

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Технологія машинобудування

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему : Розробка технологічного процесу виготовлення кільця
упорного

Виконав: ст. гр. Мз-110сп

Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма (спеціалізація)

«Технології машинобудування»

Медведєва В.О.

Керівник : Вишнепольський Є.В.

Рецензент: Фролов М.В.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Технологія машинобудування
 Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
 Спеціальність 131 Прикладна механіка
 Освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри С.І.Дядя

“ ” 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Медведєвої Вікторії Олегівни
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) : Розробка технологічного процесу виготовлення кільця упорного

керівник проекту (роботи) Вишнепольський Є.В.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 03.04.2023р. №83

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 08.06.2023

3. Вихідні дані до проекту (роботи) робоче креслення деталі річна програма випуску N= 5000дет

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технологічна частина; 2 Конструкторська частина; 3Проектування діляниці; 4 Розрахунок деталі на міцність; 5 Економічна частина; 6 Охорона праці

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

Креслення деталі, заготовки, графічне зображення 3Dмоделі заготовки, маршрут виготовлення деталі, креслення робочого пристосування

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3,6	Кононов В.В.		
4	доцент Пухальська Г.В.		
нормоконтроль	доцент Дядя С.І.		

7. Дата видачі завдання 02 березня 2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина	22.05.2023	
2	Конструкторська частина	24.05.2023	
4	Розрахунок деталі на міцність	26.05.2023	
5	Планування ділянки	27.05.2023	
6	Економічна частина	30.05.2023	
7	Охорона праці	02.06.2023	
8	Оформлення пояснювальної записки	04.06.2023	
9	Нормоконтроль і рецензія	06.06.2023	
10	Захист бакалаврської роботи	09.06.2023	

Студент

Вікторія МЕДВЕДЄВА
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Євген ВИШНЕПОЛЬСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 104 с., 11 табл., 26 рис., 2 дод., 18 джерел.

ДЕТАЛЬ, ЗАГОТОВКА, ПРИПУСК, ВЕРСТАТ, НАЛАДКА, ОБЛАДНАННЯ, ДОПУСК, ЗАСТОСУВАННЯ, ЧАС, ЯКІСТЬ, ДОПУСК.

Метою дипломного проекту є розробка технологічного процесу виготовлення кільця упорного.

У цьому дипломному проекті відповідно до вихідних даних:

- обрано заготовку та її метод отримання;
- спроектован маршрут обробки поверхні та маршрут виготовлення деталі;
- розраховані режими різання;
- проведено нормування технологічного процесу;
- визначена необхідна кількість обладнання, а також зроблено його планування;
- спроектован пристрій для однієї з операцій;
- спроектовано налагодження верстата з ЧПК;
- вибрано контрольний пристрій.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	7
ВСТУП	8
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	10
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі	10
1.2 Визначення типу виробництва і форми організації робіт	13
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки	15
1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі	20
1.4.1 Вибір технологічних баз	21
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	22
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі	29
1.5 Розрахунок операційних припусків і технологічних розмірів	30
1.6 Розрахунок режимів різання	34
1.7 Технічне нормування операцій	52
1.8 Розробка операції на високопродуктивних верстатах з ЧПК, з використанням NX CAM	57
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	63
2.1 Проектування робочого пристосування	63
2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування	63
2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність	64
2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу	66
2.2 Проектування контрольного пристосування	70
2.2.1 Конструкція і принцип роботи контрольного пристосування	70
2.3 Розрахунок на міцність деталі, її конструктивного елемента	71
3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ	75
4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	82

5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	85
ВИСНОВКИ.....	87
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	88
ДОДАТОК А СПЕЦИФІКАЦІЯ РОБОЧОГО ПРИСТОСУВАННЯ	90
ДОДАТОК Б ТЕХНОЛОГІЧНІ КАРТИ	92

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

ГКМ – горизонтально кувальна машина

КГШП – кривошипний гарячештампувальний прес

КВМ – коефіцієнт використання матеріалу

МОП – маршрут обробки поверхні

МВД – маршрут виготовлення деталі

ЧПК – числове програмне курування

ОРЗ – охолоджуюча рідина, що змащує

РТК – розрахунково-технологічна карта

КП – керуюча програма

ВСТУП

Успішна реалізація та виконання конструктивних рішень більшою мірою визначається рівнем освіти технолога технологією. Спроектовані технологічні процеси повинні забезпечувати підвищення продуктивності праці і якості виробів та відображатися на зарплатні працівників при одночасному зниженні витрат на їх виготовлення. Рішення цих завдань багато в чому залежить від раціональної побудови розмірних зв'язків в процесі обробки, також від фінансової спроможності виробника придбати якісне та сучасне обладнання, обґрунтованого призначення припусків на обробку і допусків операційних розмірів.

Всяка необґрунтована постанова допусків на розміри деталей призводить до подорожчання виробництва. Зайве посилення допусків викликає потребу в точному устаткуванні і оснащенні, точніших (тобто дорожчих) заготовках. Надмірне розширення поля допуску ускладнює обробку на заздалегідь налагоджених верстатах в процесі складання виробу. Але все це не відміняє обирати для дрібносерійного та серійного виробництва заготовки з прокату стандартизованого.

Ефективність технологічного процесу істотно залежить також від раціонального призначення припусків. Надмірні припуски спричиняють за собою перевитрату матеріалу і вимагають введення додаткових технологічних переходів, збільшуючи знос різального інструменту і витрату електроенергії, трудомісткість обробки зрештою - собівартість продукції. Зважаючи на високу вартість матеріалів зменшення припусків зазвичай окупає витрати на виготовлення точних заготівель, проте необґрунтовано занижені припуски не забезпечують видалення дефектної частини поверхневого шару і досягнення заданої точності, збільшуючи вірогідність браку.

Велике техніко-економічне значення раціонального вибору припусків і розрахунку операційних розмірів визначається, передусім, місцем цього етапу в загальній послідовності завдань, що вирішуються при проектуванні технологічного процесу.

Відповідно до загальних правил розробки технологічних процесів комплексу завдань розмірного аналізу (побудова оптимального розмірного дерева техпроцесу, визначення раціональної послідовності операцій, розрахунок припусків, операційних розмірів і допусків) передають такі найважливіші етапи, як вибір виду початкової заготовки, методу її виготовлення і технологічних баз, розробка варіанту технологічного маршруту обробки, а також обирає засобів технологічного оснащення.

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

Деталь кільце упорне входить до головного редуктора двигуна ВР-250, призначена для встановлення двох підшипників (кулькового та роликового), які є опорою для вала - шестерні .

Кільце упорне центрується зовнішнім діаметром в корпусі опори та фіксується 8-ма шпильками. Для забезпечення працездатності (змащення та охолодження) підшипників, в деталі передбачен отвір, в який встановлюється масляна форсунка. Зливання олії відбувається крізь шість отворів, розташованих в нижній частині кільця упорного.

Кільце упорне виготовляється зі сталі 14X17H2 ГОСТ 5632-2014. Для поліпшення зносостійкості, внутрішні (посадочні діаметри та упорні торці) поверхні деталі підвержуються цементації.

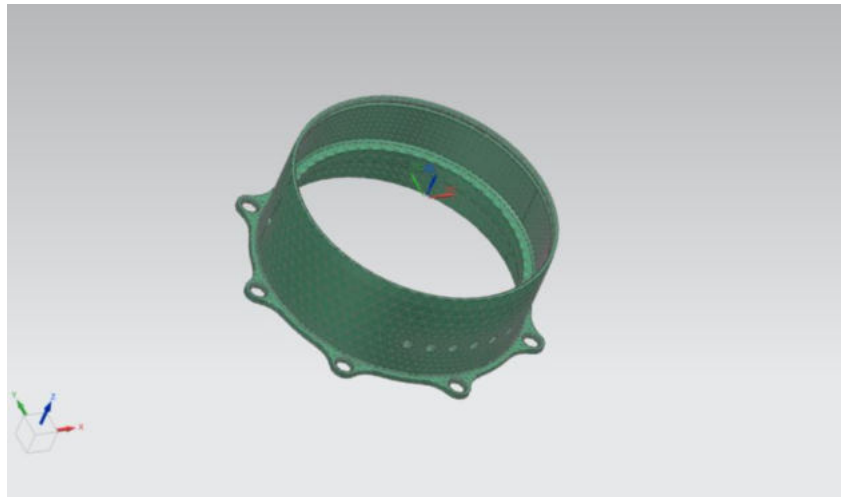


Рисунок 1.1 – Кільце упорне

Точність і шорсткість поверхонь, що сполучаються і сопрягаються, наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Характеристика формоутворювальних поверхонь

Поверхня	Виконавчий розмір, мм	Квалітет	Допуск, мм			
			розмір	форми	розташування	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6	7
Зовн. торцева	4	h11	0,08			3,2
Зовн. торцева	44,5	H11	0,17			1,6
торцева	41,5	H11	0,17			1,6
торцева	29,5	H12	0,18			1,6
торцева	27	H12	0,14			0,8
Зовн. торцева	80	h14	0,4			3,2
торцева	3,4	H12	0,3			3,2
Зовн. циліндр.	Ø208	H9	0,16	≤ 0,05	≤ 0,02	0,8
Внутр. циліндр.	Ø200	H9	0,185			1,6
Внутр. циліндр.	Ø205	H11	0,4			3,2
Внутр. циліндр.	Ø200,65	H9	0,15			1,6
внутр. циліндр.	Ø182	H10	0,14			3,2
отвір	Ø8,5	H14	0,19		≤ 0,15	1,6
Внутр. радіус	1,6±0,3	H15	0,6			1,6
Зовн. радіус	0,6	h14	0,3			1,6
фаска	1,6±0,3x45°	H14	0,6			1,6
фаска	0,4x45	H14	0,2			1,6

Матеріал деталі: Сталь 14X17H2 ГОСТ 5632-2014.

Сталь 14X17H2 (ЄІ 268) являє собою корозійно-стійку жароміцну сталь. Вона належить до класу мартенсито-феритних.

Зі сталі 14X17H2 виготовляють: фасонний і сортовий прокат, робочі лопатки, диски, вали і втулки, фланці, фітинги та кріплення, калібровані і

шліфовані прутки, запчастини компресорних машин, деталі, які працюють з агресивними середовищами і при знижених температурах. Всі ці елементи використовуються в різних галузях промисловості.

Експлуатаційні та технічні характеристики виробів з даного матеріалу, а також його хімічний склад прописані в нормативі ГОСТ 5632-2014. Хімічний склад Сталі 14X17H2 наведений в таблиці 1.2.. Механічні властивості сталі наведені в таблиці 1.3.

Даний сплав має відмінні технічні характеристики. Він дуже надійний і довговічний. Вироби з цього матеріалу широко використовуються в різних напрямках сучасної промисловості.

Обробка різанням можлива в загартованому та відпущеному стані. Матеріал відноситься до важкозварювальних, тому здійснювати зварювання необхідно з попереднім нагріванням і подальшою термообробкою. При цьому варто враховувати, що сплав схильний до відпускнуї крихкості.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад, %

C	Cr	Cu	Mn	Ti	Ni	P	S	Si
0,11 – 0,17	від 16 до 18	≤0,3	≤0,8	до 0,2	1,5- 2,5	≤0,03	≤0,02 5	≤0,8

Таблиця 1.3 – Механічні властивості в залежності від температури відпуски

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	CU (кДж / м ²)
635	835	16	55	750

Термічна обробка, її призначення і сутність, її місце в ТП

Метою термічної обробки є зміна властивостей сплаву, шляхом зміни його структури в результаті теплового впливу.

До отримання штампованої заготівлі напівфабрикат проходить загартування в олії та відпустку.

Загартування - термічна обробка, в результаті якої у сплаві утворюється нерівноважна структура. Відпустка призначена для зниження внутрішньої напруги, для збереження високої твердості та зносостійкості при підвищенні опору крихкому руйнуванню.

У процесі механічної обробки деталей проходить цементацію та відпал, загартування та відпустку.

Цементація - дифузійний процес, у якому поверхневий шар м'якої сталі насичується вуглецем. Після загартування цементованої сталі чітко розрізняються твердості поверхні та серцевини.

1.2 Визначення типу виробництва і форми організації робіт

На моєму підприємстві тип виробництва обирається дивлячись на розмір заказаної партії деталей. Чим менша партія, тим більше коштує одна деталь. Дуже цікаво розробляти опитні невеличкі партії деталей, так як вони потребують не менш прискіпливого розрахунку ніж великі партії, а техдокументації для них потрібно як би не більше, ніж для масового заказу. Це помімо повного комплексу техдокументації потребує додаткових розрахунків та створення 3D моделей, що є невід'ємною частиною розробки техпроцесу для нової деталі. А саме найцікавіше коли на 3D моделі видно коли на кресленні розміри не співпадають з робочим кресленням від замовника.

Виходячи з цього дуже логічно спочатку розробити та виготовити дуже невеличку партію, а потім вже збільшувати партії.

Попередньо тип виробництва вибираємо по таблиці 1.4 .

Таблиця 1.4 – Вибір типу виробництва

Тип виробництва	Кількість оброблюваних деталей в рік		
	тяжкі, $m > 100$ кг	середні, $m = 10 \dots 100$ кг	Легкі, $m < 10$ кг
одиничне	до 5	до 10	до 100
дрібносерійне	5...10	10...200	100...500
серійне	100...300	200...500	500...5000
крупносерійне	300.1000	500...5000	5000...50000
масове	вище 1000	вище 5000	вище 50000

Дивлячись на вагу деталі $m = 1.28$ кг і річний заказ випуску $N = 5000$ штук, тип виробництва робимо серійним.

Вибір форми організації робіт

У зв'язку з тим що мною обрано серійне виробництвом найліпше буде приміняти переміно-поточну форму організації робіт, при якій деталі поступають на ділянку партіями, але обробка виконується поточним методом. При цьому величина партії заготовок, визначається за формулою [1]:

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

де a – періодичність запуску деталі у виробництво - 5 ,

N – річна програма випуску деталі – 5000 шт.

$$n = \frac{5 \cdot 5000}{250} = 100 \text{ шт}$$

1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки

Правильно обрати заготовку – означає визначити її придатність для виготовлення деталі з позицій характеристик міцності і стійкості, встановити раціональний спосіб отримання заготовки, визначити оптимальні припуски на обробку її поверхонь, розрахувати її розміри і встановити допуски на точність їх виконання, сконструювати заготовку і розробити оптимальні технічні умови на виготовлення. Як, наприклад, є сенс використовувати заготовку з листа тільки якщо у вас є багато штампів або лазерне обладнання. Тільки тоді у цього виробництва є майбутнє. І що головне, щоб коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) був максимально близький до 1.

Але знов таки хочу повернутися до більш практичної частини цього точного розрахункового питання. Яку б економічно вигідну заготовку не розраховували інженери, дивлячись на сьогоднішнє з його дуже швидкозмінюючимися потребами суспільства та великою конкуренцією підприємств для швидкого переналагодження та швидкої зміни напрямків виробництва є сенс обирати стандартний існуючий матеріал. Я вважаю, що найконкурентноспроможнішим буде те виробництво, яке найшвидше задовольнить зростаючий попит товароспоживачів.

Основними факторами, які ураховуються при виборі заготовки, є:

- масштаб і серійність випуску (тип виробництва);
- тип і конструкція деталі (форма і розміри);
- призначення деталі в виробі, матеріал та технічні умови на виробництво;
- навіть наявність даного матеріалу в країні, коли треба швидко, а фінанси обмежені;
- строки, що плануються на технологічну підготовку виробництва;
- конкретні умови виробництва (озброєність заводу і кадри);

- головне щоб підприємець був спроможний купити матеріал;

Спосіб виготовлення заготовки, який забезпечує технологічність деталі, при мінімальній собівартості вважається оптимальним.

Основні методи отримання заготовки є:

- кування;
- штамповка;
- відливка;
- пруток.

Оскільки кільце упорне працює при дуже складних навантаженнях, то від неї потребуються підвищені механічні властивості металу, які можна отримати лише ковкою або штамповкою, дана умова закладена в технічних вимогах креслення.

Для вибору метода отримання заготовки варто розглянути ковку на молотах та кривошипно-гаряче штампувальний прес (КГШП). Прорахуємо та сопоставимо два методи отримання заготовки та виберемо оптимальний метод отримання заготовки кільця упорного.

Визначаємо параметри заготовки:

Припуски для заготовки, зробленою на молотах, визначаємо по [1, табл 1.3, с. 12]. Для штампування на молотах – $z = 1,5$ мм; штампування на КГШП – $z = 1,4$ мм;

Заготовка на молотах (рис.1.2): група матеріалу М2, ступінь складності поковки С3, клас точності поковки Т1, штампувальні ухили 7° [2, с. 145].

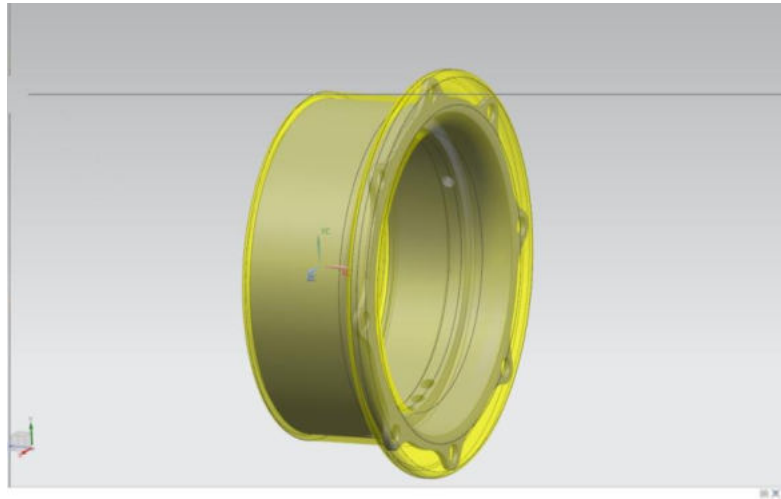


Рисунок 1.2- Заготовка на молотах

Заготовка на ГКШП: група матеріалу М2, ступінь складності поковки С3, клас точності поковки Т1, штампувальні ухили 5° [2, с. 145].

Так як заготовка має складну форму, то її масу, одержувану обома методами, визначаємо в програмі КОМПАС 3D, рис. 1.3.

Маса заготовки в програмі КОМПАС 3D:

– на молотах – $m_3 = 2,389$ кг;

– на КГШП – $m_3 = 1,953$ кг.

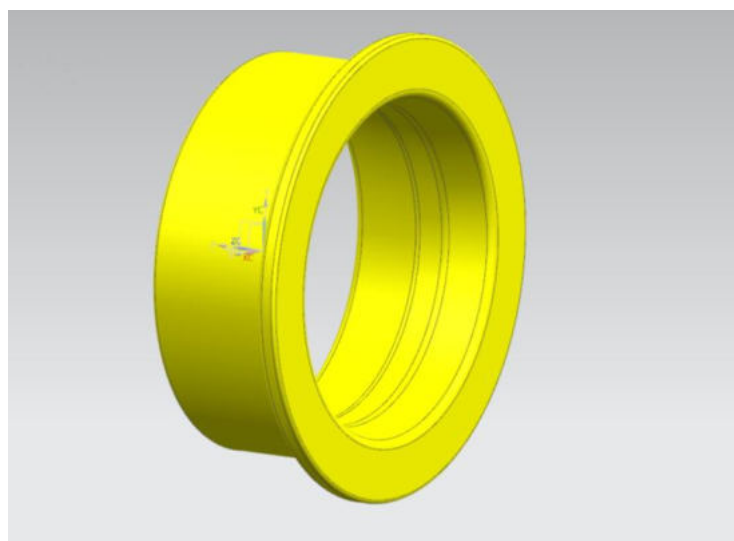


Рисунок 1.3 – Заготовка на КГШП

Вартість однієї заготовки отриманої на молотах визначимо за формулою [1]:

$$B_1 = \frac{B_6}{1000} \cdot M_{31} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi} - (M_3 - m) \frac{B_{отд}}{1000}, \quad (1.1)$$

де B_6 – початкова (базова) вартість виготовлення 1 тонни заготовок [1, табл 1.4, с. 13]; $B_6 = 35000$ грн;

$B_{отх}$ – вартість 1 тонни стружки; $B_{отх} = 1400$ грн;

M_{31} – маса заготовки; $M_{31} = 2,389$ кг;

m – маса деталі; $m = 1,28$ кг

$K_T, K_M, K_C, K_B, K_{\Pi}$ – незмінні фактори які враховують відповідно клас точності, матеріал, групу складності, масу заготовки, програму випуску. Значення коефіцієнтів вибираємо по [1, табл. 1.24-1.28, с. 18-19].

$$K_T = 1,05, K_M = 1,8, K_C = 1, K_B = 1,25, K_{\Pi} = 1.$$

$$B_1 = \frac{35000}{1000} \cdot 2,389 \cdot 1,05 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 - (2,389 - 1,28) \frac{1400}{1000} = 19,6 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) визначається за формулою:

$$\eta = \frac{m}{M_3}, \quad (1.2)$$

$$\eta_1 = \frac{1,28}{2,389} = 0,53$$

Розрахуємо вартість однієї заготовки отриманої на КГШП:

$B_6 = 35000$ грн [1, табл 1.4, с. 13];

$B_{отх} = 1400$ грн;

$M_{32} = 1,953$ кг;

$m = 1,28$ кг ;

$K_T, K_M, K_c, K_B, K_{II}$ [1, табл. 1.24-1.28, с. 18-19].

$$K_T = 1,05, K_M = 1,8, K_c = 1, K_B = 1,25, K_{II} = 1$$

$$\begin{aligned} B_2 &= \frac{35000}{1000} \cdot 1,953 \cdot 1,05 \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 - (1,953 - 1,28) \frac{1400}{1000} \\ &= 21,2 \text{ грн}, \end{aligned}$$

Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) за формулою (1.2):

$$\eta_2 = \frac{1,28}{1,953} = 0,65$$

Техніко-економічне порівняння методів отримання заготовки:

Для вибору метода отримання заготовки слід провести порівняльний аналіз за технологічною собівартістю.

По [2, табл.1.4...1.5, с.13] встановлюємо основні показники вартості заготовки та заносимо в таблицю 1.5.

Але все ж таки хочу нагадати, що стандартний прокат може дуже допогти заощадити на дорожкштовному обладнанні. Головне його, прокат, правильно обрати та з розумом використати.

Таблиця 1.5 – Порівнювальні показники по варіантам отримання заготовки

Показник	Обозначення	Одиниця вимірювання	Варіант отримання	
			молот	КГШП
Маса заготовки	Мз	кг	2,389	1,953
Маса деталі	М _д	кг	1,28	1,28
Базова вартість 1т заготовок	В _{б.}	грн	35000	35000
Вартість відходів	В _{отх}	грн	1400	1400
Вартість однієї заготовки	В	грн	21,2	19,6
Коефіцієнт використання матеріалу	η	-	0,53	0,65

Висновок: порівнюючи 1-ий варіант (молот) і 2-ий (КГШП) бачимо, що $\eta_1 < \eta_2$, а $V_1 > V_2$, це означає, що з точки зору використання матеріалу другий метод ефективніше, та з точки зору економічності другий метод (КГШП) більш вигідний. Дивлячись на це та рахуючись з цим обираємо метод отримання заготовки – КГШП.

1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі

Зазвичай у технологічному бору технолог, отримуючи робоче креслення повинен перевірити його на технологічність: це перевірити правильність задання конструктором розмірів та технічних умов; доцільність використання заданого кресленням матеріалу та способу отримання заготовки; можливо створення 3D моделі, якщо конструкція деталі має спірні або якісь скриті поверхні і тільки потім приступати до розробки плану обробки а згодом до створення техпроцесу та розробки допоміжних пристроїв за потреби.

1.4.1 Вибір технологічних баз

Технологічна база визначає положення деталі на верстаті відносно траєкторії руху ріжучого інструменту і показує де в неї контакт з елементами пристосування. А також це найголовніша поверхня, від якої технолог веде розрахунки інших поверхонь і пряма залежність вийде деталь чи ні.

При виборі технологічних баз необхідно дотримуватись принципу сталості баз, що забезпечує точність обробки та допомагає використанню однотипних пристроїв та схем установки.

В опер.015, 020 можна сказати що на перших операціях ми створюємо ліпші бази , зрізаючи ненайкращий поверхневий шар заготовки після штампування та термообробки, поліпшуємо шорсткість та точність розмірів; це - зовнішні діаметри та торці, для чорнової та напівчистої обробки деталі (опер.025) у 3-х кулачковому патроні.

В опер. 095 деталь встановлюється у спеціальне фрезерне пристосування з упором у проточений торець, centruється за внутрішнім діаметром і затискається 6 прихватами за фланець.

При виконанні шліфувальних операцій використовуються спеціальні оправлення, в яких деталь centruється за внутрішнім діаметром з упором у торець. Аналогічні схеми базування застосовуються в токарних пристосуваннях. З кожною операцією шорсткість поверхонь стає меншою, що супроводжується підвищенням точності баз.

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь (МОП)

Маршрут обробки поверхонь (МОП) - це пошагова послідовність технологічних, так кажучи алгоритм обробляємих робітником поверхонь, показників якості цієї поверхні в деталі. МОП є основою техпроцесу механічної обробки, оскільки саме в МОП закладаються фізико-механічні, хіміко-термічні і т. п. процеси дії на поверхню заготовки.

При проектуванні МОП потрібно використовувати значення уточнення.

При проектуванні МОП першим і основним завданням є визначення числа переходів і уточнень кожному переході, які забезпечують виконання наведеного вище умови (рівності).

Кількість переходів визначаю за такою формулою:

$$k_i \cong 2 \cdot \log \varepsilon_{oj} \quad (1.3)$$

Значення уточнення залежить від багатьох факторів: жорсткості системи верстат – пристосування – інструмент – деталь (СНІД), режимів різання, механічних властивостей матеріалу, геометрії та стійких властивостей ріжучого інструменту, кваліфікації робітника-оператора тощо.

Виконуємо ескіз деталі з технологічною розміткою поверхонь, що підлягають обробці (рис. 1.3).

Далі для кожної поверхні розраховуємо загальні уточнення за кожним показником точності й у найбільшого значення розраховуємо кількість переходів, необхідні досягнення заданого кресленням якості поверхні.

Як приклад, розберемо поверхню 4 - внутрішня циліндрична поверхня – 199,65 мм, заг 190 мм, биття деталі 0,06 мкм, биття заготовки 1,5 мкм.

Розраховуємо загальні уточнення за формулами:

$$\varepsilon_{d0} = \frac{Td_{\text{заг}}}{Td_{\text{дет}}} , \quad (1.4)$$

де $Td_{\text{заг}}$ – технологічний допуск на заготовку;

$Td_{\text{дет}}$ – технологічний допуск на деталь.

$$\varepsilon_{d0} = \frac{2,2}{0,087} = 25,28;$$

$$\varepsilon_{\Delta o} = \frac{\nearrow_{\text{заг}}}{\nearrow_{\text{дет}}} \quad (1.5)$$

де $\nearrow_{\text{заг}}$ – показник биття на заготовку;

$\nearrow_{\text{дет}}$ – показник биття на деталь.

$$\varepsilon_{\Delta o} = \frac{1,5}{0,06} = 25 ,$$

$$\varepsilon_{Ra0} = \frac{Ra_{\text{заг}}}{Ra_{\text{дет}}} \quad (1.6)$$

де $Ra_{\text{заг}}$ – показник шорсткості поверхні на заготовку;

$Ra_{\text{дет}}$ – показник шорсткості поверхні на деталь.

$$\varepsilon_{Ra0} = \frac{50}{1,6} = 31,25 .$$

Головним фактором якості обробленої поверхні є показник точності геометричного розміру, оскільки потребує більшої уваги до уточнення. За цим фактором розраховуємо до переходів за формулою (1.3):

$$k_{Ra} = 2 \cdot \lg \varepsilon_{Ra} = 2 \cdot \lg 31,25 = 2,98$$

Приймаємо $k = 3$ переходи.

Визначаємо різницю показників якості та розподіляємо цю різницю за 3 переходами за законом прогресивного зменшення.

Різниця кваліфікацій точності та її розподіл:

$$\nabla_{\text{кв}} = IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = IT_{16} - H_9 = 7 \text{ квалитетов} = 3 + 2 + 2$$

Різниця ступенів точності розташування - биття та її розподіл:

$$\Delta_{\text{ст}} = \text{ст.заг} - \text{ст.дет} = \text{ст.16} - \text{ст.9} = 7 = 3 + 2 + 2$$

Різниця класів чистоти поверхні та її розподіл:

$$Ra_{50} \Rightarrow Ra_{6,3} \Rightarrow Ra_{3,2} \Rightarrow (TO) \Rightarrow Ra_{1,6}$$

Встановлюємо послідовність показників точності та якості ППТК:

- за точністю геометричного розміру – діаметра:

$$IT_{16} \Rightarrow H_{13} \Rightarrow H_{11} \Rightarrow (TO) \Rightarrow H_9$$

- за точністю взаємного розташування - биття:

$$\text{ст.16} \Rightarrow \text{ст.13} \Rightarrow \text{ст.11} \Rightarrow (TO) \Rightarrow \text{ст.9}$$

- по шорсткості поверхні:

$$Ra_{50} \Rightarrow Ra_{6,3} \Rightarrow Ra_{3,2} \Rightarrow (TO) \Rightarrow Ra_{1,6}$$

За таблицями [2, табл.4, стор.8] відповідно до ППТК призначаємо методи обробки переходів.

1. Розточування чорнове.
2. Розточування напівчистове.
3. Термообробка.
4. Розточування чистове.

За [2, табл.4, стор.8] призначаємо допуски переходів відповідно до ППТК.

Розраховуємо уточнення щодо переходів:

1-й перехід - Розточування чорнове

$$T_{d1}=540 \text{ мкм} \quad T_{Ra1}=6,3 \text{ мм} \quad T_{\Delta 1}=300 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{d1} = \frac{2200}{540} = 4,07 \text{ мм} \quad \varepsilon_{\Delta 1} = \frac{1500}{300} = 5 \text{ мкм} \quad \varepsilon_{Ra1} = \frac{50}{6,3} = 7,93 \text{ мм}$$

2-й перехід - Розточування напівчистове

$$T_{d2}=220 \text{ мкм} \quad T_{Ra2}=3,2 \text{ мм} \quad T_{\Delta 2}=120 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{d2} = \frac{540}{220} = 2,45 \text{ мм} \quad \varepsilon_{\Delta 2} = \frac{300}{120} = 2,5 \text{ мкм} \quad \varepsilon_{Ra2} = \frac{6,3}{3,2} = 1,97 \text{ мм}$$

4-йперехід – Розточування чистове

$$T_{d4}=87 \text{ мкм} \quad T_{Ra4}=1,6 \text{ мм} \quad T_{\Delta 4}=50 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{d4} = \frac{220}{87} = 2,52 \text{ мм} \quad \varepsilon_{\Delta 4} = \frac{120}{50} = 2,4 \text{ мкм} \quad \varepsilon_{Ra4} = \frac{3,2}{1,6} = 2 \text{ мм}$$

Загальне уточнення:

$$\prod_{i=3}^k \varepsilon_{Ra_i} = 7,93 \cdot 1,97 \cdot 2 = 31,28 \geq \varepsilon_{Ra0}$$

$$\prod_{i=3}^k \varepsilon_{d_i} = 4.07 \cdot 2,45 \cdot 2.52 = 25,12 \geq \varepsilon_{d0}$$

$$\prod_{i=3}^k \varepsilon_{\Delta_i} = 5 \cdot 2,5 \cdot 2,4 = 30 \geq \varepsilon_{\Delta0}$$

Запропонований МОП забезпечує необхідну точність та якість поверхні.

Отримані дані заносимо до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 -Маршрут обробки поверхонь

Характер та показники точності та якості поверхні в деталі та в заготовлі	Показник	Уточнення	Кількість переходів k		Різниця показників та ППТК	МОП		Допуск			Уточнення		
			Розрахункові	Прийняті		i	Метод обробки	Розміру	Взаємного розташування	Шероховатість	Розміру	Взаємного розташування	Шероховатості
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Внутрішня циліндрична поверхня Ø200 (+0,087); биття- 0,06мм Ra1,6 Заготовка Ø,195 ^{+1,0} _{-1,2} мм IT 16 биття - 1,5мм Ra 50	d	25,28			∇ _{кв} =IT _{заг} -IT _{дет} =IT16-H9=7 квалитетов =3+2+2	1	Заготовка	2,2	1,5	50	-	-	-
	Δ	25			IT16⇒H13⇒H11⇒(TO) ⇒H9	2	Розточування чорнове	0,540	0,3	6,3	4,07	5	7,94
	R	31,2	2,98	3	Δ _{ст} =ст.заг-ст.дет=ст.16-ст.9=7= =3+2+2	3	Розточування напівчистове	0,220	0,12	3,2	2,45	2,5	1,97
					ст.16⇒ ст.13⇒ ст.11⇒ (TO) ⇒ ст.9	4	Термообробка	-	-	-	-	-	-
					Ra 50⇒Ra 6,3⇒Ra 3,2⇒(TO) ⇒ ⇒ Ra 1,6	5	Розточування чистове	0,087	0,05	1,6	2,52	2,4	2

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Внутрішня циліндрична поверхня Ø182H10 ^(+0,14) ; биття - 0,06мм Ra1,6 Заготовка = IT 16 биття - 1,5мм Ra 50	d	17,5	2,98	3	∇ _{кв} =IT _{заг} -IT _{дет} =IT16-h10=6 квалитетів =2+2+2 IT16⇒H14⇒H12⇒(TO) ⇒H10 Δ _{ст} =ст.заг-ст.дет=ст.16-ст.10=6= =2+2+2 ст.16⇒ ст.14⇒ ст.12⇒ (TO) ⇒ ст.10 Ra 50⇒ Ra 6,3⇒ Ra 3,2⇒(TO) ⇒ ⇒Ra 1,6	1	Заготовка	2,5	1,5	50	-	-	-
	Δ	25				2	Точіння чорнове	0,87	0,3	6,3	2,87	3,75	7,94
	Ra	31,2				3	Точіння напівчистове	0,35	0,12	3,2	2,48	2,5	1,97
	4	Термообробка				-	-	-	-	-	-		
	5	Точіння чистове				0,14	0,05	1,6	2,5	3,2	2		
											17,8	30	31,2
Зовнішня циліндрчна поверхня Ø208h10 _(-0,16) ; биття - 0,06мм Ra1,6 Заготовка= IT 17 биття - 1,5мм Ra 50	d	15,62	2,38	3	∇ _{кв} =IT _{заг} -IT _{дет} =IT16-h10=6 квалитетов =3+2+1 IT16⇒h13⇒h11⇒(TO) ⇒h10 Δ _{ст} =ст.заг-ст.дет=ст.16-ст.10=6= =3+2+1 ст.16⇒ ст.13⇒ ст.11⇒ (TO) ⇒ ст.10 Ra 50⇒ Ra 6,3⇒ Ra 3,2⇒(TO) ⇒ ⇒Ra 1,6	1	Заготовка	2,5	1,5	50	-	-	-
	Δ	25				2	Точіння чорнове	0,63	0,3	6,3	3,97	3,75	7,94
	Ra	15,62				3	Точіння получистове	0,25	0,16	3,2	2,52	2,5	1,97
	4	Термообработка				-	-	-	-	-	-		
	5	Точіння чистове				0,16	0,05	1,6	1,56	3,2	2		

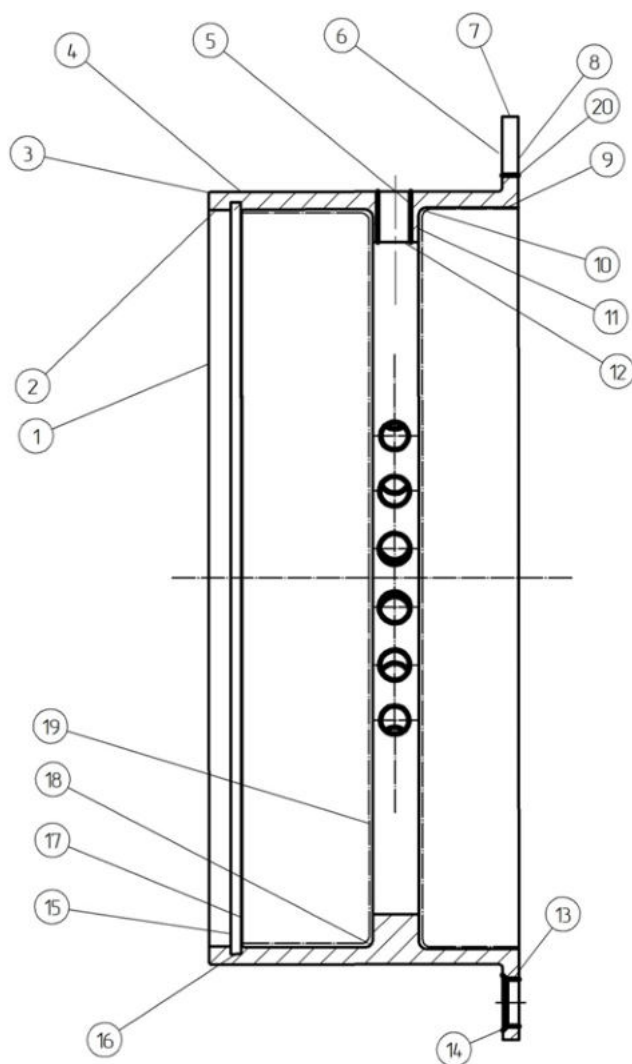


Рисунок 1.3 – Технологічне позначення поверхонь

1.4.3 Проектування маршруту виготовлення деталі (МВД)

Маршрут виготовлення деталі (МВД) – це спільний план операцій, в якому встановлена послідовність операцій техпроцесу, вказані тип і модель верстата, вписане необхідне оснащення, показана установка деталей, вказані необхідні інструкції для робітників, і тому подібне.

Етапний маршрут виготовлення кільця упорного:

1 етап – отримання заготовки і її термообробка – загартування і відпуску. Найдоцільніше для отримання заготовки використати метод штампування на КГШП.

2 етап - підготовка баз - токарна обробка базових циліндричних поверхонь а також підрізування торців.

3 етап - напівчистова і чистова розточувальна обробка.

4 етап – фрезерування контуру та свердління отворів. Слюсарна обробка і миття.

5 етап - Контроль.

Вибір технологічного устаткування залежить від фінансової спроможності власника виробництва.

1.5 Розрахунок операційних припусків і технологічних розмірів

Технологічний розмір - це розмір, що призначається технологом і встановлюється технологом в технологічній документації, який окрім технолога ще перевіряється декількома службами, наприклад БТК, Нач.Тех.Бюро, ведучими технологами, тощо. Технологічний розмір зазвичай відрізняється від конструкторського, тому що включає припуск під подальшу обробку.

Припуск - це шар матеріалу, який необхідно усунути з поверхні заготовки з метою досягнення заданої шорсткості оброблюваної поверхні. Це дефекти, які можуть бути спричинені корозією, похибкою заготівельного обладнання.

До теперішнього часу існує два методи визначення припусків: розрахунково-аналітичний і дослідно-статистичний (табличний).

Вибираємо нормативні та розрахункові значення елементів найменших операційних припусків.

Нормативні значення R_z та h [4 табл. 25, с. 188]

$R_z=160$

$h=200$

Розрахунок сумарного відхилення розміщення поверхні за формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{км}}^2 + \Delta_y^2} = \sqrt{(\Delta_k \cdot e)^2 + (0,25 + T_{d\text{заг}})^2}, \quad (1.8)$$

Для $\emptyset 208_{-0,16}$

де $\Delta_k = 0,15$ мкм [4, табл. 16, с. 186] з урахуванням виправлення заготовки;

$e=11$ мм

$T_{d\text{заг}}=2200$ мкм

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(0,15 \cdot 11)^2 + (0,25 \cdot 2200)^2} = 550 \text{ мкм}$$

Після виконання чорнового точіння $\Delta_{\varepsilon\text{заг}}$ зменшується до значення за формулою :

$$\Delta_{\varepsilon 1} = K_y \cdot \Delta_{\varepsilon\text{заг}} \quad (1.9)$$

де коеф. уточнення K_y [4, табл.16, с. 190]

$$\Delta_{\varepsilon 1} = 0,11 \cdot 550 = 60,5 \text{ мкм}$$

Після чистового точіння $\Delta_{\Sigma 2}=0$,

Після шліфування $K_y=0,03$ [4,табл.29 с. 190]

$$\Delta_{\Sigma 3}=0,03 \cdot 6=0$$

$$\Delta_{\Sigma 4}=0$$

Значення похибки установки $\varepsilon=0$

Мінімальні значення припусків для технологічних переходів:

$$Z_4^{min}=2 \cdot (10+20)=60 \text{ мкм};$$

$$Z_3^{min}=2 \cdot (25+25)=100 \text{ мкм};$$

$$Z_2^{min}=2 \cdot (50+50+60,5)=321 \text{ мкм};$$

$$Z_1^{min}=2 \cdot (160+200+550)=1800 \text{ мкм}$$

Номінальні припуски :

$$Z_4^H=0,06+0,25=0,31 \text{ мм}$$

$$Z_3^H=0,1+0,4=0,5 \text{ мм}$$

$$Z_2^H=0,32+0,63=0,95 \text{ мм}$$

$$Z_1^H=1,8+1=2,8 \text{ мм}$$

Виконавчі розміри:

$$d_4^H=208 \text{ мм}$$

$$d_3^H=208+0,31=208,31 \text{ мм}$$

$$d_2^H=208,31+0,5=208,81 \text{ мм}$$

$$d_1^H=208,81+0,95=209,76 \text{ мм}$$

$$d_{3ar}^H=209,76+2,2=211,96 \text{ мм}$$

Максимальні припуски:

$$Z_4^{max}=0,31+0,16=0,47 \text{ мм}$$

$$Z_3^{max}=0,5+0,25=0,75 \text{ мм}$$

$$Z_2^{max}=0,95+0,1=1,05 \text{ мм}$$

$$Z_1^{max}=2,2+1=3,2 \text{ мм}$$

Усі розрахунки зведено до таблиці 1.8.

Таблиця 1.8– Призначення припусків та розрахунок технологічних розмірів аналітичним методом

N	Перехід (операція)	$\phi 208_{-0,16}$ мкм				Номл прип уск Z_i'' , мкм	Допу ск T_i , мм	Розрахунк овий номінальн ий розмір,мм	$2 Z_{\min}$ мм	$2 Z_{\max}$, мм	Виконавчий розмір, мм
		Rz_{i-1}	h_{i-1}	Δ_{i-1}	ε_i						
1	Заготівля	16 0	200	550	-		2,2	211,96			$212^{+1,4}_{-0,8}$
2	Чернове точіння	50	50	60,5	-	2800	0,95	209,76	1,8	3,2	$210_{-0,95}$
3	Чистове точіння	25	25	-	-	950	0,5	208,81	0,321	1,05	$209_{-0,5}$
4	Шлифуванн я чорн	10	20	-	-	500	0,31	208,31	0,1	0,75	$208,3_{-0,31}$
5	Шлиф чист	5	15	-	-	310	0,16	208	0,06	0,47	$208_{-0,16}$

1.6 Розрахунок режимів різання

Операция №015 – Токарна з ЧПК

Верстат токарний з ЧПК – Lynx-300M

Операційний ескіз представлений на рис. 1.5.

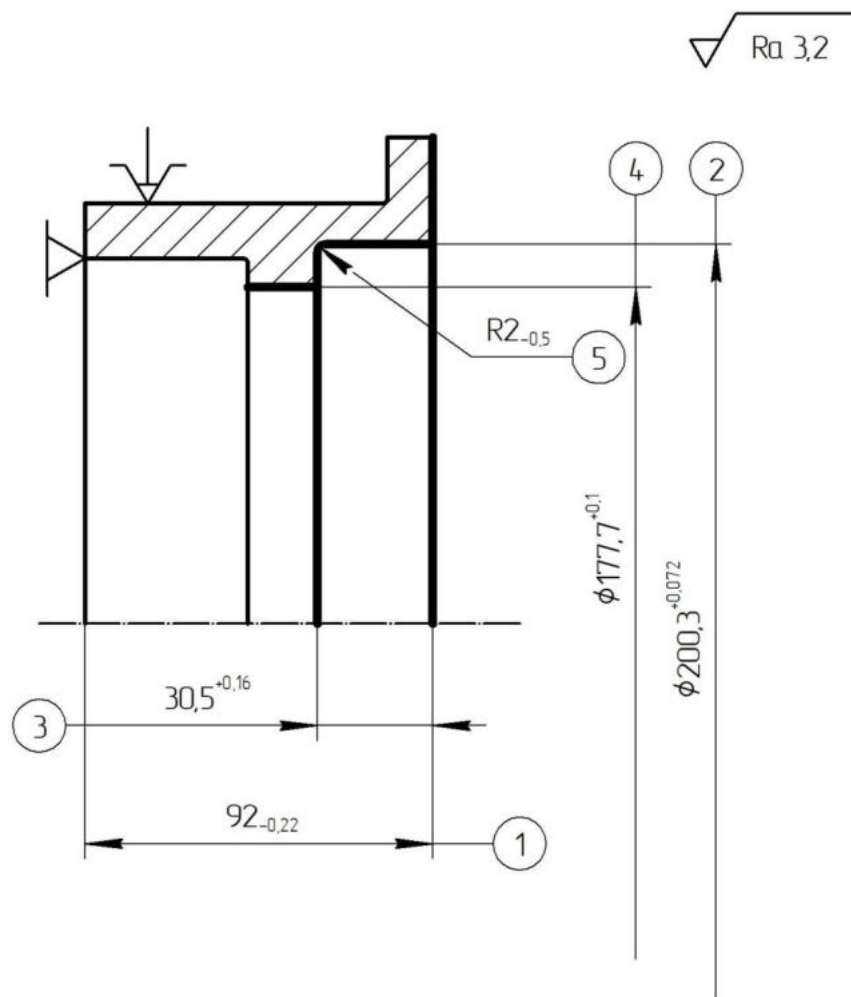


Рисунок 1.5- Операційний ескіз до операції №015

1-й перехід – разточити поверхню 4

Різець розточний 2140-0010 BK4 b=25 мм по ГОСТ 18882-73

Глибина різання: $t=2,5$ мм

Довжина робочого ходу визначаємо за формулою:

$$L_{px} = L_{pez} + y \quad (1.13)$$

$$L_{pez} = 60 \text{ мм}$$

$$y = 5 \text{ мм [5, стр.300]}$$

$$L_{px} = 5 + 60 = 65 \text{ мм}$$

Подачу визначимо за формулою [4]:

$$S_0 = S_{0m} \cdot K_{S0} \quad (1.14)$$

де $S_{0T} = 0,1 \text{ мм/об}$ [4, табл.29, стр.238]

K_{S0} - поправочний коефіцієнт на подачу визначається за формулою:

$$K_{S0} = K_{SI} \cdot K_{SJ} \cdot K_{SH} \cdot K_{SF} \cdot K_{SM} \cdot K_{SZ} \quad (1.15)$$

де K_{SI} – враховує стан обробленої поверхні – 0,8;

K_{SJ} – враховує жорсткість тех. Системи – 0,95;

K_{SH} - враховує матеріал інструменту – 1,0;

K_{SF} - враховує форму поверхні – 1,0;

K_{SM} - враховує марку матеріалу- 0,9;

K_{SZ} - враховує вплив термообробки – 0,8;

Значення коефіцієнтів вибираємо за [4, табл.30, стор.239].

$$K_{S0} = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,547$$

$$S_0 = 0,1 \cdot 0,547 = 0,055 \text{ мм/об}$$

Коригуємо за паспортом верстата $S_0 = 0,06 \text{ мм/об}$

Швидкість різання обчислюється за формулою [4]:

$$v = v_T \cdot k_v \quad (1.16)$$

де $v_T=80$ м/хв [4, табл.39, стр.245]

K_V - поправочний коефіцієнт на швидкість різання за формулою:

$$K_V = K_{VM} \cdot K_{VI} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VЖ} \cdot K_{VT} \cdot K_{V0} \cdot K_{V\Pi} \quad (1.17)$$

де K_{VM} - враховує марку матеріалу деталі – 1,0;

K_{VI} - матеріал інструменту – 1,2;

K_V - вплив кута в плані – 1,0;

K_{V0} - вплив ЗОР – 1,0;

$K_{VЗ}$ - вид обробки – 0,9;

$K_{VЖ}$ - жорсткість технологічної системи – 0,85;

$K_{V\Pi}$ - стан оброблюваної поверхні – 0,75.

Значення коефіцієнтів вибираємо за [4, табл.43, стор.247].

$$K_V = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 0,688$$

$$v = 80 \cdot 0,688 = 55,1 \text{ м / хв}$$

Частота обертання шпинделю за формулою [4]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (1.18)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 55,1}{3,14 \cdot 177,7} = 151,9 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n=150 \text{ мин}^{-1}$

Дійсна швидкість різання за формулою [4]:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (1.19)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 177,7 \cdot 150}{1000} = 54,4 \text{ м/хв}$$

Машинний час визначимо за формулою [4]:

$$t_{M2} = \frac{L_{PX}}{S_0 \cdot n} \quad (1.20)$$

$$t_M = \frac{60,5}{0,06 \cdot 150} = 2,02 \text{ хв}$$

Сила різання визначається за формулою [4]:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P \quad (1.21)$$

де коефіцієнт C_P і показники ступеня у формулі вибираємо по [6, табл.22, стр.273].

K_P - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості обробки матеріалу на силові залежності. [6, табл.9, стр.264], розраховується за формулою:

$$K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (1.22)$$

$$K_P = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_Z = 10 \cdot 204 \cdot 10^{1,0} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 54,4^0 \cdot 1,42 = 3511,8 \text{ Н}$$

Потужність різання за формулою [4]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (1.23)$$

$$N = \frac{3511,8 \cdot 54,4}{1020 \cdot 60} = 2,47 \leq 30 \text{ кВт}$$

Висновок: розрахунок показав, що потужність розрахункова не перевищує потужності електродвигуна верстата.

2-й перехід – точити поверхню 1

Різець підрізний 2112-0084 ВК6 по ГОСТ 18880-73

Глибина різання: $t=0,5$ мм

Довжина робочого ходу обчислюється за формулою (1.13):

$$L_{\text{рез}} = 10,5 \text{ мм}$$

$$y = 5 \text{ мм [5, стр.300]}$$

$$L_{\text{рх}} = 10,5 + 3,2 = 13,7 \text{ мм}$$

Подача за формулою (1.14):

де $S_{0T} = 0,1$ мм/об [4, табл.29, стр.238]

K_{S0} – поправочна незмінна на подачу за формулою (1.15):

$$K_{S\Pi} = 0,8;$$

$$K_{SЖ} = 0,95;$$

$$K_{SI} = 1,0 ;$$

$$K_{S\Phi} = 1,0;$$

$$K_{SM} = 0,9.$$

$$K_{S3} = 0,8 .$$

Значення коефіцієнтів вибираємо за [4, табл.30, стор.239].

$$K_{s0} = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,547$$

$$S_0 = 0,1 \cdot 0,547 = 0,055 \text{ мм/об}$$

За паспортом верстата $S_0=0,06$ мм/об

Швидкість різання за формулою (1.16):

де $v_T=80$ м/мин [4, табл.39, стр.245]

$K_{VM}=1,0$; $K_{VI}=1,2$; $K_{V\phi}=1,0$; $K_{V0}=1,0$; $K_{V3}=0,9$; $K_{Vж}=0,85$; $K_{V\Pi}=0,75$.
[4, табл.43, стр.247].

$$K_v = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 0,688$$

$$v = 80 \cdot 0,688 = 64,12 \text{ м / хв}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.18):

$$n = \frac{1000 \cdot 64,12}{3,14 \cdot 200,3} = 183,11 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n=180$ хв⁻¹

Дійсна швидкість різання згідно формули (1.19):

$$v = \frac{3,14 \cdot 200,3 \cdot 180}{1000} = 63 \text{ м / хв}$$

Машинний час за формулою (1.20):

$$t_{M2} = \frac{33,7}{0,06 \cdot 180} = 0,75 \text{ хв}$$

Сила різання згідно формули (1.21):

K_p [6, табл.9, стр.264].

$$K_p = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 63^0 \cdot 1,42 = 3331,8H$$

Потужність різання за формулою (1.23):

$$N = \frac{3331,8 \cdot 63}{1020 \cdot 60} = 3,05 \leq 30кВт$$

-що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

3-й перехід – розточити поверхню 2 на розмір 3

Різець розточний упорний 2141-0011 ВК4 по ГОСТ 18883-73

Глибина різання: $t=0,5$ мм

Довжина робочого ходу обчислюється за формулою (1.13):

$$L_{рез}=30,5 \text{ мм}$$

$$y=5 \text{ мм [5, стр.300]}$$

$$L_{px} = 30,5 + 3,2 = 33,7 \text{ мм}$$

Подача за формулою (1.14):

де $S_{0T}=0,1$ мм/об [4, табл.29, стр.238]

K_{S0} – поправочна незмінна на подачу за формулою (1.15):

$$K_{S\Pi}=0,8;$$

$$K_{SЖ}=0,95;$$

$$K_{SI}=1,0 ;$$

$$K_{S\Phi}=1,0;$$

$$K_{SM}=0,9.$$

$$K_{S3}=0,8 .$$

Значення коефіцієнтів вибираємо за [4, табл.30, стор.239].

$$K_{S0} = 0,8 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,547$$

$$S_0 = 0,1 \cdot 0,547 = 0,055 \text{ мм/об}$$

За паспортом верстата $S_0=0,06$ мм/об

Швидкість різання за формулою (1.16):

де $v_r=80$ м/мин [4, табл.39, стр.245]

$$K_{VM}=1,0 ; K_{VI}=1,2; K_{V\Phi}=1,0; K_{V0}=1,0; K_{V3}=0,9; K_{Vж}=0,85; K_{V\Pi}=0,75 .$$

[4, табл.43, стр.247].

$$K_v = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 0,688$$

$$v = 80 \cdot 0,688 = 64,12 \text{ м / хв}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.18):

$$n = \frac{1000 \cdot 64,12}{3,14 \cdot 200,3} = 183,11 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n=180$ хв⁻¹

Дійсна швидкість різання згідно формули (1.19):

$$v = \frac{3,14 \cdot 200,3 \cdot 180}{1000} = 63 \text{ м / хв}$$

Машинний час за формулою (1.20):

$$t_{M2} = \frac{33,7}{0,06 \cdot 180} = 0,75 \text{ хв}$$

Сила різання згідно формули (1.21):

K_p [6, табл.9, стр.264].

$$K_p = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 63^0 \cdot 1,42 = 3331,8 \text{ Н}$$

Потужність різання за формулою (1.23):

$$N = \frac{3331,8 \cdot 63}{1020 \cdot 60} = 3,05 \leq 30 \text{ кВт}$$

- що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Операція №040 - Шліфувальна

Верстат Внутрішшліфувальний 3А228

Операційний ескіз надано на рис. 1.6

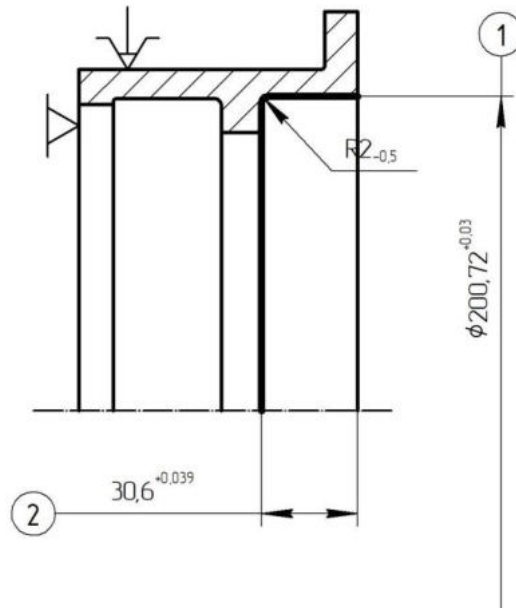


Рисунок 1.6 - Операційний ескіз до операції №040

1-й перехід - Шліфувати діаметр 2

Шліфувальний круг 1 100x50x32 24А 40МЗК за ГОСТ 2424-80.

Глибина різання: $t=0,24$ мм

Довжина робочого ходу згідно формулі (1.13):

$$L_{\text{рез}} = 30,6 \text{ мм}$$

$$L_{\text{рх}} = 30,6 + 6 = 31,12 \text{ мм}$$

Швидкість шліфовального круга $V_{\text{кр}}=15\ldots 20$ м/с, приймаємо $V_{\text{кр}}=20$ м/с,

Частота обертання круга визначається за формулою:

$$n_{\text{кр}} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V_{\text{кр}}}{\pi \cdot D_{\text{кр}}} \quad (1.24)$$

$$n_{\text{кр}} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 20}{3,14 \cdot 100} = 3821,6 \text{ с}^{-1}$$

За паспортом верстата : $n_{кр}=3500 \text{ хв}^{-1}$

Швидкість обертання деталі:

$V_d=80 \text{ м/хв}$ [4, табл.161, стр.343].

Частота обертання шпинделя за формулою (1.18):

$$n_d = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 200,72} = 219,65 \text{ хв}^{-1}$$

За паспортом верстата $n_d=200 \text{ хв}^{-1}$

Дійсна швидкість різання за формулою (1.19):

$$v_d = \frac{3,14 \cdot 200,72 \cdot 200}{1000} = 72,8 \text{ м / хв}$$

Радіальна подача на оборот S_t при шліфуванні на прохід обчислюємо за формулою:

$$S_t = S_{tT} \cdot K_{St} \quad (1.24)$$

де $S_{tT}=0,0011 \text{ мм}$ [4, табл.169, стр.352]

$K_D=0,83$;

$K_{VK}=0,9$;

$K_T=1,0$;

$K_M=1,0$.

$K_{IT}=0,6$;

$K_h=0,76$;

[4, табл.172, стр.355].

$$K_{St} = 1,0 \cdot 0,83 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,76 \cdot 0,6 = 0,34$$

$$S_t = 0,0011 \cdot 0,34 = 0,0004 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну поздовжню подачу за формулою (1.27):

$$S_M = 0,0004 \cdot 200 = 0,08 \text{ мм/хв}$$

Машинний час згідно формули (1.20): [5, стр.169].

де $t_{\text{ВЫХ}} = 0,14$ [5, стр.176]

$$a_{\text{ВЫХ}} = 0,01;$$

$$a = 0,13.$$

$$t_{M1} = \frac{1,3 \cdot (0,13 - 0,01)}{0,08} + 0,14 = 2,09 \text{ хв}$$

Потужність різання згідно формули (1.23):

C_N [6, табл.56, стр.303].

$$N = 0,81 \cdot 72,8^{0,55} \cdot 0,24^{1,0} \cdot 0,0004^{0,7} \cdot 115,99^{0,3} = 0,17 \text{ кВт} < 7,5 \text{ кВт}$$

- що не перевищує потужності електродвигуна верстата.

Операція 095 Комплексна з ЧПК

Верстат - оброблювальний центр з ЧПК VX-4.

Операційний ескіз наведено на рис. 1.7.

Етапи обробки на операції:

- свердлування 8 отворів $\varnothing 12,8$ мм на глибину 4 мм с забезпеченням необхідної шорсткості Ra 3,2;
- свердлування 6 наскрізних отворів $\varnothing 8,5$ мм с забезпеченням необхідної шорсткості Ra 3,2;
- свердлування 1 наскрізного отвору $\varnothing 9$ мм с забезпеченням необхідної шорсткості Ra 3,2;
- фрезерування контуру с забезпеченням необхідної шорсткості Ra 3,2.

Розрахунок режимів різання

Визначаємо подачу при свердлінні отворів $\varnothing 12,8$ мм за формулою:

$$S_0 = S_{OT} \cdot K_{S1} \cdot K_{SЖ} \cdot K_{Su} \cdot K_{Sd} \cdot K_{SM}, \quad (1.21)$$

де $S_{OT}=0,2$ мм/об [4, табл.64, с.267];

$K_{S1}=1,0$ [4, табл.65, с.267];

$K_{SЖ}=0,75$;

$K_{Su}=1,0$;

$K_{Sd}=1,0$;

$K_{SM}=1,52$.

Коефіцієнти і табличну подачу визначаємо по [4, табл.73, с.277]:

$$S_o = 0,2 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,52 = 0,23 \text{ мм/об.}$$

Розраховуємо швидкість головного руху різання за формулою:

$$V_p = V_T \cdot K_{Vm} \cdot K_{Vu} \cdot K_{Vd} \cdot K_{Vo} \cdot K_{Vm} \cdot K_{Vl} \quad (1.22)$$

де $V_T = 76 \text{ м/хв}$ [4, табл.66, с.268];

$$K_{VM} = 0,8 \text{ [4, табл.1, с.16];}$$

$$K_{VI} = 0,91 \text{ [4, табл.67, с.270];}$$

$$K_{VM} = 0,8 \text{ [4, табл.1, с.16];}$$

$$K_{Vd} = 1;$$

$$K_{V0} = 1,2;$$

$$K_{VT} = 1;$$

$$K_{VL} = 1 ;$$

$$V_p = 76 \cdot 0,8 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 66,4 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя за формулою (1.18):

$$n = \frac{1000 \cdot 66,4}{\pi \cdot 12,8} = 1642 \text{ об/хв}$$

У зв'язку з безступінчастим регулюванням оборотів приймаємо $n = 1642$ об/хв.

Визначаємо подачу при свердлуванні отворів $\varnothing 8,5 \text{ мм}$ по формулі (1.21):

де $S_{от} = 1,8 \text{ мм/об}$;

$$K_{Sl} = 1 \text{ [4, таблиця. 65, с.267];}$$

$$K_{Sж} = 0,75;$$

$$K_{Si} = 1;$$

$$K_{Sd} = 1;$$

$$K_{SM} = 0,75.$$

$$S_o = 1,8 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 = 1 \text{ мм/об}$$

Швидкість визначаємо по формулі (1.22):

де $V_T = 87$ - табличне значення швидкості, м/хв [4, таблиця. 74, с.278];

$$K_{VM} = 0,8 \text{ [4, табл.1, с.16];}$$

$$K_{Vd} = 1 \text{ [4, табл.76, с.279];}$$

$$K_{Vi} = 0,91;$$

$$K_{VT} = 1;$$

$$K_{Vn} = 1;$$

$$K_{Vo} = 1.$$

$$V_p = 87 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 63,3 \text{ м/хв}$$

Частота обертання шпинделя по формулі (1.23):

$$n = \frac{1000 \cdot 63,3}{\pi \cdot 8,5} = 1679 \text{ об/хв}$$

У зв'язку з безступінчастим регулюванням оборотів приймаємо $n = 1679$ об/хв.

Потужність різання розраховуємо по формулі:

$$N = N_m \cdot \frac{V_\phi}{V_T} \cdot K_N \quad (1.24)$$

де N_m - табличне значення потужності різання;

K_N - поправочний коефіцієнт на потужність різання;

V_ϕ, V_T - фактичне і табличне значення швидкості різання, м/хв.

- для свердлування отворів $\varnothing 12,8$ мм: $N_m = 4$ кВт, $K_N = 1,96$ [5, карта42, с.286]

-для свердлування отворів $\varnothing 8,5$ мм: $N_m = 7$ кВт, $K_N = 1.96$ [5, карта42, с.286]

$N_{ст}$ - потужність приводу головного руху свердлувального верстата з ЧПК VX-4, = 23 кВт.

$$N_1 = 4 \cdot 1 \cdot 1,96 = 7,84 \text{ кВт} < N_{ст} = 23 \text{ кВт.}$$

$$N_2 = 7 \cdot 1 \cdot 1,96 = 13,72 \text{ кВт} < N_{ст} = 23 \text{ кВт.}$$

Фрезерування контура:

Глибина різання $t = 4$ мм

Подача визначається за формулою [4, с. 306]:

$$S_Z = S_{ZT} \cdot K_{SZ}; K_{SZ} = K_{SZC} \cdot K_{SZH} \cdot K_{SZd} \cdot K_{SZ\Phi}, \quad (1.27)$$

де S_{ZT} – табличне значення подачі на зуб, мм;

K_{SZC} – стала шифра схеми фрезерування;

K_{SZH} – стала матеріалу фрези;

K_{SZR} – стала шорсткості оброблюємої поверхні;

$K_{SZ\Phi}$ – стала форми оброблюємої поверхні.

Табличне значення подачі дорівнює [4, табл. 111, с. 304] – $S_{Zm} = 0,10$ мм/зуб.

Значення поправочних коефіцієнтів вибираємо з [4, табл. 108, 109, 114, с. 299-305]: $K_{SZC} = 1,2$; $K_{SZH} = 0,85$; $K_{SZR} = 0,25$; $K_{SZ\Phi} = 1,0$.

Розрахункове значення подачі на зуб:

$$S_Z = 0,1 \cdot 1,2 \cdot 0,85 \cdot 0,25 \cdot 1,0 = 0,0255, \text{ мм/зуб}$$

Розраховуємо швидкість різання за формулою:

$$v = v_T \cdot K_v; K_v = K_{vM} \cdot K_{vИ} \cdot K_{vП} \cdot K_{vC} \cdot K_{vФ} \cdot K_{vO} \cdot K_{vB} \cdot K_{vФ} \quad (1.28)$$

де v_T – табличне значення швидкості різання, м/хв;

K_{vM} – стала марки оброблюваного матеріалу;

$K_{vИ}$ – стала матеріалу інструменту;

$K_{vП}$ – стала стану оброблюваної поверхні;

K_{vC} – стала шифру типової схеми фрезерування;

$K_{vФ}$ – стала форми оброблюваної поверхні;

K_{vO} – стала умови обробки;

K_{vB} – стала відношення фактичної ширини фрезерування до нормативної;

$K_{vФ}$ – стала головного кута в плані.

Табличне значення швидкості різання дорівнює [4, табл. 131, с. 319] –
 $v_m = 28$ м/хв.

Значення коефіцієнтів [4, табл. 1, 134, 109, 135, с. 31, 302, 322]:

$$K_{vM} = 0,6, K_{vИ} = 2,5, K_{vП} = 0,5, K_{vC} = 1,1, K_{vФ} = 1,0, K_{vO} = 1,0, K_{vB} = 1,3, \\ K_{vФ} = 1,0.$$

Розрахункове значення швидкості різання за формулою (1.28):

$$v = 28 \cdot 0,6 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 30,03 \text{ м/хв.}$$

Кількість обертів за формулою (1.18):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 30,03}{3,14 \cdot 52} = 597,4 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо по верстату $n_{\text{вст}} = 600$ об/хв.

Дійсна швидкість різання за формулою (1.19):

$$v_d = \frac{1000 \cdot 3,14 \cdot 600}{52} = 30,1 \text{ м/хв.}$$

Розрахункове значення хвилинної подачі за формулою:

$$S_{\text{ХВр}} = S_{\text{Зр}} \cdot z \cdot n \quad (1.28)$$

$$S_{\text{ХВр}} = 0,0255 \cdot 6 \cdot 600 = 36,5 \text{ мм/хв}$$

Приймаємо по верстату – $S_{\text{мв}} = 35$ мм/хв.

1.7 Технологічне нормування операцій

Технічні норми часу в серійному типі виробництва встановлюються розрахунково-аналітичним методом.

У серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу за формулою [5]:

$$T_{\text{ш.к.}} = T_{\text{ш.п.}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{n} \quad (1.29)$$

де $T_{\text{п.з}}$ - підготовчо-заключний час, хв

n - кількість деталей у настроювальній партії, шт

$T_{\text{ш.п.}}$ - штучний час, час виготовлення однієї деталі.

Операція 045 Токарна

Машинний час роботи верстата: $T_m = 2,77 \text{ хв}$.

Оперативно-допоміжний час обчислюємо за формулою (1.28):

$$T_B = 0,24 + 0,39 + 0,325 = 0,955 \text{ хв}$$

$$\text{де } T_{\text{уст}} = 0,18 + 0,06 = 0,24 \text{ хв} \quad [5, \text{ карта } 10]$$

$$T_{\text{пер}} = 0,13 + 0,13 + 0,13 = 0,39 \text{ хв} \quad [2, \text{ табл. 1.13}]$$

$$T_{\text{контр}} = 0,1 + 0,075 \cdot 3 = 0,325 \text{ хв} \quad [5, \text{ карта } 76]$$

Штучний час за формулою (1.31):

$$T_{\text{шт}} = (2,77 + 0,955)(1 + (10/100)) = 4,09 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час: $T = 25 \text{ хв}$ [5, карта 10]

Штучно-калькуляційний час за формулою (1.31):

$$T_{\text{шт.к}} = 4,09 + \frac{25}{60} = 4,5 \text{ хв}$$

Операція 095 Комплексна з ЧПК

Машинний час:

$$T_0 = 35,2 \text{ хв}$$

Операційно-допоміжний час за формулою (1.29):

$$T_B = (0,18 + 0,26 + 0,426) \cdot 8 = 5,196 \text{ хв}$$

$$\text{де } T_{\text{уст}} = 0,02 + 0,16 = 0,18 \text{ хв}, [5, \text{ карта } 10]$$

$$T_{\text{пер}} = 0,03 + 0,2 + 0,03 = 0,26 \text{ хв}, [2, \text{табл.1.13}]$$

$$T_{\text{контр}} = 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,066 = 0,426 \text{ хв}, [5, \text{карта 76}]$$

Штучний час за формулою (1.30):

$$T_{\text{шт}} = (35,2 + 5,196)(1 + (10/100)) = 44,43 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$T = 35 \text{ хв}, [5, \text{карта 10}]$$

Штучно-калькуляційний час за формулою (1.31):

$$T_{\text{шт.к}} = 44,43 + \frac{25}{60} = 44,84 \text{ хв}$$

Для інших операцій техпроцесу нормування проводиться аналогічно вищезгаданому розрахунку, і результати розрахунку зводимо до таблиці 1.9.

На знайомих мені виробництвах нормування часу пороводить не завжди технолог. Цим займається інженерна служба БТіЗ (бюро труда і зарплат) там інженери-нормувальники проводять вже безпосередньо на виробничій ділянці суміжно з майстром ділянки нормування та калькуляцію часу, витрати на виробництво даної однієї деталі. Це дозволяє зекономити інженеру-технологу час на розрахунки та створення тех.процесів, та повного складу технологічної документації.

Також інженери-нормувальники дуже допомагають технологам-програмістам встановлювати норми часу на обробку поверхонь, заощаджуючи їх час на створення більшої кількості розробок ртк та налагодчих карт. Це економить їх час ще для втілювання програм як би мовити у життя безпосередньо на верстатах з ЧПК.

Ще інженери-нормувальники дуже допомагають навіть кладовим ріжучого інструменту. Увесь ріжучий інструмент проходить через

нормування і коли він потрібен, то саме нормувальник допомагає знайти для чого він потрібне, для якої деталі, потрібну кількість і найголовніше час, скільки йому робити. Без цієї інформації жодна кладова підприємства не може забезпечити себе ріжучим інструментом.

Таблиця 1.9 –Режими різання та норми часу

Номер та верстат операції	Номер переходу	Режими різання					Норми часу				
		глиби на різанн t , мм	кількі сть прохо дів i	подача S , мм/об	швидкіст різання V , м/хв	частота обертання шпинделя n , об/хв	основний час t_o , хв	допоміж ний час t_e , хв	штучний час $t_{шт}$, хв	штучно- калькуля ційний час $t_{ш-к}$, хв	Підготов чо- заключн ий час Тпз, хв
015 Токарний з ЧПК	01		1	0,12	63,5	150	1,65	0,95	2,8	2,95	25
	02		1	0,12	63,5	150					
020 Токарний з ЧПК	01		1	0,01	11,4	975	5,01	0,69	15,0	15,62	30
	02		1	0,01	11,4	975					
030 Плоскошлифувальний ЗЛ741ВФ10	01		1	0,001	17,53	150	0,96	0,95	2,01	2,2	25
040 Внутришлифувальний ЗА228	01	0,24	1	0,0004/ 0,08	20/78	3500/200	2,47	0,91	3,6	4,3	30
	02	0,25	1	0,003/ 0,6	20/70	3500/200					
045 Внутришлифувальний ЗА228	01	0,24	1	0,0004/ 0,08	20/78	3500/200	2,31	0,86	3,19	3,4	25
055 Токарний з ЧПК- Lynx 300M	01	0,5	1	0,056	9,42	3000	0,21	0,97	1,29	1,7	28
060Токарний 1K62	01		1	0,12	60	150	0,65	0,63	4,85	5,0	25
070 Плоскошлифувальний ЗЛ741ВФ10	01		1	0,001	17,53	150	0,96	0,95	2,01	2,2	25
075Внутришлифувальн ий ЗА228	01	0,24	1	0,0004/ 0,08	20/78	3500/200	2,31	0,86	3,19	3,4	25

Продовження таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
085 Токарний з ЧПК	01		1	0,03	5	300	68,52	25,6	86,3	93,4	30
	02		1	0,03	5	300					
095 Оброблюючий центр VX4	01		1	0,03	5	300	68,52	25,6	86,3	93,4	30
	02		1	0,03	5	300					
105 Внутришлифувальний 3A228	01		1	0,0004/ 0,08	20/78	3500/200	2,6	0,33	4,85	5,0	25
110Круглошлифувальний 3Б161	01	0,01	1	0,0004/ 0,02	25/11	980/30	0,04	0,97	1,29	1,65	25

1.8 Розробка операції на високопродуктивних верстатах з ЧПК, з використанням NX CAM

В даному розділі роботи було запропоновано вдоскалений технологічний процес виготовлення деталі «Кільце упорне» за рахунок розробки керуючої програми на операцію 015 для верстата з ЧПК в системі NX.

На рис. 1.9 показаний операційний ескіз.

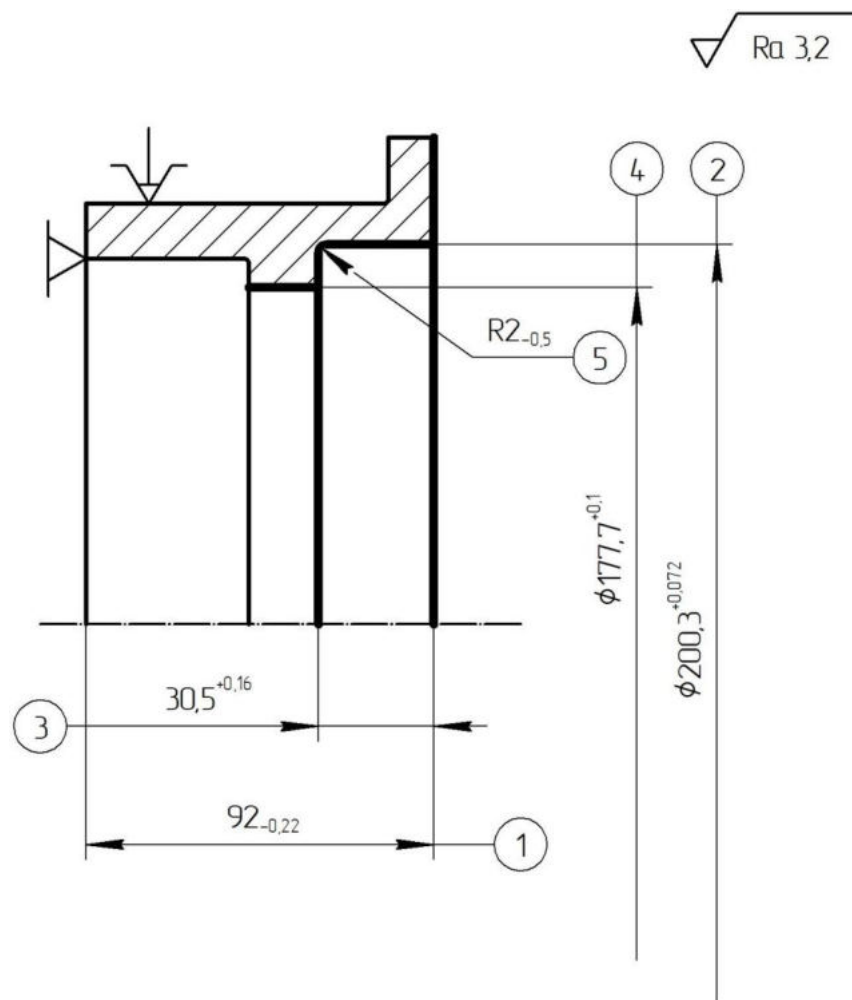


Рисунок 1.9 – Операційний ескіз

Попередньо створюємо 3D модель (рис. 1.10), що відповідає деталі і відповідно заготовці на операції, що розробляється.

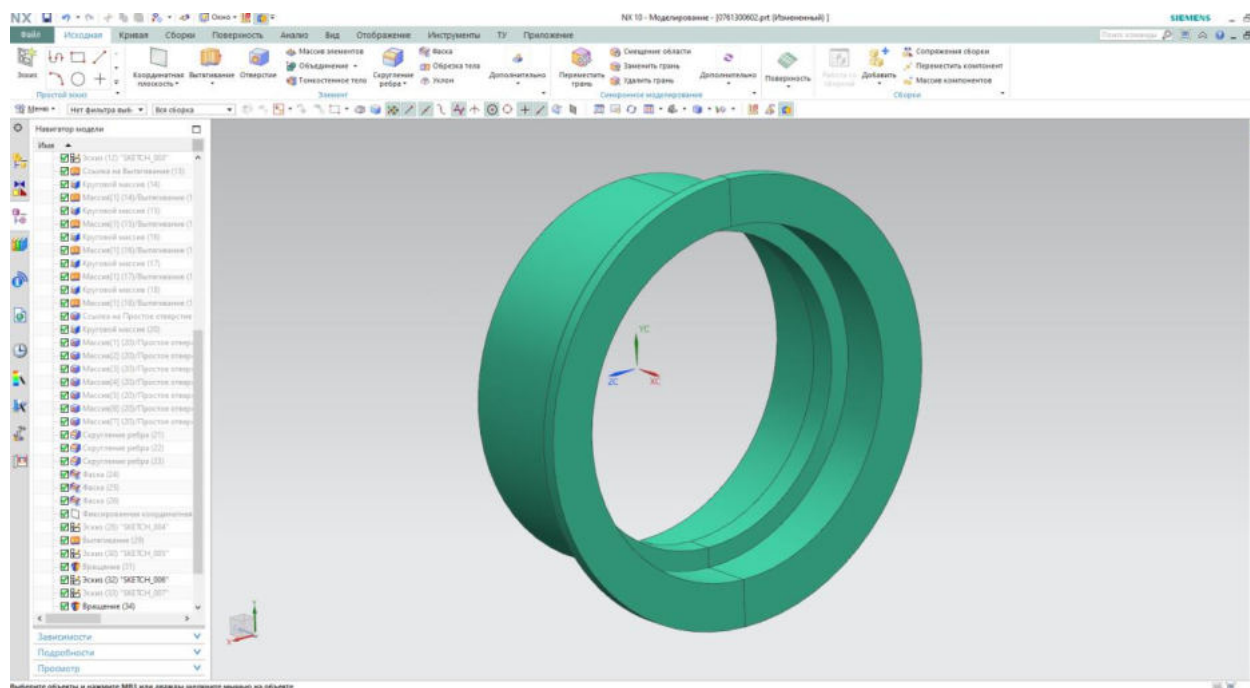


Рисунок 1.10– 3D-модель деталі

В геометричному об'єкті MSC_SPINDLE, задаємо систему координат деталі (рис. 1.11).

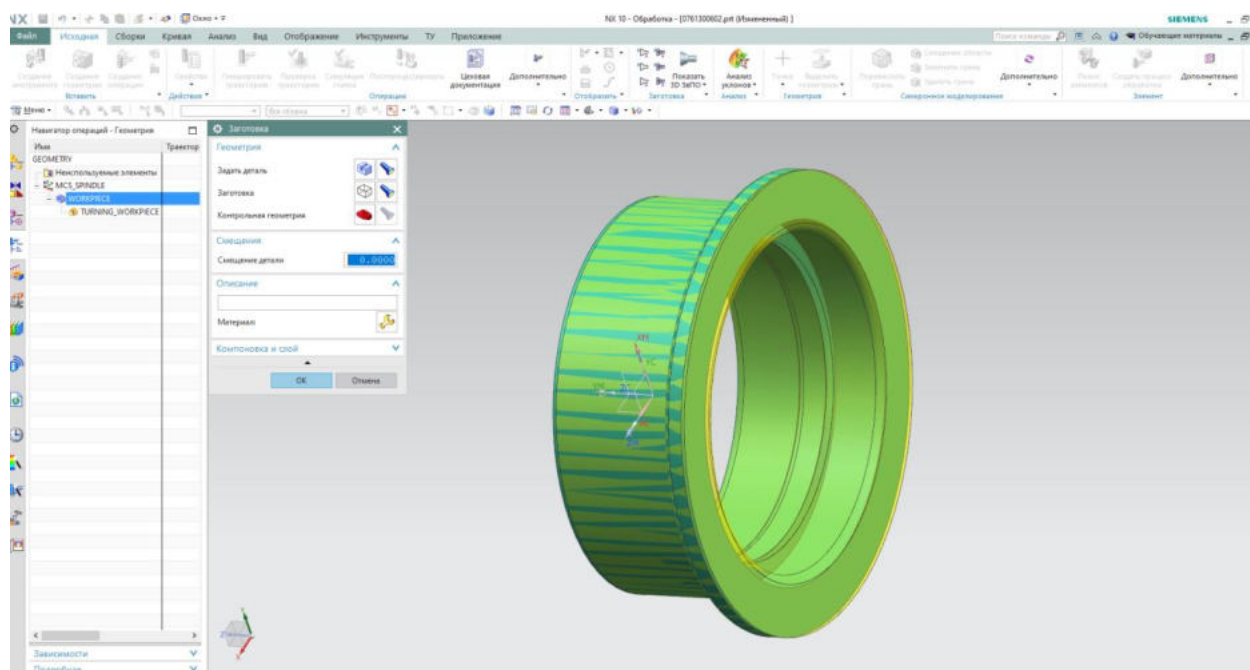


Рисунок 1.11 – Система координат деталі

Траєкторія руху інструмента наведена на рис.1.14

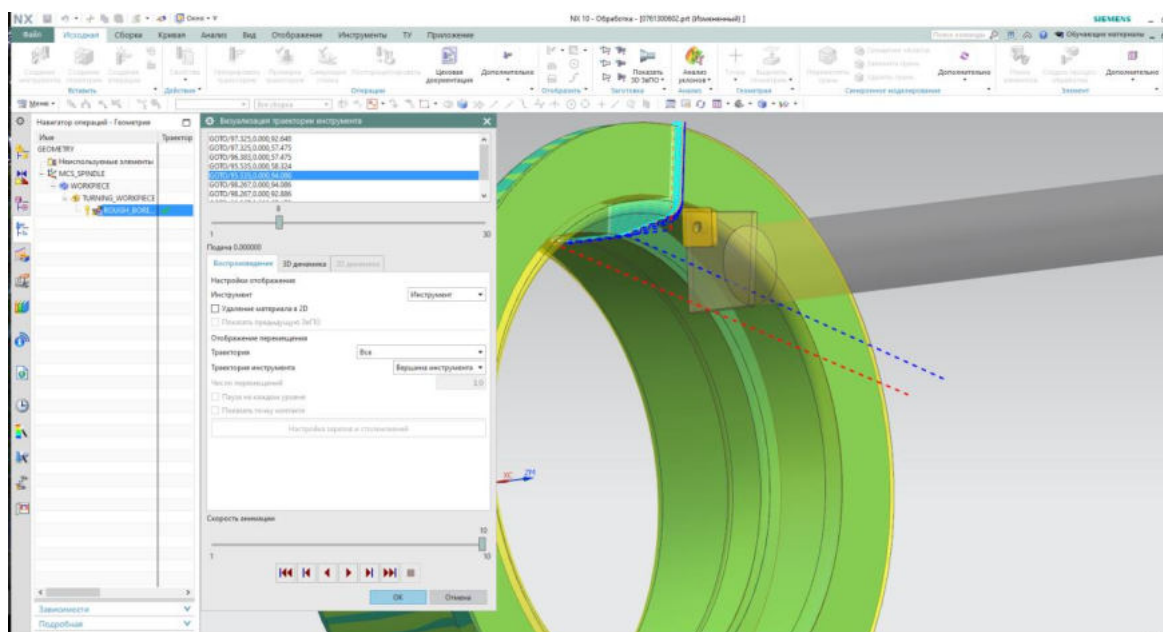


Рисунок 1.14 – Траєкторія руху інструмента

Робимо візуалізацію створеної обробки (рис. 1.15).

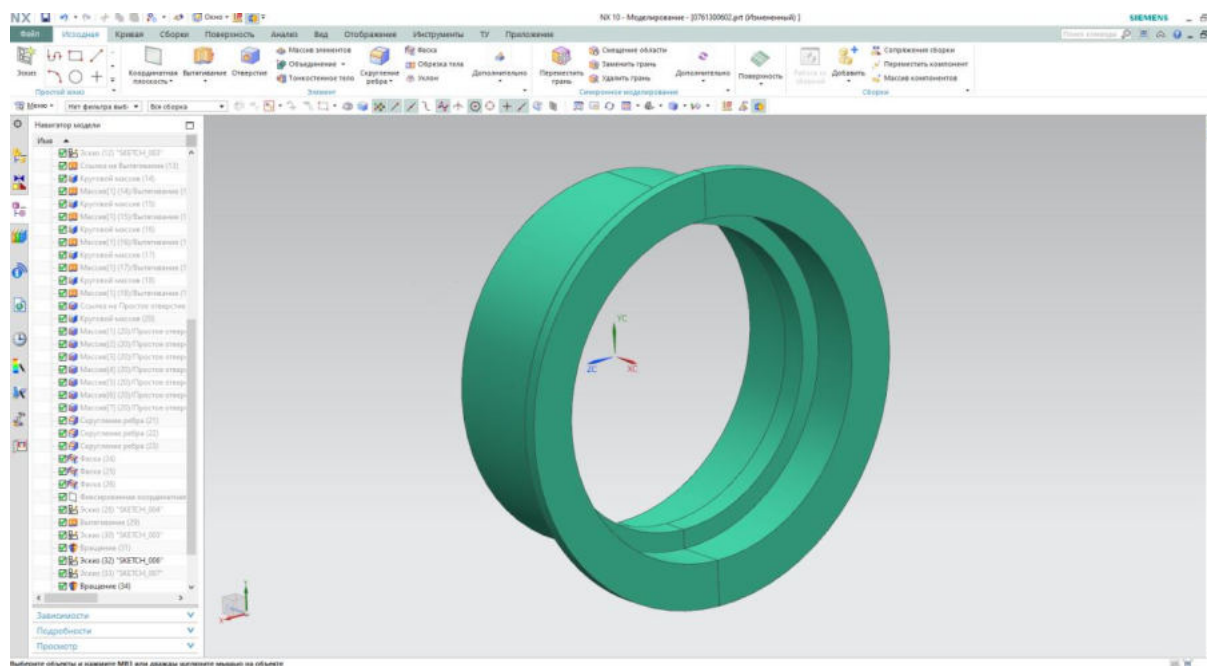


Рисунок 1.15 – Візуалізація обробки

Генеруємо керуючу програму (рис. 1.16).

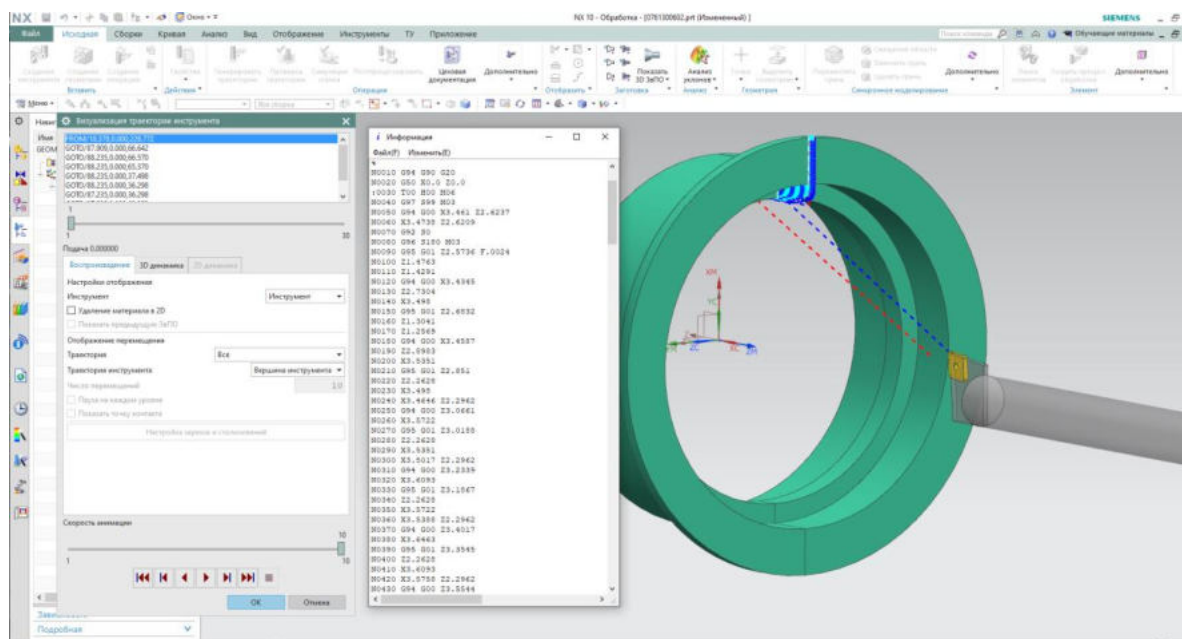


Рисунок 1.16 – Лістинг керуючої програми

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування

Цангове пристосування (рис. 2.1) призначено для встановлення заготовки на токарній операції. Захват деталі виконується за допомогою пневматичного затискача. Пристосування складається з установчого диску 3, корпусу 4. В корпусі встановлена цанга 5. Цанга 5 переміщується вздовж патрона за допомогою тяги 7. Закріплення заготовки здійснюється за рахунок радіального переміщення лепестків цанги 5. Базування заготовки в осьовому напрямку забезпечується штирями 6, що закріплені в опорному кільці 8.

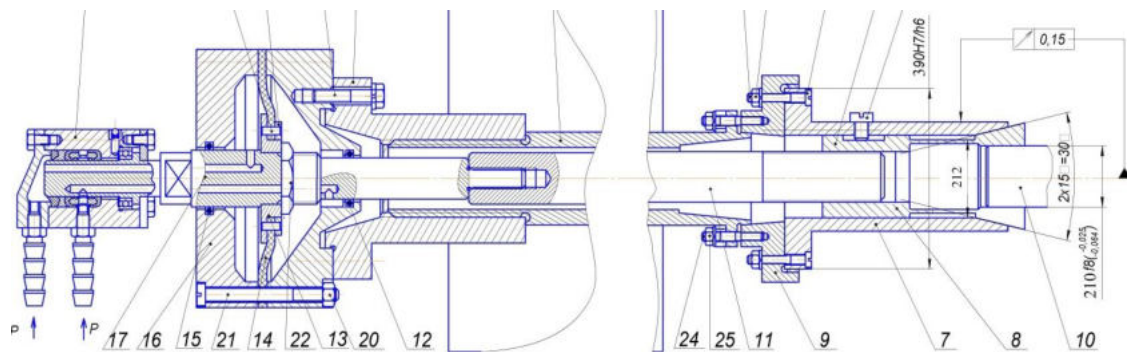


Рисунок 2.1 – Цангове пристосування

2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність

Похибка установки деталі пристосування (P) складається з похибок базування (P_6), закріплення ($P_з$) і неточності пристосування ($P_{пр}$) визначається за формулою [13]:

$$P = 1,2 \sqrt{P_6^2 + P_з^2 + P_{пр}^2} \quad (2.1)$$

Обґрунтування способу базування

Похибкою базування зветься різниця крайньої відстані поверхні, за яку затискається деталь щодо встановленого на розмір інструмента поверхні.

Розрахунки похибки базування для різних схем установки можна уявити відстанню між граничними положеннями проекцій вимірювальної бази на напрямок виконуємого на даній операції розміру. Величина не є абстрактною і відноситься до даного виконуваного розміру при такій схемі установки.

Розглянемо схему установки (див. рис.2.2), як настановна база приймаємо $\varnothing 214_{-0,72}$

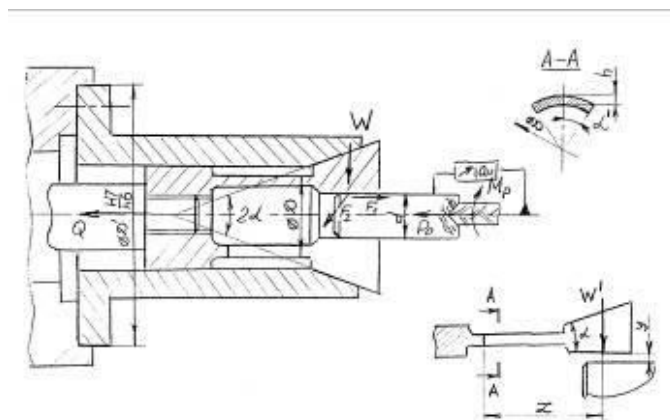


Рисунок 2.2 – Схема установки в цангу

Похибка базування визначається за формулою:

Похибка базування (P_6) дорівнює найбільшому зазору на бік між базою (у даному випадку пелюстками цанги) та циліндричним настановним елементом деталі ($\varnothing 214 \text{ h}13$) [11].

$$P_6 = \frac{S_{\max}}{2} \quad (2.2)$$

$$P_6 = \frac{0,72}{2} = 0,36$$

Визначення похибки закріплення

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

Похибка закріплення:

$$\varepsilon_z = 0,0 \text{ мм}$$

Похибка неточності даного цангового пристосування складається з похибки виготовлення ($P_{\text{изг}}$) та похибки зносу ($P_{\text{изн}}$). В даному випадку похибка виготовлення: $P_{\text{изг}} = 0,01 \text{ мм}$, а похибка зношування: $P_{\text{изн}} = 0,01 \text{ мм}$.

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{изг}} + P_{\text{изн}} = 0,02 \text{ мм} \quad (2.3)$$

Тоді похибка установки:

$$P = 1,2 \cdot \sqrt{0,36^2 + 0^2 + 0,02^2} = 0,43 \text{ мм}$$

- що задовольняє заданим параметрам точності.

Розрахунок пристосування на точність

Похибка обробки δ_n , пов'язана з установкою цангового пристосування на верстат складається з двох складових δ_{n1} , δ_{n2} , т.я. має два з'єднання, т.б. дві перехідні поверхні:

- посадка на шпиндель верстата перехідного фланцю по конічній поверхні ($\delta_{п1}=0,005$);

- посадка в перехідний фланець корпуса цанги;

$$\delta_{n2} = 0,035 + 0,022 = 0,057 \text{ мм.}$$

Похибка установки пристосування на верстат [13]:

$$\delta_i = \delta_{i1} + \delta_{i2} = 0,005 + 0,057 = 0,062 \text{ мм.}$$

Сумарна похибка обробки деталі [13]:

$$\delta_{i\Sigma} = P + \tau + \delta_i = 0,43 + 0,08 + 0,062 = 0,572 \text{ мм}$$

Допуск на вихідний розмір (по умові): $a_u = 0,72$

Умова застосування пристосування [11]:

$$a_u \geq \delta_\Sigma$$

$$(72 \geq 0,572)$$

Висновок: пристосування забезпечує задану точність обробки.

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу

Перед початком конструювання робочого пристосування, оснащеного пневматичним приводом, необхідно взяти довідкову літературу, олівець,

ручку лінійку та аркуш паперу для чернетки, визначити діаметр робочої порожнини пневмоциліндру.

Для цього, визначимо окружну силу різання при точінні [11, с. 271]

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p, \text{ Н} \quad (2.5)$$

де $C_p = 204$ [11, табл. 22, с. 273];

$$t = 2 \text{ мм};$$

$$s = 0,5 \text{ мм/об};$$

$$v = 52 \text{ м/хв};$$

$$x = 1,0 \text{ [11, табл. 22, с. 273];}$$

$$y = 0,75 \text{ [11, табл. 22, с. 273];}$$

$$n = 0 \text{ [11, табл. 22, с. 273];}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання за формулою:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \text{ Н} \quad (2.6)$$

$$\text{де } K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{1100}{750}\right)^{0,75} = 1,33 \text{ [11, табл. 9, с. 264];}$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 \text{ [11, табл. 23, с. 275];}$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 \text{ [11, табл. 23, с. 275];}$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ [11, табл. 23, с. 275];}$$

$$K_{rp} = 0,87 \text{ [11, табл. 23, с. 275].}$$

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 52^0 \cdot 1,33 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 3275 \text{ , Н}$$

За рівнянням (2.5) також можна визначити осьову силу різання. В даному випадку: $K_{\varphi p} = 1,17$; $K_{\gamma p} = 1,4$; $K_{\lambda p} = 1$; $K_{rp} = 1,0$ [11, табл. 23, с. 275].

$$P_x = 10 \cdot 204 \cdot 2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 52^0 \cdot 1,33 \cdot 1,17 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 6300 \text{ , Н}$$

Після цього визначаємо необхідної силу затискання в цанговому затискачі за рівнянням [12, с. 185]:

$$P_2 = \frac{1}{f_1} \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + P_x^2 K}, \quad (2.7)$$

де M – момент різання;

$$M = P_z \cdot r_1$$

f_1 – фактор тертя між заготовкою і цангою;

r_1 – відстань від вісі до точки прикладання сили різання;

r – радіус заготовки на ділянці затискання;

K – коефіцієнт запасу - 2.

Розрахункова схема наведена на рис. 2.4.

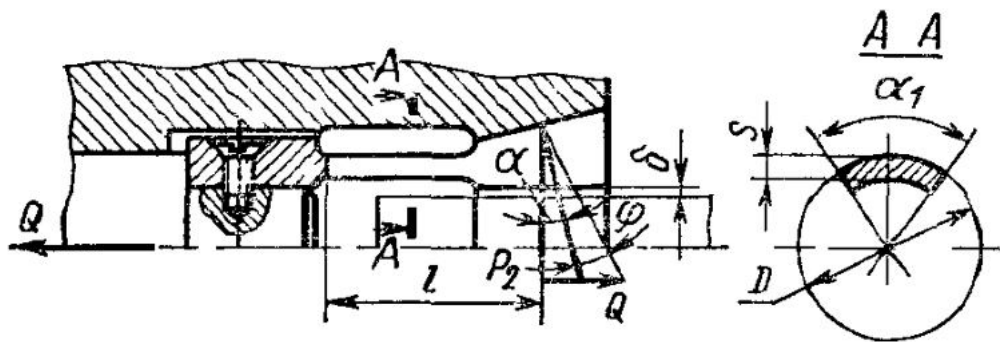


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема

$$P_2 = \frac{1}{0,12} \sqrt{\frac{(3275 \cdot 15,5)^2}{107^2} + 6300^2 \cdot 1,5} = 2400 \text{ Н.}$$

Сила, що стискує пелюстки цанги дорівнює:

$$P_1 = 3 \frac{E f z}{l^3} \cdot \frac{D^3 S}{8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{\sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \quad (2.8)$$

де E – модуль пружності;

f – зазор між цангою і заготовкою;

z – число пелюстків цанги;

D – зовнішній діаметр пелюстків цанги;

S – товщина пелюстка цанги;

α_1 – кут сегменту пелюстка цанги.

$$P_1 = 3 \frac{2,1 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 6}{30,5^3} \cdot \frac{220^3 \cdot 3}{8} \left(1,257 + \sin 72^\circ \cos 72^\circ - \frac{\sin^2 72^\circ}{1,257} \right) = 2835 \text{ Н.}$$

Осьова сила, яка необхідна для затискання цанги і забезпечення сили затискання P_2 [12]:

$$Q = (P_1 + P_2) \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (2.9)$$

де α – половина кута конуса цанги;

$\varphi = \operatorname{arctg}(f_1)$ – кут тертя;

f_1 – коефіцієнт тертя конусної поверхні.

$$Q = (2400 + 2835) \operatorname{tg}(7,5^\circ + \operatorname{arctg}(0,12)) = 3400 \text{ Н.}$$

Виходячи з розрахункового зусилля на штоку і прийнятого тиску повітря в мережі – 2 атм, обираємо діаметр робочої порожнини циліндра $D=160$ мм. Діаметр штока дорівнює $d = 14$ мм.

Згідно з прийнятими даними, визначимо зусилля на штоку [12, табл. 6.11, с. 151].

Для пневмоциліндра двосторонньої дії сила, що тягне шток, дорівнює [12]:

$$W = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (2.10)$$

де D – діаметр робочої порожнини циліндра – 160 мм ;

d – діаметр штока – 14 мм;

p – тиск повітря в мережі – 0,6 МПа;

η – стала корисної дії – 0,9.

$$W = \frac{3,14}{4} (160^2 - 14^2) \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 5800 \text{ Н},$$

Висновок: порівнюючи отримане значення зусилля на штоку з розрахунковим зусиллям, що залежать від сили різання, видно що $W > Q$, дана умова забезпечує надійне закріплення деталі.

2.2 Проектування контрольного пристосування

2.2.1 Конструкція і принцип роботи контрольного пристосування

Контрольне пристосування призначене для контролю радіального биття внутрішньої циліндричної поверхні, відносно бази Б деталі «кільце упорне».

Контрольне пристосування (рис. 2.2) складається з плити 5, на якій закріплені слава сзу дві призми – рухома 4 та нерухома 2. В призмах встановлюється деталь, що контролюється. Внутрішня поверхня контрольованої деталі контролюється індикатором важільного типу ИРБ . Індикатор встановлюється в рухому стійку 1, що в свою чергу може

переміщуватись вздовж стійки 2. Для перевірки налаштування використовується еталонна деталь «кільце упорне».

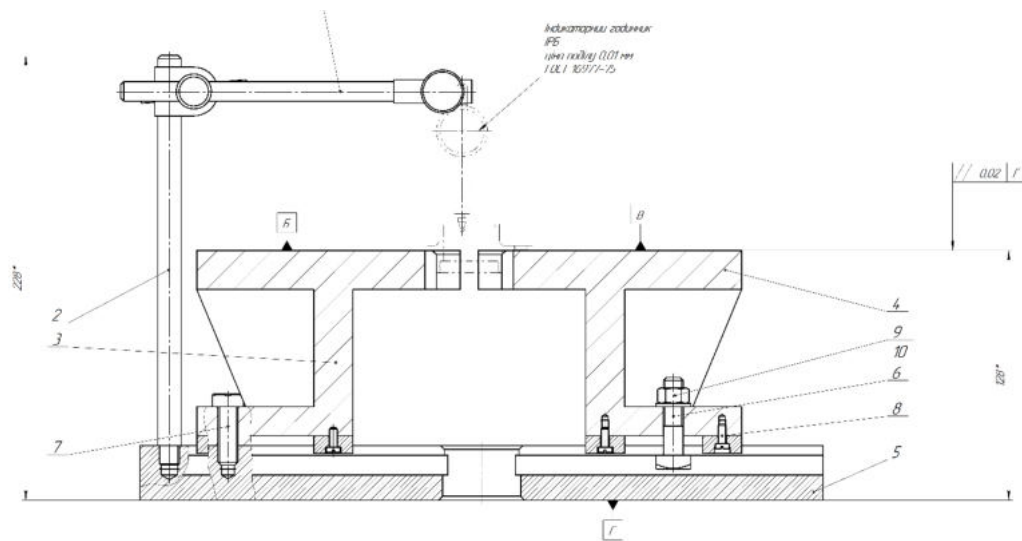


Рисунок 2.2 –Схема контролю деталі кільце упорне

2.3 Розрахунок на міцність деталі, її конструктивного елемента

3D –модель деталі кільце упорне представлено на (рис. 2.5)

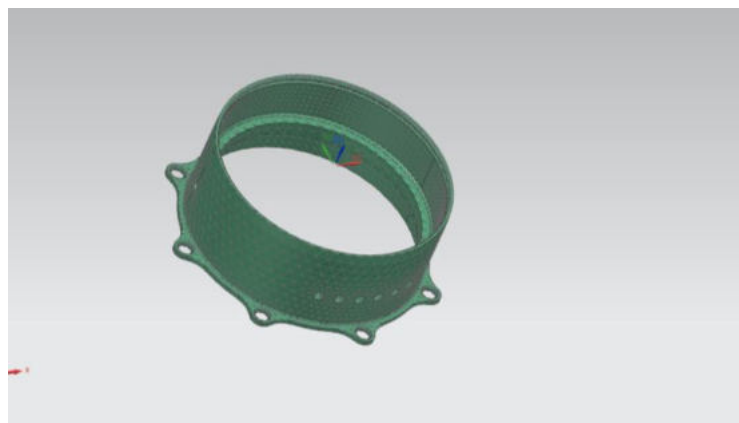


Рисунок 2.5 – 3D-модель деталі

Розбивка на сітку (рис.2.6)

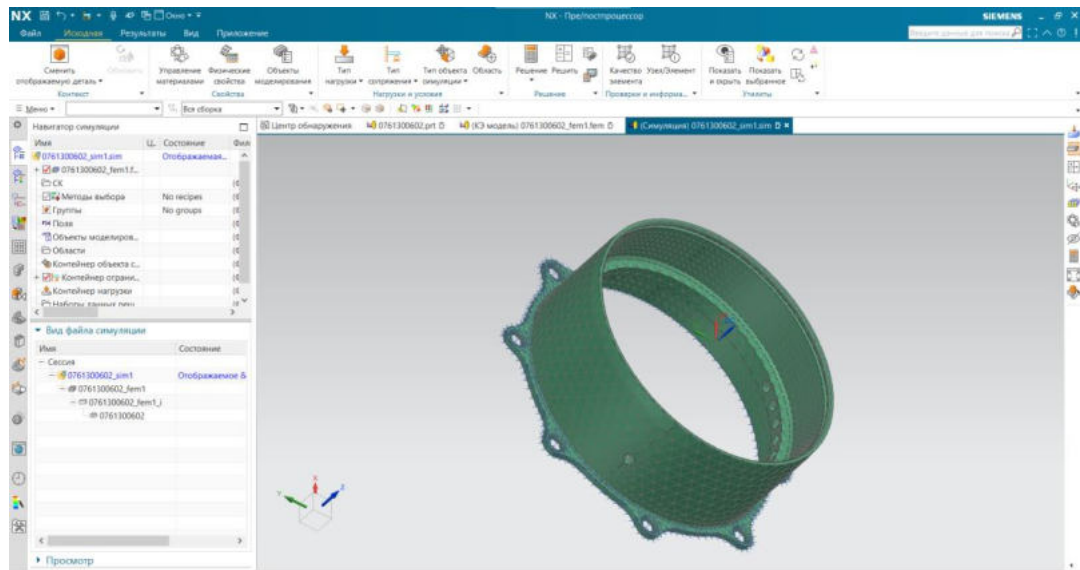


Рисунок 2.6 – Розбивка на сітку

Тип сполучення заділу на цю частину (рис. 2.7)

Тип навантаження- сила 100N на цю частину.

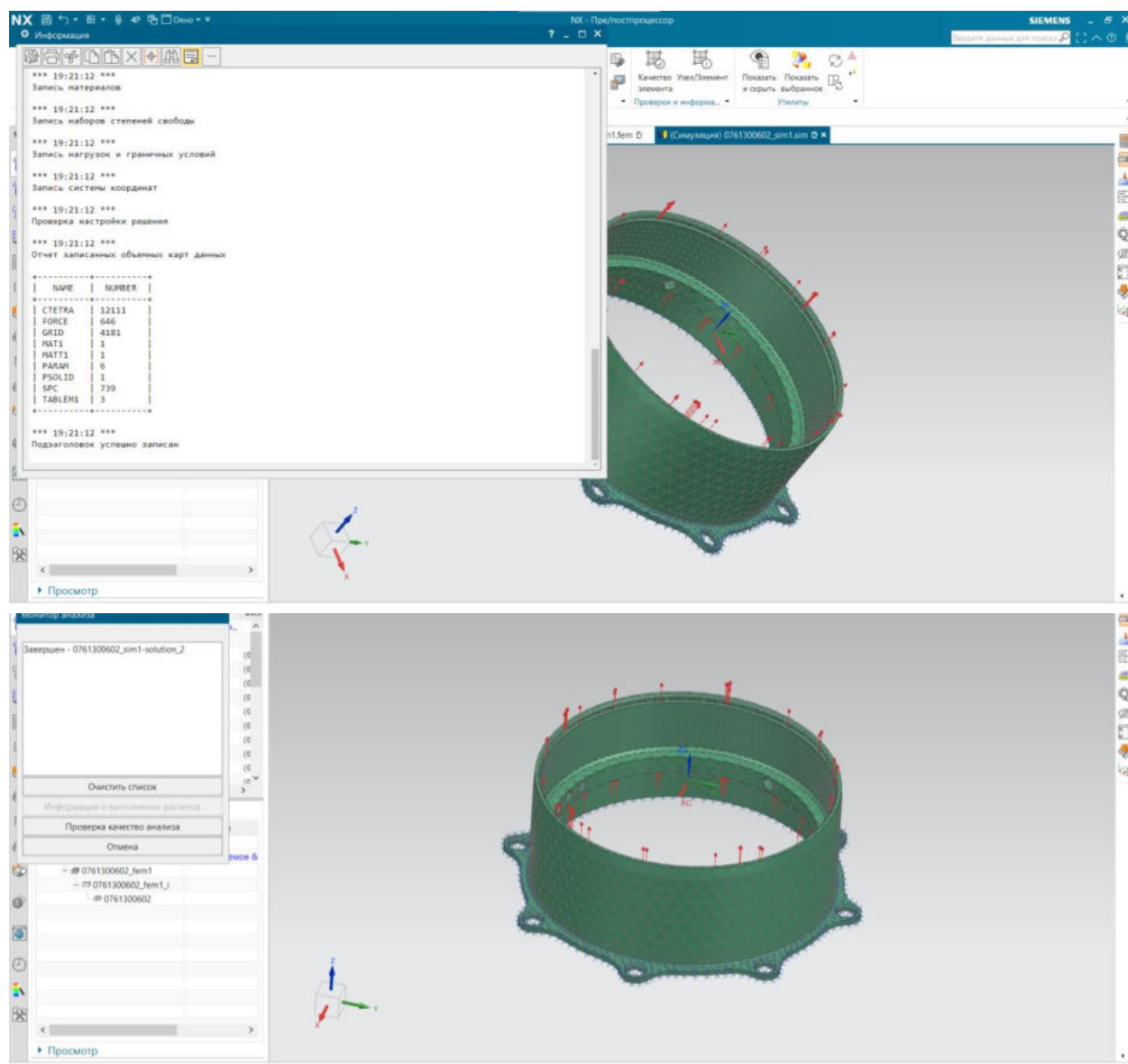


Рисунок 2.7- Заділ

Рішення (рис. 2.8)

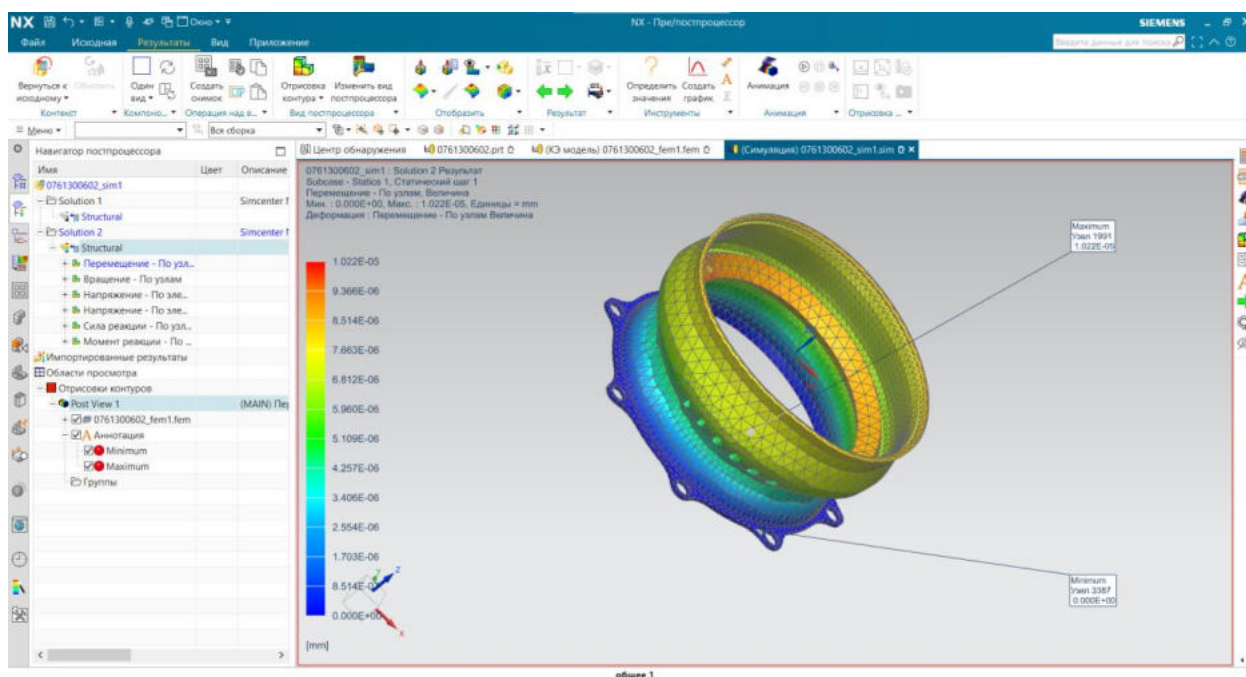


Рисунок 2.8 – Рішення

Переміщення по X

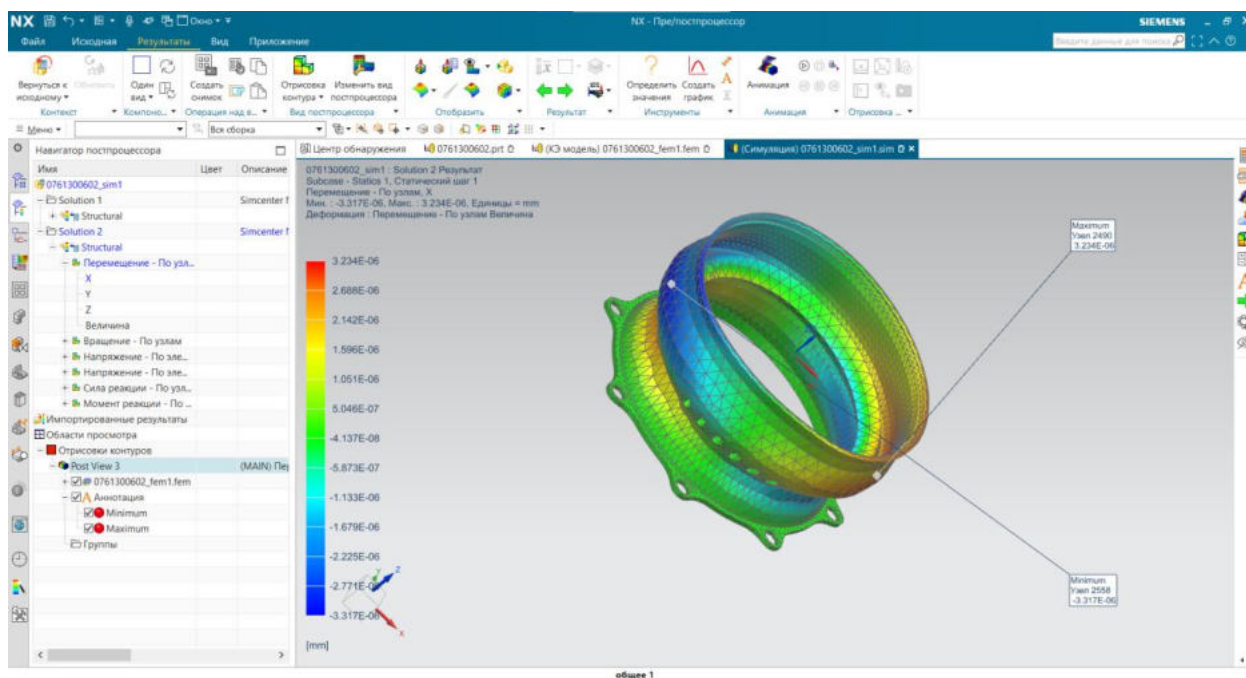


Рисунок 2.9 – Рішення по X

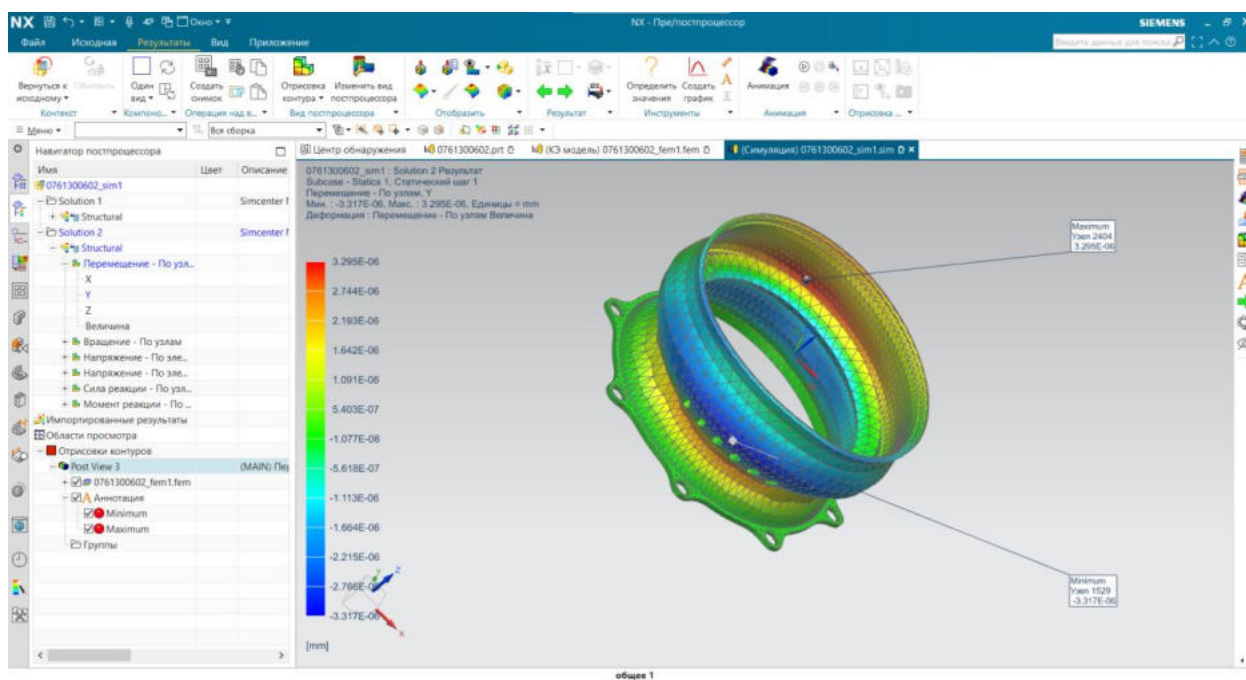


Рисунок 2.10 – Решения по Y

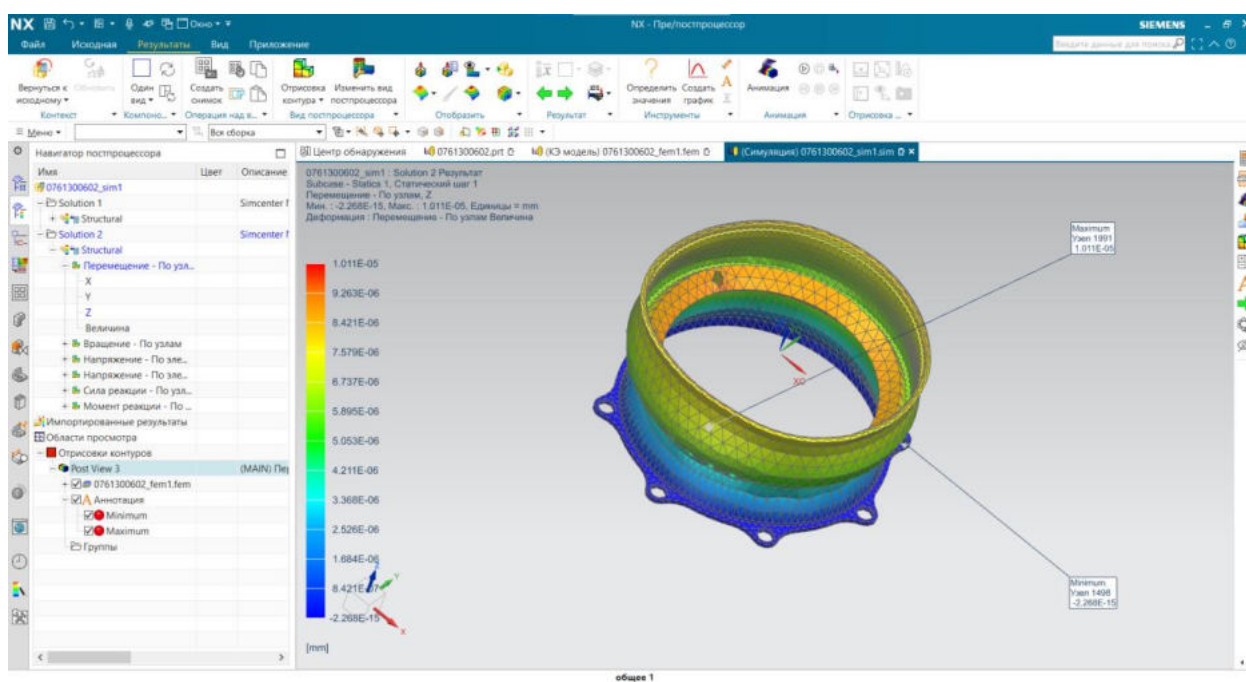


Рисунок 2.8 – Решения по Z

3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

Визначення необхідної кількості обладнання

Розрахунок кількості верстатів згідно формулі:

$$S_{pi} = \frac{t_{ш-к.i} \cdot N}{F_d \cdot 60}, \quad (3.1)$$

де $t_{ш-к}$ – штучно-калькуляційний час і-ой операції, хв;

N – річна програма випуску;

F_n – номінальний річний фонд часу роботи обладнання в 2023 році при двухзмінній роботі $F_d=4004$ годин.

Ефективний річний фонд часу роботи обладнання згідно формулі:

$$\Phi_{ef} = \Phi_n (1 - 0,01 \cdot K_n), \quad (3.2)$$

де K_n – коефіцієнт втрат часу на ремонт та обслуговування обладнання (K_n – 5...6% від номінального річного фонду).

$$\Phi_{ef} = 4004 (1 - 0,01 \cdot 4.6) = 3790 \text{ ч.}$$

Коефіцієнт завантаження обладнання розрахуємо за формулою:

$$K_{з.о.i} = \frac{S_{p.i}}{S_{п.i}} \quad (3.3)$$

Розрахуємо кількість верстатів та коефіцієнт завантаження обладнання при завантаженні дільниці по випуску «Кільця упорного».

Операція 015. Токарний (на 1 деталь) за формулою (3.1):

$$S_p = \frac{2,95 \cdot 5000}{3790 \cdot 60} = 0,064$$

$$S_{\pi} = 1 \quad K_{з.о} = \frac{0,064}{1} = 0,064$$

Отриманні результати зводимо до таблиці 3.1

Аналогічно отримуємо розрахунки по іншим операціям ТП.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані та результати розрахунку кількості обладнання на 1 деталь

Вихідні дані				Результати розрахунків		
№ оп.	Модель верстата	N,шт	t _{шт-к}	S _{pi}	S _{ni}	K _{3i}
015	Lynx-300M	5000	2,95	0,06	1	0,06
020	Lynx-300M		2,8	0,06	1	0,06
030	ЗЛ741ВФ10		7,37	0,16	1	0,16
040	3A228		8,1	0,17	1	0,17
045	3A228		2,9	0,06	1	0,06
055	Lynx-300M		2,7	0,06	1	0,06
060	1K62		5,0	0,1	1	0,1
070	ЗЛ741ВФ10		2,75	0,06	1	0,06
075	3A228		4,1	0,09	1	0,09
085	Lynx-300M		4,15	0,09	1	0,09
095	VX-4		5,0	0,1	1	0,1
105	3A228		5,71	0,12	1	0,12
110	ЗБ161		3,3	0,07	1	0,07
Всього					15	0,14

Середній розрахований коефіцієнт завантаження обладнання (на 1 деталь) за формулою:

$$\bar{K}_з = \frac{\sum S_p}{\sum S_{\pi}} \quad (3.4)$$

$$\bar{K}_3 = \frac{2,4}{15} = 0,14$$

Так як середній коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці нище прийнятого для серійного виробництва то робимо дозавантаження обладнання, та перерозрахунок кількості обладнання.

Заносимо розрахунки до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Вихідні дані по дозавантаженню верстатів

Результати розрахунку									
№ оп.	Модель верстату	N, шт	t _{шт-к} мин	Σt _{шт-к} мин	t _{шт-к} мин	Σt _{шт-к} мин	t _{шт-к} мин	Σt _{шт-к} мин	Ітого дозавантаження
			Корпус		Кольцо		Корпус		
015	Lynx-300M	5000	9,5	47500	9,5	47500	9,5	47500	142500
020	Lynx-300M		9,5	47500	9,5	47500	9,5	47500	142500
030	ЗЛ741ВФ10		11,023	55115	11,023	55115	9,533	47665	157895
040	3A228		12.218	61090	12.218	61090	10.567	52835	175015
045	3A228		10,695	53475	9,25	46250	10,117	50585	150310
055	Lynx-300M		10,695	53475	9,25	46250	10,117	50585	150310
060	1K62		10,695	53475	9,25	46250	10,117	50585	150310
070	ЗЛ741ВФ10		10,695	53475	9,25	46250	10,117	50585	150310
075	3A228		11,023	55115	11,023	55115	9,533	47665	157895
085	Lynx-300M		12.218	61090	12.218	61090	10.567	52835	175015
095	VX-4		10,695	53475	9,25	46250	10,117	50585	150310

Операція 045 (з урахуванням дозавантаження)

$$S_p = \frac{(10,695 + 9,25 + 10,117 + 2,8) \cdot 5000}{3790 \cdot 60} = 1,0$$

$$S_{\Pi} = 1 \quad K_{3.o} = 1$$

Отримані результати зводимо до таблиці 3.3

Аналогічно розробляємо розрахунки по іншим операціям ТП

Таблиця 3.3 – Вихідні дані та результати розрахунків кількості обладнання на 1 деталь

№ оп.	Модель верстата	Трудомісткість	Дозавантаження	S_{pi}	S_{ni}	K_{zi}
015	Lynx-300M	2,95	28,5	1,0	1	1,0
020	Lynx-300M	2,8	28,5	0,96	1	0,96
030	3Л741ВФ10	7,37	31,57	0,86	1	0,86
040	3A228	2,1	36,006	0,97	1	0,97
045	3A228	2,9	30,06	2,37	3	0,71
055	Lynx-300M	2,7	36,0	0,85	1	0,85
060	1K62	5,0		0,1	1	0,1
070	3Л741ВФ10	2,75	36,006	0,82	1	0,82
075	3A228	4,1		0,9	1	0,9
085	Lynx-300M	4,15		0,09	1	0,09
095	VX-4	5,0	30,06	0,77	1	0,77
105	3A228	5,71		0,12	1	0,12
110	3Б161	3,3	31,57	0,91	1	0,91
Всього					17	0,8

Середній коефіцієнт завантаження обладнання (на 1 деталь):

$$\bar{K}_z = \frac{\sum S_p}{\sum S_n} \quad (3.4)$$

$$\bar{K}_z = \frac{12,68}{17} = 0,8$$

Висновок: кінцевий тип виробництва приймаю серійний, закінчуємо, а форму організації ТП на лінії обробки кільця упорного перемінно-поточну.

В перемінно-поточному виробництві а особливо на підприємстві мотор січ тривалість операцій ТП необов'язково дорівнює або кратна такту випуску, однак усереднений неявний такт випуску для таких технологічних ліній присущ.

Можливість багатостанкового обслуговування:

$$t_o \geq t_{всп} + t_{пер} \quad (3.5)$$

Ця умова виконується для :

$$\text{Оп.045 } 6,09 > 1,45 + 0,15$$

$$\text{Оп.050 } 6,09 > 1,45 + 0,15$$

$$\text{Оп.135 } 5,25 > 1,33 + 0,15$$

Кількість верстатів, які може обслуговувати один працюючий в попередньо прийнятій зоні обслуговування, згідно формулі:

$$m_s = \frac{t_{o \max}}{t_{всп} + t_{пер}}, \quad (3.6)$$

де $t_{o \max}$ – максимально оперативний час на верстатах, намічених до об'єднання в зону обслуговування;

$t_{об}$ – час обслуговування робочим-оператором верстата

$t_{пер}$ – час на перехід від верстата до верстата.

$$\text{Оп.45 } m_s = \frac{6,09}{1,45 + 0,15} = 3,8$$

$$\text{Оп.055 } m_s = \frac{6,02}{1,45 + 0,15} = 3,8$$

$$\text{Оп.135} \quad m_s = \frac{5,25}{1,33 + 0,15} = 3,64$$

Кількість операторів по формулі:

$$R = \frac{S_{np}}{m_s} \quad (3.7)$$

$$\text{Оп. 45} \quad R = \frac{1}{3,8} = 0,26$$

$$\text{Оп. 50} \quad R = \frac{1}{3,8} = 0,26$$

$$\text{Оп.135} \quad R = \frac{1}{3,64} = 0,27$$

Висновок: враховуючи кількість обладнання та умови $t_{\text{оmax}} \geq \Sigma t_{\text{всп}} + \Sigma t_{\text{пер.}}$, котре виконується для оп. 45, 50, 135 - то 3 верстати обслуговує 2 людини.

4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Застосування цангових затискачів істотно збільшує продуктивність і точність при виготовленні деталей, так як цанги мають властивість самоцентрувати деталь, що обробляється, і дозволяють легко виробляти зміну оброблюваних деталей, що позитивно відображається в масовому виробництві деталей.

Т.я. радіальні переміщення всіх пелюсток цанги відбуваються одночасно і з однаковою швидкістю, то цанговий механізм набуває властивостей самоцентрування.

Порівняно з трикулачковим патроном, цанговий механізм забезпечує більш швидке закріплення заготовки, а також центрування. Дуже зручний і застосовується у серійному виробництві. До недоліків можна віднести - вузький діапазон заготовок, що закріплюються, тобто. для кожного діаметра є своя цанга.

Порівняємо заміну 3х кулачкового патрону на цангу на токарних операціях.

Пристосування вважається рентабельним, якщо річна економія, отримана від його застосування, більше пов'язаних з ним річних витрат.

Собівартість C_a використання нового (модернізованого) пристосування розраховують за формулою [17]:

$$C_a = Z_a \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_a}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) \quad (4.1)$$

Собівартість використання C_b при використанні старого пристрою розраховують за формулою [17]:

$$C_B = Z_B \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_B}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) \quad (4.2)$$

де Z_a , Z_b - заробітна плата робітника за одну деталь відповідно для нового та старого пристосування, грн;

H - цехові накладні витрати у % до заробітної плати; $H=200\%$

S_a , S_b - витрати на виготовлення відповідно нового та старого пристосувань, грн;

$S_a=20000$ грн; $S_b=14620$ грн

Π - річна програма випуску деталей, $\Pi=5000$ шт;

A - строк амортизації пристосування в роках, $A=3$ роки;

q - витрати, пов'язані з експлуатацією пристосувань (ремонт, регулювання, зберігання) $=20\%$ від їх вартості;

$q_a=4000$ грн

$q_b=2924$ грн

Для підрахування заробітної плати робітника використовуємо формулу [17]:

$$Z = t_{шт} \cdot Z_{хв} \quad (4.3)$$

де $t_{шт}$ - штучно-калькуляційний час;

$Z_{хв}$ - хвилинна ставка робітника, грн

$$Z_a = 0,589 \cdot 2,2 = 1,3 \text{ грн}$$

$$Z_b = 1,52 \cdot 2,2 = 3,34 \text{ грн}$$

Визначимо собівартість C_a використання нового (модернізованого) пристосування за формулою (4.1):

$$C_a = 1,3 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{20000}{5000} \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{4000}{100}\right) = 165,22 \text{ грн}$$

Визначимо собівартість використання C_b при використанні старого пристрою за формулою (4.2):

$$C_b = 3,34 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{14620}{5000} \cdot \left(\frac{1}{1} + \frac{2924}{100}\right) = 98,44 \text{ грн}$$

Собівартість залежить в основному від річної програми випуску деталей. Програма випуску Π_k - програма при якій обидва порівнюваних варіанти пристосувань економічно рівноцінні [17]

$$\Pi_k = \frac{(S_a - S_b) \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right)}{(3_b - 3_a) \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right)} \quad (4.4)$$

$$\Pi_k = \frac{(20000 - 14620) \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{4000}{100}\right)}{(165,22 - 98,44) \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right)} = 1083 \text{ шт}$$

Т.я. задана річна програма $\Pi > \Pi_k$, то більш вигідно застосовувати більш складне пристосування [17].

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Оскільки тема дипломного проекту «Проектування технологічного процесу виготовлення кільця упорного», тому нижче розглянемо заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієна праці і пожежної безпеки при експлуатації токарних, фрезерних, шліфувальних верстатів в механічному цеху відповідно до методичних вказівок [18]

На основі аналізу роботи існуючого устаткування і технологічних процесів цеху, згідно ГОСТ 12.0.003-74 "ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі чинники. Класифікація". знайдені наступні небезпечні і шкідливі виробничі чинники, здатні привести до травм або ушкодження здоров'я працівників і завдати збитку довкіллю: механізми токарних, фрезерних, шліфувальних верстатів, що обертаються і рухаються, заготовки які обробляються, різальні інструменти різці, фрези, свердла, утворення стружки, розбризкування охолоджувальної рідини, що змащує, вібрація, підвищений рівень шуму електричний струм і так далі.[18]

Заходи по забезпеченню безпеки:

Безпека технологічного устаткування забезпечується правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, матеріалів і робочих процесів і відповідає ГОСТ 12.2.061 - 81 "Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки". За мірою електробезпеки, згідно НПАОП 40.1-1.32-01 "Правила будови електроустановок. [18]

Захисні заходи безпеки електроустановок будівель виконані відповідно до вимог глави ПУЕ і ГОСТ 12.2.007.0-75 "Виробів електротехнічних. Загальні вимоги безпеки". [18]

Необхідно дотримуватися великої обережності при роботі з деталями, що мають гострі кромки, щоб не порізати руки. Не можна близько нахилятися до деталей при запресовці, оскільки при випадковій їх поломці осколки можуть поранити особу.[18]

У цеху з метою зниження кількості важкої ручної праці встановлені кран-балки, які призначені для транспортування пристосувань і переміщення тари з партією заготовок від верстата до верстата.

Перед роботою з вантажопідіймальними механізмами перевіряється дата його випробування (попередня - не пізніше ніж 1 рік тому).

Стружка і пил магнієвих і титанових сплавів зберігаються в закритій металевій тарі. За наявності спеціальних приміщень стружку і пил магнієвих сплавів зберігаються у відкритій тарі (окрім магній-літєвих сплавів). У місцях зберігання титанових і магнієвих сплавів обов'язково знаходяться засоби пожежогасінні: сухий пісок, доломітовий пил, порошковий флюс, вогнегасники, заряджені порошковими речовинами.

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії і гігієни праці відповідають вимогам МОУ 06.05.2014р за №472/25249 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу". У відповідності ДСанПіН 173-96 "Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів" за наявності шкідливих виробничих чинників, клас виробництва - четвертий. Для забезпечення заданих параметрів повітря цілорічно використовують нагрів гарячою водою (вода з власної котельни) і охолодження холодною водою (вода зі свердловини з попереднім охолодженням). [18]

Висновки: Передбачений для цеху комплекс заходів по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки безпечний, а також забезпечені комфортні умови праці робітників.

ВИСНОВКИ

Детально розроблений технологічний процес виготовлення кільця упорного. Вибраний і економічно обґрунтований метод отримання заготовки. Призначені припуски на заготовку. Режими різання і технічні норми часу призначені і визначені по рекомендаціях нормативних документів авіаційній промисловості. Розроблена розрахунково-технологічна карта для обробки корпусу на токарному верстаті з ЧПК.

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

У частині по охороні праці приведена повна характеристика ділянки механічної обробки кільця упорного з точки зору безпеки проведення робіт.

Складений альбом технологічної документації на виготовлення кільця упорного.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін з технологічних методів виробництва заготовок для студенті спеціальностей: 8.090101 Прикладне матеріалознавство; 8.090202 Технологія машинобудування; 8.090203 Металорізальні верстати та системи; 7.090260 Технологія будування авіаційних двигунів, денної форми навчання/ Укл. В.М. Плєскач, І.В. Акімов – Запоріжжя: ЗНТУ, 2020. - 82 с.

2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Технології машинобудування» (розділ – проектування технологічних процесів), для студентів напрямку 6.050502. Спеціальності «Металорізальні верстати та системи» усіх форм навчання,/ Укл.: О.В.Алексєєнко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2021. – 86с.

3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. С74 Т. 1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. 656 с.

4. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/В. И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н. Д. Юдина и др.; Под общ. ред. В. И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. 400 с.

5. Справочник нормировщика-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/под ред. Е. И. Стружестраха, 1961.890 с. 39. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении / Е.Я. Юдин, С.В. Белова – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983.- 432 с.

6. Люманов Е.М. Безпека технологічних процесів та обладнання на машинобудівних підприємствах / Е.М. Люманов // – Сімферополь: ВАТ «Сімферопольська міська друкарня» (СГТ), 2008. – 128 с.

7. Піскун І.П. Охорона праці в галузі машинобудування / Р.Є. Стець, І.О. Трунова. // – Суми: Університетська книга, 2011. - 557с.

8. "Справочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.1,-М.:Машиностроение,1979,-728с., ил.
9. "Справочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.2,-М.:Машиностроение,1979,-559с., ил.
10. "Справочник нормировщика"/А.В. Ахумов и др.- Л.:Машиностроение, 1986.-458., ил.
11. Горошкин А.К. "Приспособления для металлорежущих станков". Справочник - М.:Машиностроение,1979.303с., ил.
12. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. "Станочные приспособления" - М.: Машиностроение, 1973.-344с.
13. Ансеров М.А. "Приспособления для металлорежущих станков".- Л.: Машиностроение,1975.-656с.
14. "Допуски и посадки: Справочник" под ред. Мягкова ВД., т.1-Л.: Машиностроение,1978-544с., ил.
15. "Допуски и посадки: Справочник" под ред. Мягкова ВД., т.2-Л.: Машиностроение,1978-545с., ил.
16. Секацкий В. Ф. Методы и средства измерений и контроля [Текст]: учебное пособие / В. С. Секацкий, Н.В. Мерзликина. - Красноярск: ИСЦСФУ, 2007. - 286 с.
17. Методичні рекомендації для дипломного проектування "Оцінка економічної ефективності технічних рішень" для студентів зі спеціальності 131
18. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» за освітньою програмою (спеціалізація) «Технологія машинобудування»; 133 «Галузеве машинобудування» за освітньою програмою (спеціалізація) «Металорізальні верстати та системи; «Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок» / Укл. : В.І. Шмирко – Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 32 с.

Формат	Зона	Позиц.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка	
				Збірні одиниці			
		1		Золотниковий вузел	1		
		2		Передня дабка	1		
		3		Цанговий механізм	1		
				Деталі			
		5		Кільце прижимне	1		
		6		Перехідний фланець	1		
		7		Шпindelь	1		
		8		Корпус цанги	1		
		9		Цанговий затискач	1		
		10		Кришка	1		
		11		Заготовка	1		
		12		Прижимна шайба	1		
		13		Кільце ущільнююче	1		
		14		Втулка	1		
				НУЗП 291346.004			
Зм.	Лист т	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Медведева				Літера	Лист 1	Листів 2
Перев.	Вишнепольський						
					НУЗП Гр. МЗ-110 сп		
Н. Контр.	Дядя						
Затв.	Дядя						
Цанговий механізм з пневмокамерою							

[illegible]

*Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»*

*Альбом
технологічної документації
деталь «Кільце упорне»*

Виконав ст. групи Мз- 110сп

Медведєва В.О.

Керівник

Вишнепольський Є.В

Нормоконтроль, доцент

Дядя С.І.

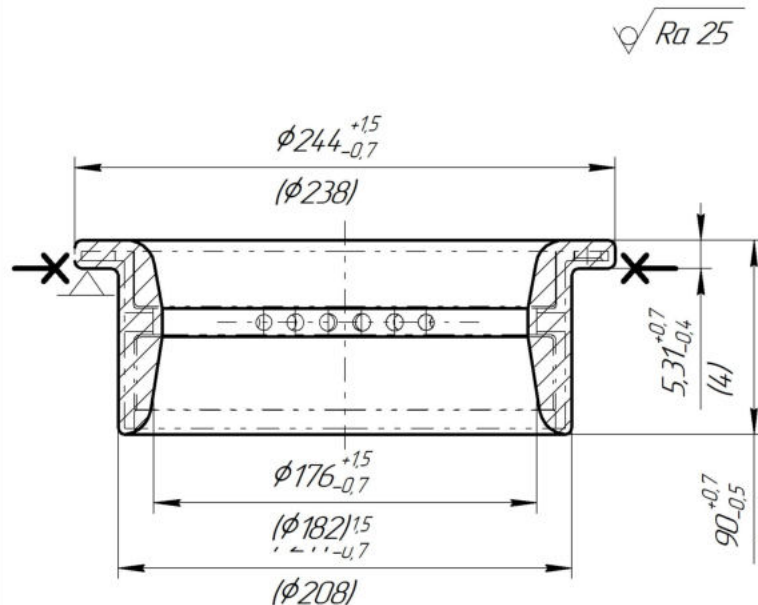
2023

Діючі			
Зам.			
Ориг.			

Гл. технолог
Нач. БПМ

Форма 170-162

				НУЗП 0214.123004				1	1
Розроб.	Медведєва В.О.			НУЗП	НУЗП 712.001.004				
Перевір.	Вишнєпольський								
Н. контр.	Дядя С.					Кільце упорне			005



Технічні умови на заготовку			
Матеріал	Заготовка		
Найменування та марка	Код	Код та вид	Профіль та розміри
14X17H2		Штамповка	$\phi 244 \times 90$
Технічні умови		Маркування	Твердість
ГОСТ 5632-2014			128
Сортамент		Допустима кривизна	
ГОСТ 7505-89		2 мм на довжині 1 м	
Розмір вихідного матеріалу		Норма витрат	
		Кіл. дет. із заз.	Маса
		1	195

- 1 Група контролю 1 за ОСТ 90074-72.
- 2 Зовнішні штамповочні нахили 5°
- 3 Облой до 0,9 мм на стороні
- 4 Зміщення штампів до 0,6 мм

Дуьд			
Взам			
Подн			

ИУЗП 0214.123004

3

7

[illegible]

M 01	Сталь 14Х17Н2 ГОСТ 5632-2014																			
M 02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки		Профиль та розміри			КД	МЗ						
			к2	1,28	1	0,35	0,65	штамповка		φ244х90			1	195						
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції				Обозначение документа											
Б					Код найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИЛ	ЕН	ОП	Кит	Тлз	Тит	
A 03				005	2170 Заготовка штамповка									10T №1						
Б 04	38	2101	Пресс						2	13229	5	2	1	1	1	100	1	10		
05																				
A 06				010	5000 Термічна обробка									10T №4						
Б 07	34	4210	Електропіч						3	19100	5	2	1	30	1	100	1	5		
08																				
A 09				015	4233 Токарна з ЧПК									10T №4						
Б 10	38	1021	Токарний з ЧПК	Lynx-300 M					2	19149	4	1	1	1	1	100	1	25	2,95	
11														10T №4						
A 12				020	4233 Токарна з ЧПК					2	19149	4	1	1	1	100	1	30	15,62	
Б 13	38	1021	Токарний з ЧПК	Lynx-300 M																
14																				
A 15				030	4133 Шліфувальна									10T №3						
Б 16	38	1313	Плоскошліфувальний	З/174 1ВФ10					2	19149	5	1	1	1	1	100	1	25	2,2	
МК																				

Людл			
Вэпм			
Попп			

Лист 2

НУЗП 712.454.004

M₃-110.1014.100001

[illegible]

Лудл			
Взам			
Подп			

Лист 3

НУЗП 712.454.004

M3-110.1014.100001

[illegible]

Дудл			
Взам			
Подп			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

НУЗП 0214.123.004 1 1

Разраб. Медведева В.О.

НУЗП

НУЗП 712.454.004

Мз-110.21141.00004

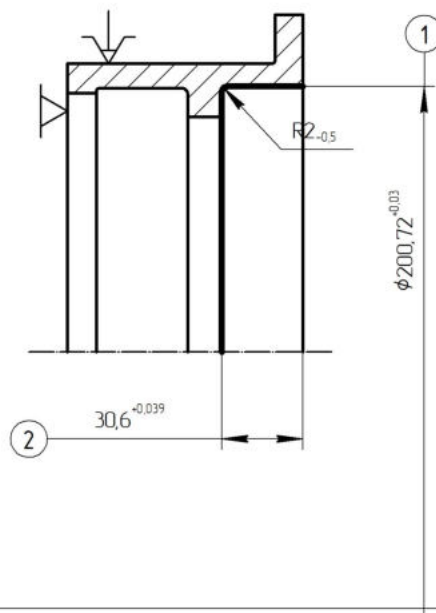
Провер. Вишнепольский

Н. контр. Дядя С.И.

Кільце упорне

040

Ra 16



КЭ

[illegible]

Дудл			
Вэам			
Подн			

НУЗП 0114 123.004

7

7

Разраб.	Медведева В.О.
---------	----------------

НУЗП

НУЗП 712.454.004

M3-110.2014.1000004

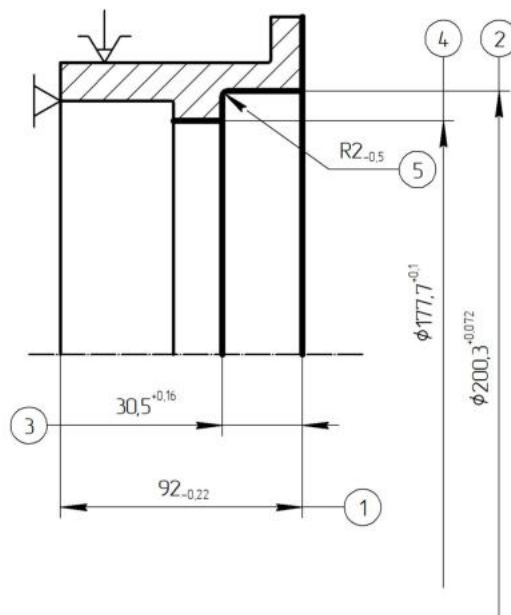
Провер.	Вишнепольський Є.В.
---------	---------------------

Н. контр.	Дядя С.
-----------	---------

Кільце упорне

015

✓ Ra 3,2



K3

[illegible]

Разроб.	Медведева В.О.			НУЗП	НУЗП 712.454.004		Мз-110.2014.1.00004			
Провер.	Вишнепольский Е.В.									
Н. контр.	Дядя С.			Кільце упорне						015

<i>P</i>		<i>ΠΙ</i>	<i>D</i> или <i>B</i>	<i>L</i>	<i>f</i>	<i>l</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>
<i>O 01</i>	1 Встановити та закріпити деталь								$t_y=0,4$
<i>T 02</i>	ΠΡ Пристрій спеціальний								
<i>O3</i>									
<i>O 04</i>	2. Підрізати торець за програмою дотримуючись розміру 1								
<i>T 05</i>	ΒΙ Блок інструментальний								
<i>06</i>	PII Різець підрізний 2112-0084 ВК6 по ГОСТ 18880-73								
<i>07</i>	CI Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89								
<i>P 08</i>		01		92	3,0	1	0,06	180	60
<i>09</i>	3. Розточити поверхню за програмою дотримуючись розміру 4								
<i>T 10</i>	ΒΙ Блок інструментальний								
<i>11</i>	PII Різець розточний 2140-0010 ВК4 по ГОСТ 18882-73								
<i>12</i>	CI Нутромір НИ 160-250-1 ГОСТ 868-82								
<i>P 13</i>		01	177,7	40	2,5	1	0,06	150	54,4

OK

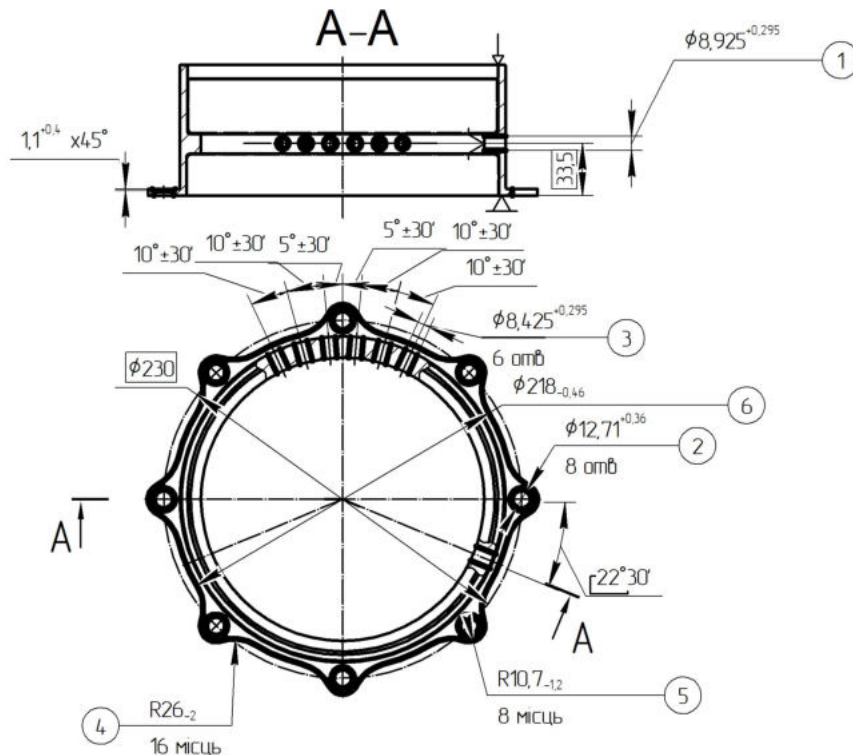
015

[illegible]

Дydd			
Bзам			
Пoдн			

[illegible]

Разработ	Медведева В.О.				НУЗП	НУЗП 712.454.004				Мз-110.2014.1000004
Провер	Вишнепольский									
Н. контр.	Дядя С.					Кільце упорне				095



 Ra 6,3

KЭ

[illegible]

[illegible]