1000} = 131,88$$

Хвилинна подача S_{xb} , мм/хв розраховується за формулою:

$$S_{xb} = S_o \cdot n_d \quad (1.10.7)$$

$$S_{xb} = 0,4 \cdot 1000 = 400$$

Приймається дійсне значення хвилиної подачі $S_{xb,d}$, мм/хв:

$$S_{xb} = 400$$

Потужність різання $N_{риз}$, кВт розраховується за формулою 6

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60}, \quad (1.10.8)$$

де P_z – тангенціальна сила різання, N розраховується за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n K_p, \quad (1.10.9)$$

де C_p , K_p , x , y , n - коефіцієнти та показники степеней, що враховують дійсні умови різання;

де $K_{\text{мп}}$ – коефіцієнт враховуючий вплив якості чавунів на силові залежності; $K_{\text{мп}}=1,5$

Приймаються для розточування чавунів різцями з твердого сплаву: [6, с.274, табл.22]

$C_{pz}=40$; $x=1,0$; $y=0,75$; $u=0$;

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,4^{0,75} \cdot 131,88^0 \cdot 1,66 = 201,2\text{Н}$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{201,2 \cdot 131,88}{1020 \cdot 60} = 0,44$$

Інспекція верстатного двигуна на достатню потужність виконується за формулою:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta, \quad (1.10.11)$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна верстата;

η - коефіцієнт корисної дії двигуна;

$\eta=0,85$; $N_{\text{дв}}=7,5$

$$0,44 \leq 7,5 \cdot 0,85$$

$$0,44 \leq 6,4$$

Оскільки рівність виконується, це дає нам змогу працювати на потрібних режимах різання.

Основний машинний час T_o , хв розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L_{\text{рх}}}{S_{\text{хв}}} \cdot i, \quad (1.10.12)$$

де $L_{\text{рх}}$ – довжина робочого ходу, мм.

Довжина робочого ходу $L_{\text{рх}}$, мм розраховується за формулою:

$$L_{p.x} = l + y + \Delta, \quad (1.10.13)$$

де l - довжина різання, мм;

Δ - величина перебігу інструменту, мм;

y - величина врізання інструменту, мм.

$$l = 25; \Delta + y = 4$$

$$L_{p.x} = 25 + 4 = 29$$

$$T_o = \frac{29}{400} \cdot 1 = 0,08$$

2. Перехід 3: Точіння напівчистове зовнішнього діаметра в розмір $\varnothing 41_{-0,16}$ мм на довжину $25 \pm 0,065$

$$h = 0,5$$

Глибина різання t , мм розраховується за формулою (1.10.1):

i – кількість проходів інструменту.

$$i = 1$$

$$t = \frac{0,5}{1} = 0,5$$

Подача S_o , мм/об призначається для чистового точіння та розточування, шорсткості $Ra - 2,5$ [6, с. 268 табл. 15]

$$S_o = 0,2$$

Швидкість різання V_i , м/хв призначається за формулою (1.10.4)

$$V_i = 300,0$$

Частота обертання шпинделя n , хв^{-1} визначається за формулою (1.10.5):

$$n = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 41} = 2330,0$$

Дійсна частота обертання n_d , хв^{-1} приймається з паспорту верстата

$$n_d = 2200$$

Дійсна швидкість різання V_d , м/хв розраховується за формулою (1.10.6)

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 41 \cdot 2200}{1000} = 296,1$$

Хвилинна подача S_{XB} , мм/хв розраховується за формулою (1.10.7):

$$S_{XB} = 0,2 \cdot 2300 = 460$$

Приймається дійсне значення хвилинної подачі $S_{XB,д}$, мм/хв:

$$S_{XB} = 460$$

Потужність різання $N_{різ}$, кВт розраховується за формулою (1.10.8)

де P_z – тангенціальна сила різання, Н розраховується за формулою (1.10.9):

- Приймаються для розточування алюмінієвих сплавів різцями з швидкорізальної сталі: [6, с.274, табл.22]

$$C_{pz} = 40; x = 1,0; y = 0,75; n = 0$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 296,1^0 \cdot 1,66 = 99,3$$

$$N_{різ} = \frac{99,3 \cdot 296,1}{1020 \cdot 60} = 0,48$$

Інспекція верстатного двигуна на достатню потужність виконується за формулою (1.10.10):

$$\eta = 0,85; N_{дв} = 7,5$$

$$0,48 \leq 7,5 \cdot 0,85$$

$$0,48 \leq 6,4$$

Оскільки рівність виконується, це дає нам змогу працювати на потрібних режимах різання.

Основний машинний час T_o , хв розраховується за формулою (1.10.11):



















$$L_{p.x} = 25 + 4 = 29$$

$$T_o = \frac{29}{460} \cdot 1 = 0,06$$

1.10.2 Визначення режимів різання аналоговими методами[7]

Для подальших розрахунків режимів різання буде використовуватись сайт Sandvik coromant

№ опер.	Перехід	Обробка	Інструмент	V, м/хв	h, мм	S, мм/об	n, об/хв	T _o , хв
---------	---------	---------	------------	------------	----------	-------------	-------------	---------------------

005	1	Стрічковідрізна		13	1,9	30 мм/ХВ	-	2,73
$\sum T_o = 2,73 \text{ мм}$								
010	1(A)	Підрізання	 DSSNR 2020K 12 Tool  SNMG 12 04 16-PR 4425 Insert	279	2,5	0,707	2200	0,07
	2(A)	Точіння	 CP-25BR-2020-12 Tool  CP-B1208D-M5 4425 Insert	131,88	1,5	0,4	1000	0,08
	3(A)	Точіння	 CP-25BR-2020-12 Tool  CP-B1208D-M5 4425 Insert	296,1	0,5	0,2	2200	0,06
	1(A)	Підрізання	 DSSNR 2020K 12 Tool  SNMG 12 04 16-PR 4425 Insert	279	2,5	0,707	2200	0,07
	2(Б)	Точіння	 CP-25BR-2020-12 Tool  CP-B1208D-M5 4425 Insert	283	1,5	0,25	2200	0,07
	3(Б)	Точіння	 CP-25BR-2020-12 Tool  CP-B1208D-M5 4425 Insert	283	0,5	0,592	2200	0,04
$\sum T_o = 0,07 + 0,08 + 0,06 + 0,07 + 0,07 + 0,04 = 0,39 \text{ мм}$								
010-1	1(A)	Підрізання	 DSSNR 2020K 12 Tool  SNMG 12 04 08-PR 4425 Insert	283	0,7	0,495	2200	0,08
	2(A)	Точіння	 CP-30AR-2020-11 Tool  CP-A1108-L5 4425 Insert	278	0,8	0,4	2200	0,19
	3(A)	Розточування	 A16R-SSKCR 09 Tool  SCMT 09 T3 12-PR 4425 Insert	314	1,5	0,311	2200	0,18

4(А)	Розточування	 A16R-SSKCR 09 Tool	314	0,3	0,3	2200	0,17
		 SCMT 09 T3 12-PR 4425 Insert					
1(Б)	Підрізання	 DSSNR 2020K 12 Tool	283	0,7	0,495	2200	0,08
		 SNMG 12 04 08-PR 4425 Insert					
2(Б)	Точіння	 CP-30AR-2020-11 Tool	278	0,8	0,4	2200	0,19
		 CP-A1108-L5 4425 Insert					
$\sum T_o = 0,08 + 0,19 + 0,18 + 0,17 + 0,08 + 0,19 = 0,89 \text{ мм}$							

Розрахунок режимів різання на 020 «Плоскошліфувальна» операцію перехід 1 виконується аналітичним способом методом радіальної подачі [8]

- Призначаємо частоту обертання круга $n_{кр}$ об/хв з паспорту верстата

$$n_{кр} = 2740 \text{ об/хв}$$

Розраховуємо перевірку на розривну швидкість круга

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot D_{кр} \cdot n_{кр}}{1000 \cdot 60} \leq V_{розр}$$

$$V_{кр} = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 2740}{1000 \cdot 60} = 35,84 \leq 55$$

Умова виконується

Поперечна подача круга S_t мм/об призначається згідно оброблюваного матеріалу та методу шліфування, $S_t = 0,0015$ мм/об

- Глибина різання $t = S_t = 0,0015$ мм/об

Повздожня подача круга S_o мм/об призначається згідно оброблюваного матеріалу та методу шліфування, $S_o = 0,25$ мм/об

- Розраховуємо швидкість деталі V_i м/хв за формулою:

$$V_i = \frac{C_v \cdot P^p}{T^m \cdot t^x}$$

де, T - стійкість круга, хв; $T = 3$ хв

P - периметр деталі до шліфування, мм; $P = 125,6$ мм

C_v, p, m, x – коефіцієнт та показники степені для швидкості деталі;

$$C_v = 0,054; p = 0,5; m = 0,6; x = 0,9;$$

$$V_i = \frac{0,054 \cdot 125,6^{0,5}}{3^{0,6} \cdot 0,0015^{0,9}} = 108,93$$

Розраховуємо частоту обертання деталі $n_{дет}$, об/хв, за формулою:

$$n_{дет} = \frac{1000 \cdot V_i}{\pi \cdot P}$$
$$n_{дет} = \frac{1000 \cdot 108,93}{\pi \cdot 125,6} = 276,2$$

Розраховуємо дійсну частоту обертання деталі, V_d , м/хв

$$V_d = \frac{\pi \cdot P \cdot n_{дет}}{1000}$$
$$V_d = \frac{\pi \cdot 125,6 \cdot 276,2}{1000} = 108,93$$

Розраховуємо потужність різання $N_{різ}$, кВт за формулою:

$$N_{різ} = C_N \cdot V_d^x \cdot S_o^y \cdot P^q \cdot t^z$$

C_N, q, z, x – коефіцієнт та показники степені для потужності різання деталі;

$$C_N = 0,81; q = 0,3; z = 1; x = 0,55; y = 0,7$$

$$N_{різ} = 0,81 \cdot 108,93^{0,55} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 125,6^{0,3} \cdot 0,0015^1 = 0,026$$

Виконуємо перевірку на достатню потужність ел.двигуна верстата за умовою:

$$N_{різ} \leq N_{двиг} \cdot \eta$$

де η – ККД ел.двигуна; $\eta = 0,93$

$N_{двиг}$ – потужність ел.двигуна; $N_{двиг} = 7,5$ кВт

$$0,026 \leq 7,5 \cdot 0,93$$

Умова виконується

Розраховуємо технологічний час T_o , мм за формулою:

$$T_o = \frac{h}{n_o \cdot t} \cdot K \cdot i$$

де h - припуск на сторону, мм; $h = 0,15$;

K - коефіцієнт точності; $K = 1,1$;

i – кількість переходів; $i=1$;

$$T_o = \frac{0,15}{276,2 \cdot 0,0015} \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,04$$

$$\sum T_o = 0,04 + 0,04 = 0,08$$

Призначається метод шліфування з поперечною подачею на 025 операцію.[8]

Приймається з технічної характеристики верстата частота обертання шліфувального круга $n_{кр}$, $хв^{-1}$, яка задовольняє умові допустимої розривної швидкості для кругів на керамічній зв'язці.

$$n_{кр}=1670$$

Приймається для шліфування поверхні діаметром до 40мм довжиною до 40 мм з припуском на обробку до 0,15 мм частота обертання деталі $n_{дем}$, $хв^{-1}$, таблична поперечна подача $S_{хв.т}$ мм/хв [8,с.116, карта 4].

$$n_{дем}=205; S_{хв.т}=0,68$$

Приймається дійсне значення частоти обертання деталі $n_{дем.д}$, $хв^{-1}$.

$$n_{дем.д}=200$$

Приймаються поправочні коефіцієнти на поперечну подачу K_{st} для дійсних умов різання [8,с.119,карта 4]:

$K_{st1}=1,0$ – для шліфування поверхні з точністю розміру по 8 квалітету з шорсткістю до 1,25, R_a , мкм;

$K_{st2}=0,83$ – для круга діаметром 400 мм та швидкості круга менше 35 м/сек.;

$K_{st3}=0,9$ – для шліфування циліндричної суцільної поверхні з коефіцієнтом жорсткості більше 7.

Розраховується подача врізання $S_{xв.т}$, мм/хв за формулою

$$S_{xв.т} = S_{xв.т} \cdot K_{st1} \cdot K_{st2} \cdot K_{st3}$$

$$S_{xв.т} = 0,68 \cdot 1,0 \cdot 0,83 \cdot 0,9 = 0,508$$

Розраховується подача врізання S_t , мм/подв.хід за формулою

$$S_t = \frac{St}{n_{дет.д}}$$

$$S_t = \frac{0,508}{200} = 0,003$$

Приймається дійсне значення подачі врізання S_t .

$$S_{т.д} = 0,003$$

Глибина різання t , мм приймається з умови за формулою

$$t = S_{т.д}$$

$$t = 0,003$$

Розраховується окружна швидкість деталі $V_{дет}$, м/хв за формулою

$$D = 40,0$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 200}{1000} = 25,12$$

Визначається потужність різання $N_{різ}$, кВт для шліфування деталі з матеріалу 1 групи, діаметром, мм до 120, з поперечною подачею, мм/хв до 0,53 [8, с.121, карта5]

$$N_{різ} = 2,2$$

Достатність потужності двигуна верстата перевіряється за формулою

$$N_{дв} = 4,0; \eta = 0,85.$$

$$2,2 \leq 4,0 \cdot 0,85$$

$$2,2 < 3,4$$

Розраховується основний час T_o , хв за формулою

$$T_o = \frac{h}{S_{т.х.}} \cdot K \cdot i,$$

де h – припуск на обробку, мм;

K – поправочний коефіцієнт на точність обробки;

i – кількість поверхонь

$h=0,2$; $K=1,28$ – для шліфування поверхні розміром з допуском, мм
 $0,03...0,05$; $i=1$;

$$T_o = \frac{0,1 \cdot 1,28 \cdot 1,0}{0,508} = 0,252$$

Параметри режиму різання на круглошліфувальну операцію №30 розраховуються табличним методом в послідовності:

Шліфувати отвір еліптичної форми з параметрами $\varnothing 15^{+0.02}$ мм та $\varnothing 25^{+0.02}$ мм.

Зважаючи на довжину оброблюваної поверхні та ширину шліфувального круга, обирається метод шліфування з поздовжньою подачею. Приймається з технічної характеристики верстата частота обертання шліфувального круга $n_{кр}$, $хв^{-1}$

$$n_{кр} = 20000$$

Розраховується швидкість круга $V_{кр}$, м/сек. за формулою

де $D_{кр}$ – діаметр шліфувальної головки, мм

$$D_{кр} = 6$$

$$V_{кр} = \frac{3.14 \cdot 6 \cdot 20000}{1000 \cdot 60} = 6,28 \leq 35$$

Отже, окружна швидкість круга задовольняє умові допустимої розривної швидкості для кругів на керамічній зв'язці.

Приймається для шліфування поверхні діаметром, мм – 32 частота обертання $\Pi_{дет}$, $хв^{-1}$, таблична повздовжня подача $S_{хв.т}$, мм/хв та таблична подача врізання $S_{т.т}$, мм/хід [8, с.125, картаб]

$$\Pi_{дет} = 205; S_{хв.т} = 5480; S_{т.т} = 0,006$$

Приймаються поправочні коефіцієнти на поперечну подачу K_{st} для дійсних умов різання [8, с.129, картаб]:

$K_{st1} = 1,85$ – для шліфування поверхні матеріалу II групи з точністю розмірів по 8 квалітету;

$K_{st2} = 0,63$ – для шліфування поверхні з припуском менше 0,15 мм.

$K_{st3}=1,0$ – для шліфування циліндричної суцільної поверхні з коефіцієнтом жорсткості менше 7;

Приймаються поправочні коефіцієнти на повздовжню подачу $K_{s,xв}$ [8,с.131,картаб]

$K_{s,xв1}=1,15$ – для шорсткості поверхні Ra , мкм більше 1,25 але менше 2,5;

$K_{s,xв2}=1,0$ – для шліфування циліндричної поверхні

Розраховується повздовжня подача $S_{xв}$, мм/хв та подача врізання S_t , мм/хід за формулами відповідно

$$S_{xв}=S_{xв,т} \cdot K_{s,xв1} \cdot K_{s,xв2}$$

$$S_t=S_{t,т} \cdot K_{st1} \cdot K_{st2}$$

$$S_{xв}=5480 \cdot 1,85 \cdot 0,63 \cdot 1,0=6386,9$$

$$S_t=0,006 \cdot 1,15 \cdot 1,0=0,0069$$

Приймаються дійсні значення повздовжньої подачі $S_{xв,д}$, мм/хв та подачі врізання $S_{t,д}$, мм/хід, частоти з обертання деталі $\Pi_{дет,д}$, $хв^{-1}$

$$S_{xв,д}=4500; S_{t,д}=0,007; \Pi_{дет,д}=200$$

Глибина різання t , мм приймається з умови за формулою

$$t=S_t$$

$$t=0,007$$

Розраховується окружна швидкість деталі $V_{дет}$, м/хв за формулою(15)

$$D=6$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 200}{1000} = 3,8$$

Визначається потужність різання $N_{різ}$, кВт для шліфування деталі з матеріалу II групи, діаметром, мм до 37, з повздовжньою подачею, мм/хв до 5450, з поперечною подачею, мм/хід до 0,007[8,с.133,карта7]

$$N_{різ}=0,3$$

Достатність потужності двигуна верстата перевіряється за формулою

$$N_{дв}=0,75; \eta=0,85$$

$$0,3 \leq 0,75 \cdot 0,85$$

$$0,3 < 0,64$$

Розраховується основний час T_o , хв за формулою

$$T_o = \frac{L_{px} \cdot h}{S_{xв.д} \cdot S_{т.д}} \cdot K \cdot i$$

де L_{px} – довжина робочого ходу інструмента, мм;

h – припуск на обробку, мм;

K – поправочний коефіцієнт на точність обробки;

i – кількість поверхонь

$h=0,1$; $K=1,28$ – для шліфування поверхні розміром з допуском, мм
 $0,03...0,05$; $i=1$;

довжина робочого ходу інструмента L_{px} , мм розраховується за формулою

$$L_{px} = l + \frac{B}{2}$$

де l – довжина оброблюваної поверхні, мм;

B – ширина круга, мм

$l=33,3$; $B=4$

$$L_{px} = 33,3 + \frac{4}{2} = 35,3$$

$$T_o = \frac{35,3 \cdot 0,1 \cdot 1,28 \cdot 1,0}{4500 \cdot 0,007} = 0,15$$

1.10 Нормування технологічних операцій

1.11.1 Розрахунок поштучного часу для операції

Нормування токарної операції з ЧПК 010 виконується по [9] з урахуванням особливостей нормування операцій, що виконуються на верстатах з ЧПК в послідовності:

Призначається час $T_{вст.зн}$, хв для встановлення деталі вагою, до 0,5 кг в 3х – кулачковому патроні. [9, с.56, карта 2].

$$T_{вст.зн} = 0,18$$

Розраховується машинно-допоміжний час $t_{м.в}$, хв, зв'язаний з виконанням допоміжних переходів і переміщень, що складається з суми часів одночасного переміщення робочих органів верстата по осям Z та X: [9, с.605, табл. 12];

- прискореного – 0,03: ураховується 12 рази;
- установочного – 0,1: ураховується 6 рази;
- установочного в зоні різання – 0,04: ураховується 6 раз;
- повороту револьверної головки на одну позицію – 0,02: ураховується 3 рази.

$$t_{\text{м.в.}} = 0,03 \cdot 12 + 0,1 \cdot 6 + 0,04 \cdot 6 + 0,02 \cdot 3 = 1,26$$

Допоміжний час $T_{\text{доп}}$, хв визначається за формулою

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{вст.зн.}} + t_{\text{м.в.}} \quad (1.11.1)$$

$$T_{\text{доп}} = 0,18 \cdot 2 + 1,26 = 1,62$$

Оперативний час $T_{\text{оп}}$, хв розраховується за формулою

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{вст.зн.}} + t_{\text{м.в.}} \quad (1.11.2)$$

$$T_{\text{оп}} = 0,39 + 0,36 + 1,26 = 2,01$$

Додатковий час $T_{\text{дод}}$, хв. становить 10% від оперативного часу по [5, с.605, табл. 12]

$$T_{\text{дод}} = \frac{10 \cdot 2,01}{100} = 0,2$$

Розраховується штучний час $T_{\text{шт}}$, хв за формулою

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{дод}}, \quad (1.11.3)$$

$$T_{\text{шт}} = 2,01 + 0,2 = 2,21$$

Розраховується підготовчо-заключний час, $T_{\text{нз}}$, хв за формулою (31)

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{нз1}} + T_{\text{нз2}} + T_{\text{нз3}}, \quad (1.11.4)$$

де $T_{\text{нз1}}$ - затрати часу на прийоми підготовки до роботи, хв;

$T_{\text{нз2}}$ - затрати часу, що враховує додаткові прийоми, хв;

$T_{\text{нз3}}$ - час на пробну обробку деталі, хв.

Час $T_{\text{пз1}}$, хв складається з [9, с.605]:

- ознайомлення з документами та огляд заготовки - 4

- інструктаж майстра - 2

- встановлення робочих органів верстата в нульове положення - 4
- введення програми - 2

$$T_{nz1} = 4+2+4+2=12$$

Час, що враховує додаткові прийоми T_{nz2} , хв складається з [9, с.605]:

- часу на складання інструмента - 2 хв;
- часу на розточування загартованих кулачків - 7 хв;
- часу на отримання інструменту - 7 хв;

$$T_{nz2} = 2 + 7 + 7 = 16$$

Час на пробну обробку T_{nz3} , хв. приймається для обробки неточної деталі одним інструментом [9, с.605]:

$$T_{nz3} = 3,1$$

$$T_{nz} = 12 + 16 + 3,1 = 31,1$$

Штучно калькуляційний час $T_{шт.к.}$, хв розраховується за формулою

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{Tn}{n} \quad (1.11.5)$$

$$T_{шт.к.} = 2,21 + \frac{31,1}{14} = 4,43$$

1.11.2 Нормування аналоговими методами

Подальші розрахунки заносимо до таблиці 1.11.2

Таблиця 1.11.2 – Зведена таблиця нормування часу [12]

№	T_o ХВ	$T_{вст.зн}$ ХВ	$t_{м.в.}$ ХВ	$T_{пз}$ ХВ	$T_{шт}$ ХВ	$T_{доп}$ ХВ	$T_{дод}$ ХВ	$T_{оп}$ ХВ	$T_{шт.к}$ ХВ
005	2,73	0,08	0,2	17	3,31	0,28	0,3	3,01	4,52
010	0,39	0,36	1,26	31,1	2,21	1,62	0,2	2,01	4,43
015	0,89	0,36	0,93	31,1	2,4	1,29	0,218	2,18	4,62
020	0,08	0,12	0,2	25	0,44	0,32	0,04	0,4	2,23
025	0,252	0,22	0,22	26	0,762	0,44	0,07	0,692	2,62
030	0,15	0,18	0,2	31	0,58	0,38	0,05	0,53	2,8

$$\sum T_{шт.к} = 4,52 + 4,43 + 4,62 + 2,23 + 2,62 + 2,8 = 21,38$$

2 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНИХ ПРИСТРОЇВ

2.1 Розроблення і розрахунок конструкцій верстатних пристроїв

2.1.1 Вихідні дані для розроблення конструкцій верстатних пристроїв

Метою синтезу конструкції і пристосування є проектування принципово можливої компоновки спеціального оснащення з усіх можливих систем оснастки, яка може бути використана, таких як:

- універсально - збірні (УЗП);
 - універсальні безналагоджувальні (УБП);
 - збірно - розбірні (ЗРП);
 - нерозбірні спеціальні (НСП);
 - спеціалізовані налагоджувальні (СНП);
 - універсально-збірні переналагоджувальні (УЗПП).
- 1. Оскільки виріб "дефлектор оптичний" виготовляється невеликими партіями, бажано використовувати універсально-збірні (УЗП), універсальні безналагоджувальні (УБП) або збірно-розбірні (ЗРП) пристрої.
 - 2. Зважаючи на те, що перші операції з виготовлення деталі виконуються на токарних верстатах, а також через форму деталі, доцільно використовувати токарний самоцентрівний трьохкулачковий патрон з гідроприводом.
 - 3. В результаті аналізу сучасних методів обробки на токарних верстатах та видів сучасних пристроїв було обрано токарний трикулачковий самоцентрівний патрон.

2.1.2 Послідовність розроблення конструкції пристрою

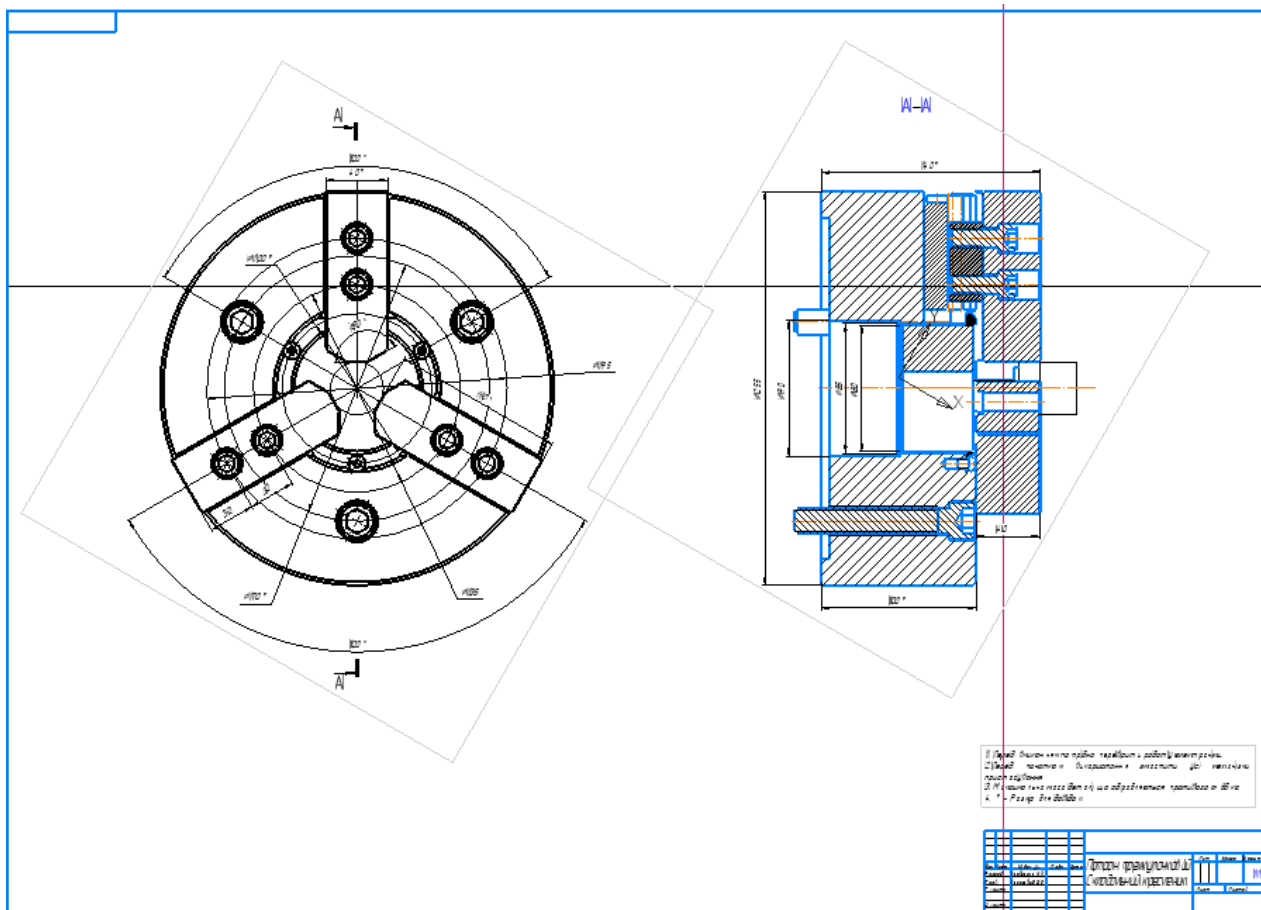


Рисунок 2.1.2 –Креслення патрона 3х-кулачкового

2.2 Теоретичні та методологічні основи проектування верстатних пристроїв

2.2.1 Розрахунок похибок базування на 010 операцію

2.2.2 Визначення похибок закріплення верстатного пристрою

Розраховуємо похибку зміщення осей пазів:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sum \Delta i + \Delta z + \Delta \text{п} + \Delta \text{и} + \Delta \text{у.п}$$

$\sum \Delta i$ – сумарна похибка виготовлення окремих деталей пристосування, яка регламентована допускам на робочих кресленнях.

$\sum \Delta i = 160$ мкм – згідно допуску на поверхню, яка затискається.

Δz – похибка обумовлена наявністю зазорів при посадці заготовок на складання пристосування.

$\Delta z = 100$ мкм – згідно з [10, с. 75, табл. 2.11]

$\Delta \text{п}$ – похибка обумовлена перекосом або зміщенням ріжучого інструменту.

Припустимо, $\Delta \text{п} = 20$ мкм, тому що різець при врізанні може змінити положення початкової осі.

Δ_i - похибка обумовлена зносом установчих направляючих елементів. Можливу величину зносу можна оцінити по наступній формулі[10, с. 76, ф. 2.25]:

$$U = U_0 \cdot k_t \cdot k_l \cdot k_y$$

де U_0 – величина зносу по нормалі до поверхні, отримана на підставі дослідних даних. Для числа контактів з заготовкою рівним 5000, опора установка має середню величину зносу $U_0 = 16$ мкм.

k_t – коефіцієнт, який враховує час контакту заготовки з опорами (орієнтовно $k_t = 0,79t_{\text{маш}}$, де $t_{\text{маш}}$ - машинний час, хв)

Беремо час обробки 0,57 хв та додамо час на прив'язку інструменту і операції з закріплення і розкріплення деталі:

$$t_{\text{маш}} = 0,57 + 0,39 = 0,96 \text{ хв.}$$

$$k_t = 0,79 \cdot 0,96 = 0,76$$

k_l – коефіцієнт, який враховує довжину шляху ковзання при установці заготовки для верстатів з ЧПК – $k_l = 1,25$.

k_y – коефіцієнт, що враховує умови оброблення. Для точіння незагартованої сталі з охолодженням $k_y = 0,94$.

$$\text{Отже, } \Delta_i = U = U_0 k_t k_l k_y = 16 \cdot 0,76 \cdot 1,25 \cdot 0,94 \approx 14,3 \text{ мкм}$$

$\Delta_{y.n}$ – похибка установки пристосування на верстаті.

Спосіб встановлення пристосування на конус шпинделя[10, с. 86, табл. 2.15]:

$$\Delta_{y.n} = 30 \text{ мкм}$$

В результаті, похибка пристосування:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sum \Delta_i + \Delta_z + \Delta_{\text{п}} + \Delta_i + \Delta_{y.n} = 160 + 100 + 20 + 14,3 + 30 = 324,3 \text{ мкм}$$

2.3 Розрахунок затискних систем верстатних пристроїв

2.3.1 Розрахунок необхідної сили затиску заготовки Q

Так як найбільші сили різання під час обробки деталі для операції 010 виникають при точінні, розрахунки виконуватимемо з умовою рівноваги заготовки саме в цій операції.

Вихідні дані:

Матеріал заготовки: Д16Т

Державка: CP-25BR-2020-12

Ріжуча пластина : CP-B1208D-M5-4425

Подача: $S_o = 0.4$ мм;

Швидкість різання: $V = 131.88$ м/хв;

Частота обертання шпинделя: $n = 1000$ об/хв;

Тангенціальна складова сили різання: $P_z = 201.2$ Н;

Радіальна складова сили різання: $P_y = 0,85 \cdot P_z = 0,85 \cdot 201,2 = 171,0$ Н;

Осьова складова сили різання: $P_x = 0,5 \cdot P_z = 0,5 \cdot 201,2 = 100,6$ Н

Конструкція верстатного пристрою для обробки «Рефлектор еліпсоїдний» на операції 015 фіксується таким чином:

Заготовка фіксується в самоцентруючому трьохкулачковому патроні.

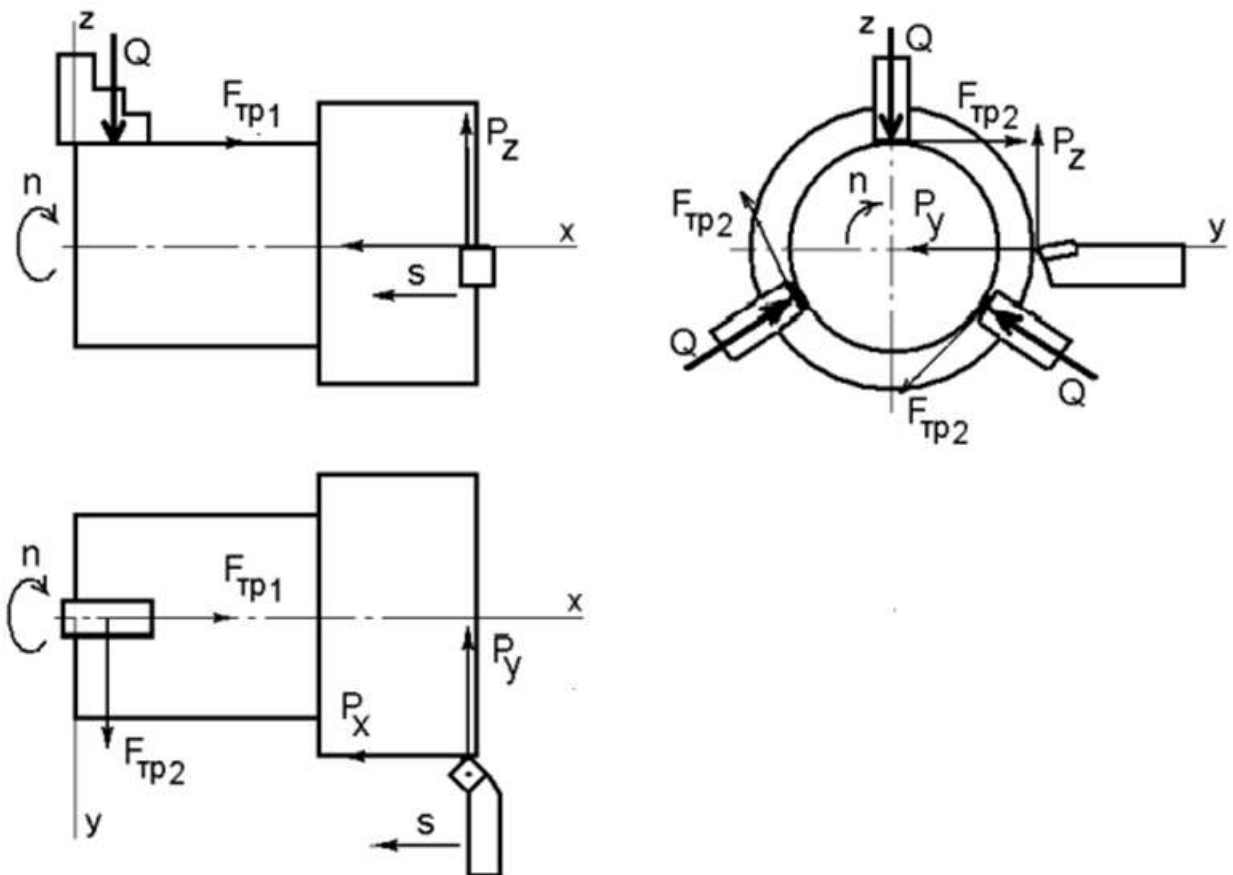


Рисунок 2.3.1 – Розрахункова схема для визначення сили затиску при точінні

Спочатку визначаємо необхідну силу затиску деталі в самоцентруючому трьохкулачковому патроні за формулою:

$$Q = K \cdot \sqrt{\left(\frac{P_z D_1}{3f D_2}\right)^2 + \left(\frac{P_x}{3f}\right)^2}$$

де, $f = 0,3$ – коефіцієнт тертя між кулачками і заготовкою (сталі кулачки– алюмінієва заготовка); $D_1 = 40$ мм; $D_2 = 80$ мм

Коефіцієнт запасу, який враховує нестабільність силових дій на заготовку, вводять при визначення сили для забезпечення надійного закріплення:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

K_0 –гарантований коефіцієнт запасу приймають $K_0 = 1,5$;

K_1 –коефіцієнт, що враховує нерівномірність припуску по оброблюваній поверхні заготовки, що призводить до збільшення сили різання, для чорнової обробки $K_1 = 1,2$;

K_2 –коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні ріжучого інструменту $K_2 = 1,2 - 1,4$ обираю $K_2 = 1,3$;

K_3 –коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при обробці уривчастих поверхонь, в моєму випадку $K_3 = 1,0$;

K_4 –коефіцієнт, що враховує мінливість сили затиску, для автоматичного затискання $K_4 = 1,0$;

K_5 – коефіцієнт, що враховує ергономіку ручних затискних елементів, $K_5 = 1,0$;

K_6 – коефіцієнт, що враховується лише за наявності моментів, які прагнуть повернути заготовку. Якщо заготовка встановлена базовою площиною опори з обмеженою поверхнею контакту $K_6 = 1,0$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,34$$

$$Q = K \cdot \sqrt{\left(\frac{P_z D_1}{3f D_2}\right)^2 + \left(\frac{P_x}{3f}\right)^2} = 2,34 \cdot \sqrt{\left(\frac{201,2 \cdot 40}{3 \cdot 0,3 \cdot 80}\right)^2 + \left(\frac{100,6}{3 \cdot 0,3}\right)^2} \approx 370,0 \text{ Н '}$$

Деталь фіксується в пристосуванні за допомогою трьох кулачків, отже потрібно розраховану силу затиску рівномірно розподілити по трьом кулачкам. Кожен кулачок має передавати силу затиску не менше ніж $\frac{370}{3} \approx 123,4 \text{ Н}$

3. Експериментальний розділ

3.1 Застосування розрахунків під час виготовлення оптичного дефлектора. (табл.3.1.1, 3.1.2).

Табл.3.1.1 режими різання заплановані







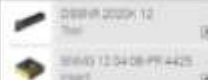

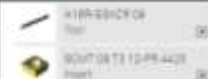



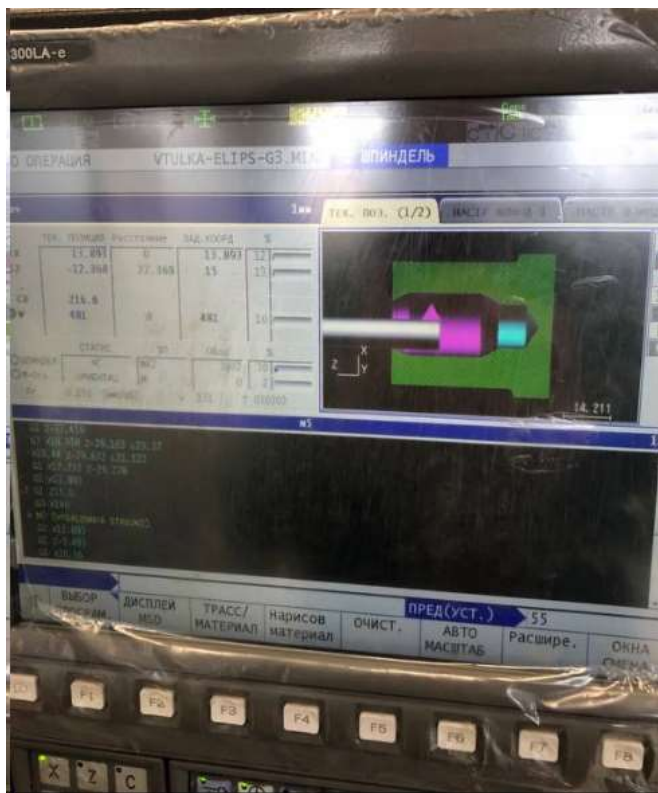
№ опер.	Перехід	Обробка	Інструмент	V, м/хв	fz, мм	S, мм/об	n, об/хв	T _{оп} , хв
005	1	Стрижковідрізна		13	1,9	30 мм/хв	-	2,73
$\sum T_{op} = 2,73 \text{ хв}$								
010	1(A)	Підрізання		279	2,5	0,707	2200	0,07
	2(A)	Точіння		131,88	1,5	0,4	1000	0,08
	3(A)	Точіння		296,1	0,5	0,2	2200	0,06
	1(A)	Підрізання		279	2,5	0,707	2200	0,07
	2(Б)	Точіння		283	1,5	0,25	2200	0,07
	3(Б)	Точіння		283	0,5	0,592	2200	0,04
$\sum T_{op} = 0,07 + 0,08 + 0,06 + 0,07 + 0,07 + 0,04 = 0,39 \text{ хв}$								
015	1(A)	Підрізання		283	0,7	0,495	2200	0,08
	2(A)	Точіння		278	0,8	0,4	2200	0,19
	3(A)	Розточування		314	1,5	0,311	2200	0,18
	4(A)	Розточування		314	0,3	0,3	2200	0,17
	1(Б)	Підрізання		283	0,7	0,495	2200	0,08
	2(Б)	Точіння		278	0,8	0,4	2200	0,19

Табл.3.1.2 Режими різання фактичні



3.2 Перша спроба виготовлення оптичного дефлектора

Після першої спроби застосування розрахованих аналогічно режимів обробки деталі, маємо результат(рис.3.2.1 3.2.2) , характерно для цього випадку , ми можемо побачити різкий перепад по шорсткості еліптичного отвору оптичного дефлектора , визваний радіальним биттям через неправильне встановлення заготовки у патроні.



Рис 3.2.1 (в кінці отвору чітко видно дефект обробки)

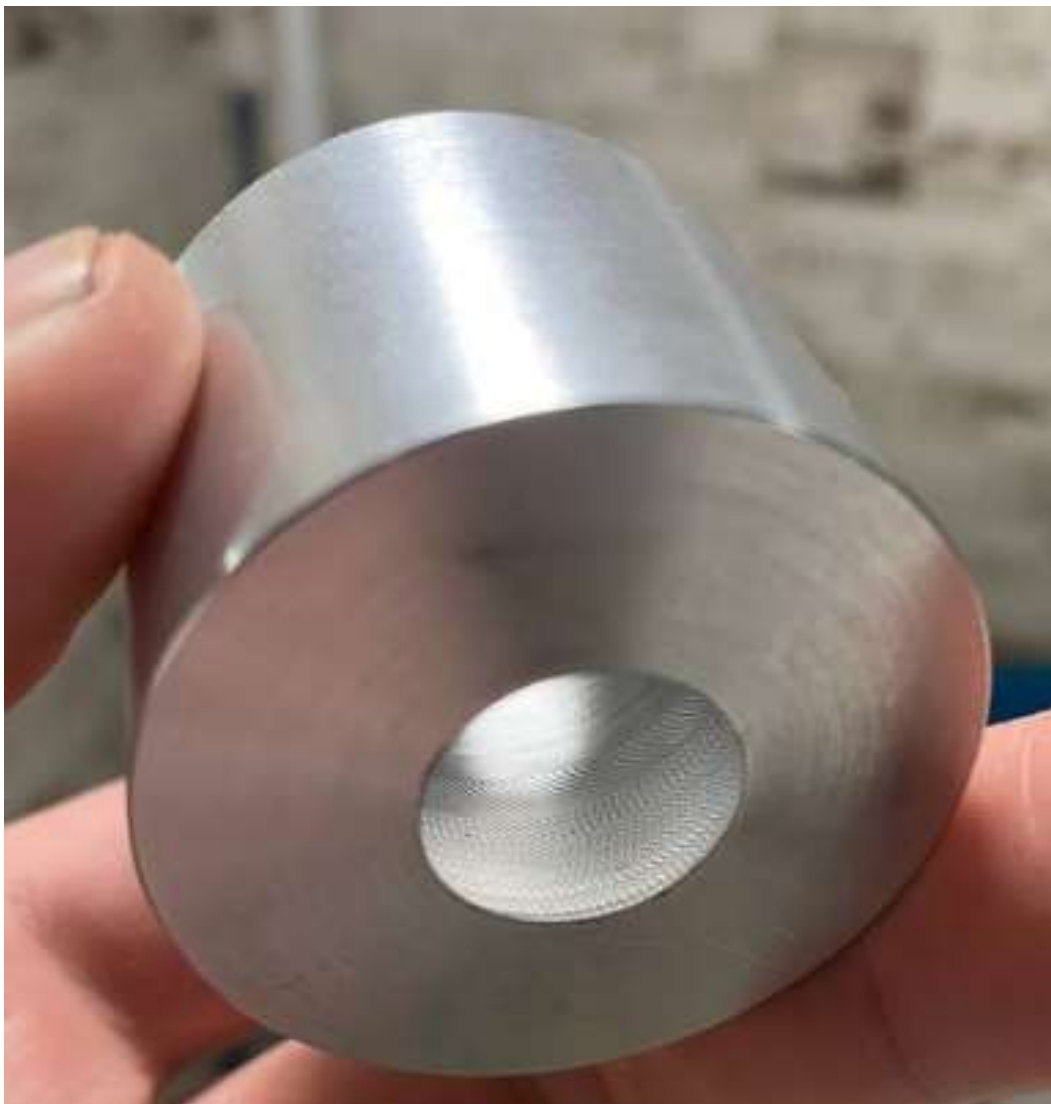


Рис 3.2.2

3.3 Виготовлення другого зразка оптичного дефлектора.

Під час виготовлення другого зразка було виправлено попередню помилку, але під час внутрішньої обробки, на державці повисла стружка, яка спричинила недопустиму(згідно креслення) шорсткість. Результат експериментального зразка номер 2 див. на рис.(3.3).



Рис.3.3

3.4 Виготовлення третього(вдалого) зразка оптичного дефлектора.

Для виготовлення третього зразка було усунено усі проблеми попередніх зразків і ми отримали у результаті оптичний дефлектор, параметри якого відповідають кресленню. Див. (рис.3.4.1, рис.3.4.2).

3.5 Обладнання, використане для виготовлення дефлектора оптичного



Рис.3.4.1

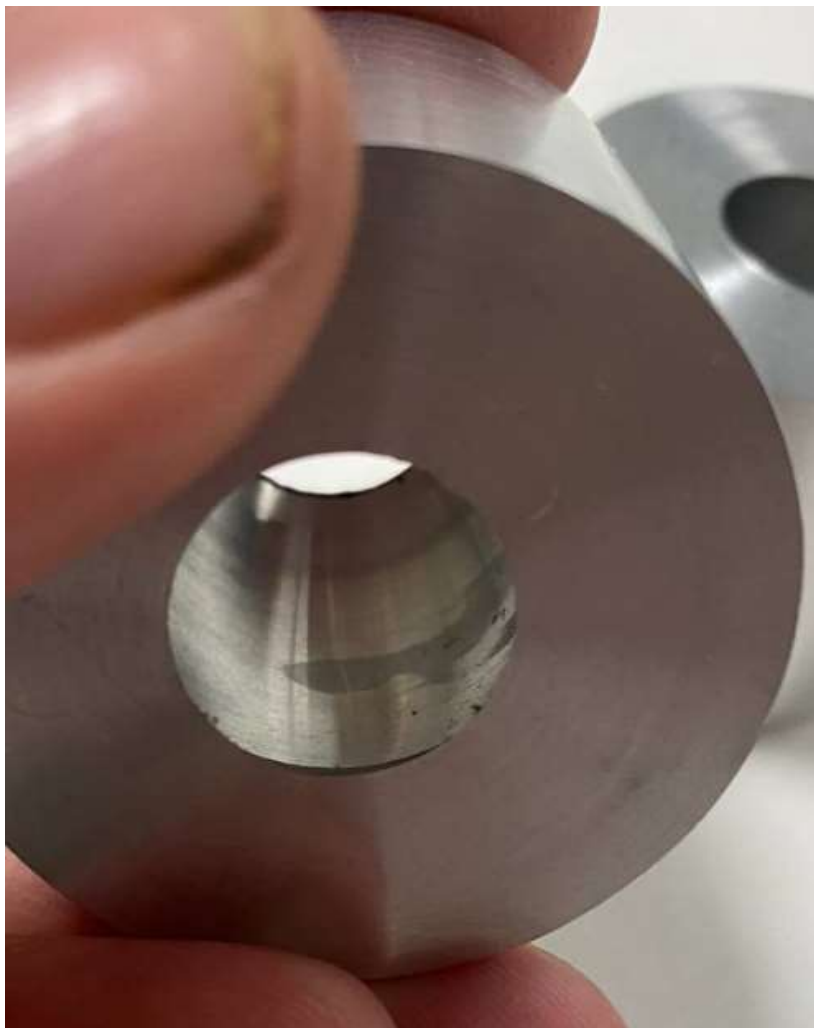


Рис.3.4.2.

3.5 Обладнання , використане для виготовлення дефлектора оптичного

Використаний інструмент



Мабрикова для еліптичного отвору Девкадка D10K-37 WCR11



Девкадка D16 NR 3235 з пластинкою WPM20 80404 для зовнішньої чорнотолі обробки.



Девкадка D VJBR 3235-M16 з пластинкою VDMT16 04 04 для зовнішньої чистотолі обробки.



Вбранній різаль KGENR 3235-3-T 20 з пластинкою M6MN 20 0-6



Свердло 1/4мм для чорнотолі свердління еліптичного отвору D2 HSS Co5



Свердло центральне 1/8.5мм

Верстат і його характеристики.



Верстат OKUMA GENOS L3000-e

<i>Макс. діаметр обточка</i>	<i>300мм.</i>
<i>Макс. діаметр деталі</i>	<i>500мм.</i>
<i>Шв. основного шпинделя</i>	<i>3800 об/хв</i>
<i>К-сть інструментів</i>	<i>12</i>
<i>Потужність двигуна</i>	<i>22кВт</i>
<i>Опції</i>	<i>L,M,Y,YW</i>

3.6 Вимірювання деталі дефлектор оптичний.

Найпроблемнішим місцем для вимірювання являється наскрізний продовжний отвір еліптичної форми. Для максимальної точності вимірювання, оптичний дефлектор було розпиляно навпіл повздовжно і заміряно еліптичну дугу на координатно-вимірювальному верстаті MITUTOYO A-1(рис.3.6.1) по 58 точкам(рис.3.6.2, 3.6.3).



Рис.3.6.1

Дані вимірювань деталі зображено на графіках для дет.1 і дет.2 відповідно

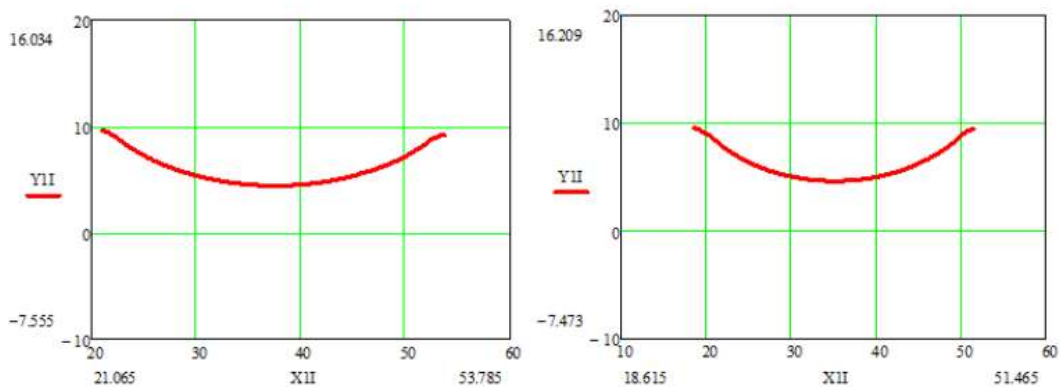


Рис. 3.6.2

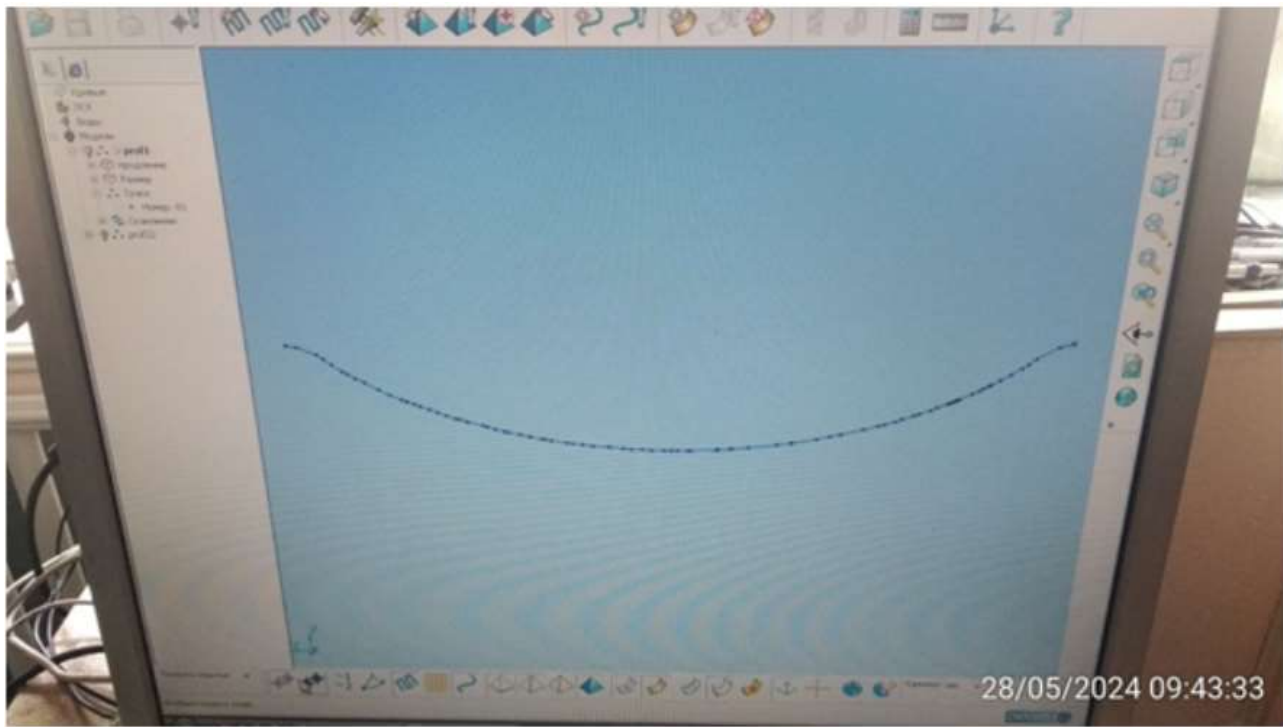


Рис 3.6.3

Вимірювання інших параметрів робилось за допомогою стандартного вимірювального інструменту такого як штанген-циркуль електричний.

ЛІТЕРАТУРА

1. Lenker-ua : вебсайт. URL: https://lenker-ua.all.biz/uk/avtomatychnyj-dvokolonnyj-strichkovo-vidriznyj-g4196501?version=amp#google_vignette (дата звернення: 08.06.2024).
2. Токарний верстат ЧПК Cormak 360x750 з гідравлікою. *SM-Tools* : вебсайт. URL: <https://sm-tools.com.ua/contacts.htm> (дата звернення: 08.06.2024).
3. Плоскошліфувальний верстат 3Г71. *Авто Прагма* : вебсайт. URL: <https://autopragma.com/ua/ploskoshlifovalnyj-standok-3g71> (дата звернення: 08.06.2024).
4. URS 500 N Універсальний круглошліфувальний верстат по металу. Внутрішньошліфувальний верстат. *Bernardo* : вебсайт. URL: <https://bernardo-ukraine.com/ua/p730277604-urs-500-universalnyj.html> (дата звернення: 08.06.2024).
5. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах Т1. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 656 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х томах Т2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 496 с.
7. Калькулятор інструменту та режимів різання Sandvik Coromant. URL: <http://surl.li/hldlg>
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 3. Протяжные, шлифовальные и доводочные станки. Издание третье.
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Издание второе. 1974.

10 Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н., Прокофьев М.А. – Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах. Учебное пособие / Рыбинск, 2010.

11 Дисертація про еліпсоїдальні рефлектори для фотометрії біологічних середовищ Безуглого Михайла Олександровича.