

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 : Удосконалення технологічного процесу виготовлення вал-шестерні
особливого призначення

Виконав: ст. гр. Мз-110сп

Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма (спеціалізація)

«Технології машинобудування»

Логвиненко О.С.

Керівник : Кононов В.В.

Рецензент: Широкобоков В.В.

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

Інститут, факультет Машинобудівний
 Кафедра Технологія машинобудування
 Рівень вищої освіти (бакалавр) _____
 Спеціальність 131 Прикладна механіка
 Освітня програма (спеціалізація) Технології машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри С.І.Дядя

“ _____ ” _____ 20__ року

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

Логвиненко Олексія Сергійовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) : Удосконалення технологічного процесу виготовлення вала-шестерні особливого призначення

керівник проекту (роботи) Кононов В.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= 25000дет

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Технологічна частина; 2 Конструкторська частина; 3Проектування дільниці; 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 та деталі, маршрут виготовлення деталі, креслення робочого пристосування,

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання 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 _____ **Олексій ЛОГВИНЕНКО**

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ **Віталій КОНОНОВ**

 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 102 с , 11 табл., 17 рис.. 2 дод., 20 джерел.

ВАЛ, ВЕРСТАТ, ЗАГОТОВКА, ІНСТРУМЕНТ, МАРШРУТ
ОБРОБКИ, НОРМУВАННЯ, ОПЕРАЦІЯ, ПРИСТОСУВАННЯ, РЕЖИМИ
РІЗАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

Об'єкт дослідження – вал-шестерня двигуна АІ-450.

Метою дипломного проекту є удосконалення технологічного процесу виготовлення вала-шестерні особливого призначення.

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний.

В дипломному проекті за рахунок використання сучасного та прогресивного обладнання та оснастки вдосконалено технологічний процес виготовлення валу-шестерні особливого призначення, економічно обґрунтовано удосконалення пристосування за рахунок гідроприводу. Розраховано режими різання, норми часу. Розроблена операція з ЧПК в прогресивній програмі NX. Досліджено міцнісні характеристики деталі. Виконано розрахунок технологічного обладнання та робітників на ділянці, передбачені заходи з охорони праці.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	7
ВСТУП	8
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі	9
1.2 Визначення типу виробництва і форми організації робіт	11
1.3 Вибір виду і способу отримання заготовки	12
1.4 Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі	16
1.4.1 Вибір технологічних баз	16
1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь	17
1.4.3 Маршрут виготовлення деталі	25
1.5 Розрахунок операційних припусків і технологічних розмірів	29
1.6 Розрахунок режимів різання	35
1.7 Технічне нормування операцій	50
1.8 Розробка операції на високопродуктивних верстатах з ЧПК, з використанням NX CAM	58
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	65
2.1 Проектування робочого пристосування	65
2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування	65
2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність	66
2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу	69
2.2 Проектування контрольного пристосування	73
2.2.1 Конструкція і принцип роботи контрольного пристосування	73
2.3 Розрахунок на міцність деталі, її конструктивного елемента	75
3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ	79
4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	84

5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	87
ВИСНОВОК.....	88
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	89
ДОДАТОК А СПЕЦИФІКАЦІЯ РОБОЧОГО ПРИСТОСУВАННЯ	91
ДОДАТОК Б ТЕХНОЛОГІЧНІ КАРТИ	93

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

ГКМ – горизонтально кувальна машина

КГШП – кривошипний гарячештампувальний прес

КВМ – коефіцієнт використання матеріалу

МВД – маршрут виготовлення деталі

ЧПК – числове програмне курування

ОРЗ – охолоджуюча рідина, що змащує

РТК – розрахунково-технологічна карта

КП – керуюча програма

ВСТУП

При проектуванні технологічних процесів виготовлення деталей машин необхідно враховувати основні напрямки у сучасній технології машинобудування:

- Наближення заготовок за формою, розмірами та якістю поверхонь до готових деталей, що дає можливість скоротити витрату матеріалу, значно знизити трудомісткість обробки деталей на металорізальних верстатах, а також зменшити витрати на ріжучі інструменти, електроенергію та інше.

- Підвищення продуктивності праці шляхом застосування: автоматичних ліній, автоматів, агрегатних верстатів, верстатів з ЧПК, досконаліших методів обробки, нових марок матеріалів різальних інструментів.

- Концентрація декількох операцій на одному верстаті для одночасної або послідовної обробки великою кількістю інструментів з високими режимами різання.

- Застосування прогресивних високопродуктивних методів обробки, що забезпечують високу точність та якість поверхонь деталей машини, методів зміцнення робочих поверхонь, що підвищують ресурс роботи деталі та машини в цілому, ефективне використання автоматичних та потокових ліній, верстатів з ЧПК.

Все це спрямоване на вирішення головних завдань: підвищення ефективності виробництва та якості продукції.

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції і службового призначення деталі

Вали, як елемент механізму, розрізняються між собою згідно свого службового призначення, конструкційному оформленню, розмірам та використаним конструкційним матеріалам.

Ескіз вала-шестерні особливого призначення надано на рис. 1.1.

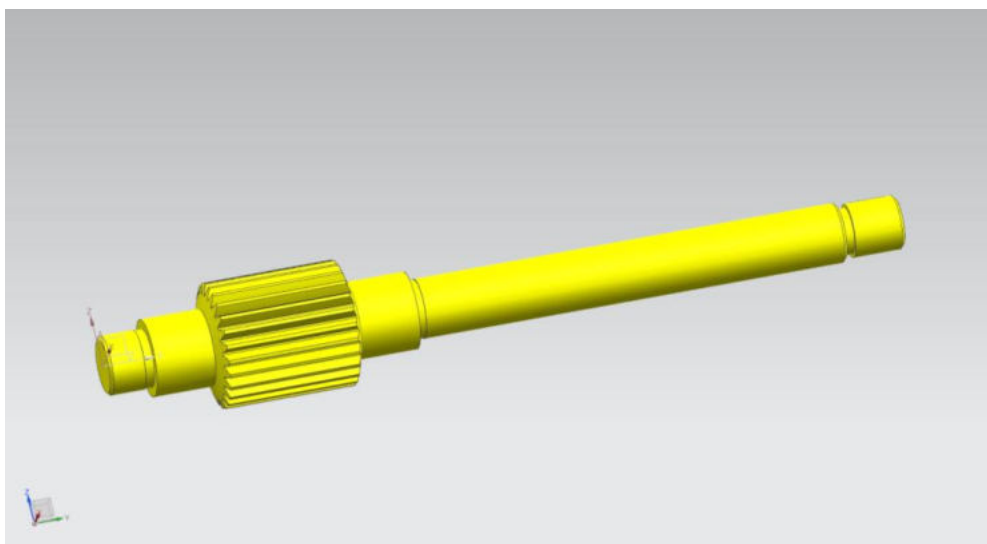


Рисунок 1.1 – Вал-шестерня особливого призначення

Даний вал-шестерня має довжину 272 мм та декілька ступеней з зубчатим вінцем. Максимальний діаметр 42мм.

Службове призначення деталі: вал-шестерня призначений для передачі крутних моментів.

Матеріал деталі Вал-шестерня – Сталь 50 . Характеристика сталі надана в таблицях 1.1, 1.2.

Таблиця 1.1 - Характеристика сталі 50

Марка :	50
Замінник:	45, 50Г, 50Г2, 55
Класифікація :	Сталь конструкційна вуглецева якісна
Застосування:	зубчаті колеса, прокатні валки, штоки, тяжконавантажені вали, вісі, бандажи, малонавантажені пружини та ресори, лемехи, муфти щеплення коробок передач, корпуси форсунок та інші деталі, які працюють на тертя.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад в % Сталі 50 ГОСТ 1050 - 88

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.47 - 0.55	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

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 деталь проходить цементацію та відпал, загартування та відпустку.

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

Корозійна стійкість: сталь після механічної обробки та пасування має недостатню корозійну стійкість. Потрібний додатковий захист поверхонь

деталі від корозії та консервація при зберіганні. Зовнішні поверхні деталі захищаються лакофарбовими покриттями.

1.2 Визначення типу виробництва і форми організації робіт

В залежності від розміру виробничої програми, характеру продукції, а також технічних та економічних умов здійснення виробничого процесу усі різноманітні виробництва умовно діляться на три загальні види: одиничне, серійне та масове. У кожного з цих видів виробничий та технологічні процеси мають свої характерні риси, та кожному з них відноситься певна форма організації роботи.

На даному етапі проектування важко правильно визначити тип виробництва, тому проводимо попереднє визначення типу виробництва згідно виробничої програми та маси деталі.

Попередньо тип виробництва обираємо згідно таблиці 1.3, знаючи масу деталі і річну програму випуску.

Таблиця 1.3.-Вибір типу виробництва

Тип виробництва	Кількість обробляємих деталей за рік		
	важкі, $m > 100$ кг	середні, $m = 10..100$	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
багатосерійне	300...1000	500...5000	5000...50000
масове	понад 1000	понад 5000	понад 50000

Ураховуючи масу деталі $m=1,1$ кг та річну програму випуску $N = 25000$ штук, тип виробництва можна визначати багатосерійним.

Форми організації технологічних процесів згідно ГОСТ 14312-74 залежить від визначеного порядку виконання операцій ТП, розташування технологічного обладнання, кількості виробів.

Для обробки даної деталі обираємо поточну форму організації ТП.

1.3 Вибір методу отримання заготовки

В даному розділі для удосконалення технологічного процесу виготовлення валу-шестерні запропонуємо заміну метода отримання заготовки. Для цього порівняємо два види заготовок.

Вихідні дані:

Матеріал деталі: Сталь 50 ГОСТ 1050- 77

- методом штамповки на КГШП нормальної точності;
- методом штамповки на КГШП підвищеної точності.

Визначення собівартості однієї заготовки, отриманої штамповкою підвищеної точності при використанні закритої штамповки на КГШП з класом точності Т2:

Група сталі – М2

Ступінь складності заготовки – С2

Маса заготовки:

$$m_{\text{заг}} = 1,44 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) за формулою [2] :

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}} \quad (1.1)$$

де $m_{\text{дет}}$ – маса деталі;

$m_{\text{заг}}$ – маса заготовки.

$$K_{\text{вм}} = \frac{1,1}{1,44} = 0,764;$$

Кошти потрібні на одну заготовку визначаються за формулою [2]:

$$C_{\text{заг}} = \frac{C_i}{1000} \cdot m_{\text{заг}} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} - (m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}}) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}; \quad (1.2)$$

де C_i – базова вартість однієї тони заготовок;

K_T – коефіцієнт, що залежить від класу точності;

K_C – коефіцієнт, що залежить від групи складності;

K_B – коефіцієнт, що залежить від маси;

K_M – коефіцієнт, що залежить від матеріалу;

K_{Π} – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовок;

S – вартість 1 тони матеріалу заготовки – 5000 грн;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони стружки – 140 грн;

$$C_z = \frac{1,44 \cdot 5000}{1000} \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,75 \cdot 0,8 - (1,44 - 1,1) \cdot \frac{140}{1000} = 5,99 \text{ грн};$$

Визначення собівартості однієї заготовки, отриманої штамповкою нормальною точності при використанні штамповки на КГШП з класом точності Т2:

Група сталі – М2

Ступінь складності заготовки – С2

Маса заготовки:

$$m_{\text{заг}} = 1,8 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) за формулою 1.1:

$$K_{\text{вм}} = \frac{1,1}{1,8} = 0,611$$

Вартість однієї заготовки за формулою (1.2):

$$S = 3500 \text{ грн};$$

$$S_{\text{відх}} = 140 \text{ грн};$$

$$C_z = \frac{1,8 \cdot 3500}{1000} \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,75 \cdot 0,8 - (1,8 - 1,1) \cdot \frac{140}{1000} = 5,18 \text{ грн};$$

Ескіз штамповки показаний на рисунку 1.2. Результати розрахунку собівартості записані у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Результати розрахунку собівартості заготовок

Показники	Позн.	Од. вимір.	Варіанти	
			Штамповка підвищ. точн.	Штамповка звич. точн.
Маса деталі	$m_{\text{дет}}$	кг	1,1	1,1
Маса заготовки	$m_{\text{заг}}$	кг	1,44	1,8
КВМ	$K_{\text{им}}$		0,764	0,611
Базова ціна заготовки	C_i	грн	5000	3500
коефіцієнти	K_t		1,05 1 0,75 1,33 0,8	
	K_m			
	K_c			
	K_b			
	K_n			
Вартість однієї тони стружки	$S_{\text{відх}}$	грн	140	
Вартість однієї заготовки	$S_{\text{заг}}$	грн	5,99	5,18

собівартість. Але для багатосерійного виробництва переважно використовувати штамповку звичайної точності, так як вартість обладнання підвищеної точності набагато вища ніж вартість звичайного обладнання та воно використовується у масовому виробництві

Економічний ефект від використання заготовки – штамповки звичайної точності визначимо за формулою [2]:

$$E = (S_{заг1} - S_{заг2}) \cdot N \quad (1.3)$$

$$E = (5,99 - 5,18) \cdot 25000 = 20250 \text{ грн}$$

1.4 Проектування маршруту виготовлення деталі

1.4.1 Вибір технологічних баз

Технологічна база визначає положення деталі на верстаті щодо траєкторії руху ріжучого інструменту і знаходиться в безпосередньому контакті з елементами пристосування.

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

В опер.010 готуємо бази, зрізуючи дефектний поверхневий шар заготовки після штампування та термообробки, зовнішні торці, для чорнової та напівчистої обробки деталі (опер.015, 020)

В кінцевих операціях деталь встановлюється у спеціальне фрезерне пристосування з упором у проточений торець, центрується за зовнішнім діаметром.

При виконанні шліфувальних операцій використовуються спеціальні оправлення, в яких деталь центрується з упором у торець. З кожною

операцією шорсткість поверхонь стає меншою, що супроводжується підвищенням точності баз.

1.4.2 Проектування маршруту обробки поверхонь (МОП)

Позначаємо поверхні номерами, згідно рисунку 1.4

Встановлюємо характеристики поверхонь у заготовки та деталі.
Результати заносимо у таблицю 1.5.

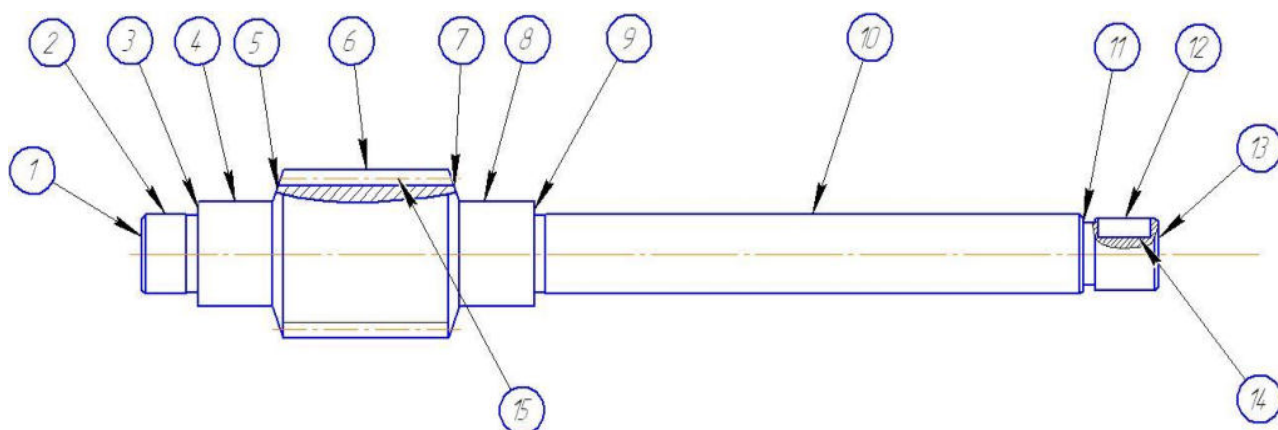


Рисунок 1.4 – Поверхні з номерами

Таблиця 1.5 – Характеристика основних поверхонь деталі.

№ пов-ні та основні габ-і р-ри	Характеристика поверхні		Показники							
			Квалітет точності розміру		Допуски, точність та форма розташуванн я		Шорсткі сть		Тверд.	
			З	Д	Биение		З	Д	З	Д
	вид	тип			З	Д				
1 -272	Площ.	Зовн.	Js16	Js9	-	-	50	6,3	HR С 20- 23	HR С 30- 40
2 -φ20	Цил.	Зовн.	Js16	k7	0,3	0,02	50	1,6		
3- 90	Площ.	Зовн.	Js16	Js10	0,3	0,02	50	3,2		
4- φ26	Цил.	Зовн.	Js16	h9	-	-	50	6,3		
5- 35	Площ.	Зовн.	Js16	Js9	-	-	50	6,3		
6- φ42	Цил.	Зовн.	Js16	h9	0,3	0,02	50	3,2		
7- 50	Площ.	Зовн.	Js16	Js9	-	-	50	6,3		
8 φ26	Цил.	Зовн.	Js16	h9	-	-	50	6,3		
9- 105	Площ.	Зовн.	Js16	Js9	0,3	0,02	50	3,2		
10- φ20	Цил.	Зовн.	Js16	h12	-	-	50	1,6		
11- 252	Площ.	Зовн.	Js16	Js9	-	-	50	3,2		
12- φ18	Цил.	Зовн.	Js16	h6	-	-	50	3,2		
13 -272	Площ.	Зовн.	Js16	Js9	-	-	50	6,3		
14- 13	Площ.	Внутр.	Js16	h10	-	-	50	6,3		
15	Эвольв.	Зовн.	-	-	-	-	50	1,2 5		

Розроблюємо МОП для обробки поверхні 2:

Поверхня – зовнішня циліндрична

Заготовка $\phi 24,8^{+0,8}_{-0,4}$ $Td_{\text{заг}} = 1,2\text{мм} \rightarrow \text{IT16}$ $Rz = 200\text{мкм}$ $\nearrow 0,30$

Деталь $\phi 20^{+0,023}_{+0,002}$ $Td_{\text{дет}} = 0,021\text{мм} \rightarrow k7$ $Rz = 6,4\text{мкм}(\blacktriangledown 5)$ $\nearrow 0,02$

Розраховуємо уточнення згідно показників за формулами:

$$E_d = \frac{Td_3}{Td_d} \quad (1.4)$$

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

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

$$E_d = \frac{1,2}{0,021} = 57,14$$

$$E_{Rz} = \frac{Rz_3}{Rz_d} \quad (1.5)$$

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

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

$$E_{Rz} = \frac{200}{6,4} = 31,25$$

$$E_{\nearrow} = \frac{\nearrow_3}{\nearrow_d} \quad (1.6)$$

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

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

$$E_{\nearrow} = \frac{0,30}{0,02} = 15$$

Згідно превалюючого показника розраховуємо кількість переходів МО за формулою:

$$K = 2 \cdot \lg E \quad (1.7)$$

$$K = 2 \cdot \lg 57,14 = 3,51$$

Приймаємо $K = 3$

Складаємо МОП

На поверхню переходів має бути 5, з них 2 не механічні (отримання заготовки, гартування ТВЧ).

Знаходимо різницю квалітетів точності заготовки та деталі. Складаємо ПШТК:

$$\Delta_{\text{кв}} = IT_{\text{заг}} - IT_{\text{дет}} = 16 - 7 = 9$$

$$\Delta_{\text{кв}} = 4 + 3 + 2$$

ПШТК: $IT16 \rightarrow h12 \rightarrow h9 \rightarrow HRC \rightarrow k7$

Маршрут обробки поверхні буде наступним:

Заготовка-штамповка $\rightarrow$ Точіння чорнове $\rightarrow$ Точіння чистове $\rightarrow$ Гартування (ТВЧ) $\rightarrow$ Шліфування

Розроблюємо МОП для поверхні 6:

Поверхня – зовнішня циліндрична

Заготовка $\phi 46,8^{+0,8}_{-0,4}$ $Td_{\text{заг}} = 1,2\text{мм} \rightarrow IT16$ $Rz = 200\text{мкм}$ $\nearrow 0,30$

Деталь $\phi 42_{-0,062}$ $Td_{\text{дет}} = 0,062\text{мм} \rightarrow h9$ $Rz = 12,8\text{мкм}(\nabla 6)$ $\nearrow 0,02$

Розраховуємо уточнення згідно показників:

$$\varepsilon_{Td} = \frac{1,2}{0,062} = 19,35$$

$$\varepsilon_{Rz} = \frac{200}{12,8} = 15,63$$

$$\varepsilon_{\wedge} = \frac{0,30}{0,02} = 15$$

По превалюючому показнику розраховуємо кількість переходів МО за формулою (1.7):

$$K = 2 \cdot \lg 19,35 = 2,57$$

Приймаємо $K = 2$

Складаємо МОП

На поверхню переходів має бути 4, з них 2 не механічні (отримання заготовки, гартування ТВЧ).

Знаходимо різницю квалітетів точності заготовки і деталі. Складаємо ПШТК:

$$\Delta_{KB} = 16 - 9 = 7$$

$$\Delta_{KB} = 4 + 3$$

$$IT16 \rightarrow h12 \rightarrow h9 \rightarrow \rightarrow HRC$$

Маршрут обробки поверхні буде наступним:

Заготовка-штамповка $\rightarrow$ Точіння чорнове $\rightarrow$ Точіння чистове $\rightarrow$ Гартування (ТВЧ)

Так як технічними умовами передбачене змінення твердості заготовки з HB на HRC по усій поверхні вал-шестерні, для укріплення котрих потрібен певний вплив на зовнішні шари металу останніх - термообробка.

Складаємо маршрут обробки поверхонь:

Поверхня 2:

1. Заготовка-штамповка.
2. Точіння чорнове .

3. Точіння чистове.
4. Т/О
5. Шліфування.

Поверхня 6:

1. Заготовка - штамповка.
2. Точіння чорнове.
3. Точіння чистове.
4. Т/О

Поверхні 3 та 9:

1. Заготовка - штамповка.
2. Точіння чорнове.
3. Точіння чистове.
4. Т/О

Поверхности 1 и 13:

1. Заготовка - штамповка.
2. Фрезерування чорнове.
3. Фрезерування чистове.
4. Т/О

Інші поверхні деталі розглянуті у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Маршрут обробки заготовки

Х-ка пов-ні в Д та З	j	E _j	Кіл-ть пер., К		Різниця показників ППТК	МОП		Допуск		Уточнення	
			K _p	K		i	метод обр-ки	p-p	Шор.	p-p	Шор
2, $\varnothing 20$ $k7^{+0.023}_{+0.002}$ $R_a 1,6;$ $\nearrow 0,02$ 3: $\varnothing 24,8^{+0,8}_{-0,4}$ $R_z 200;$ $\nearrow 0,3$	d	57	3,51	3	$\Delta_{KB} = 9$ $= 4 + 3 + 2$ $IT16 \Rightarrow h12$ $\Rightarrow h9 \Rightarrow (HB$ $\Rightarrow HRC) \Rightarrow k7$	1	З-ка – шт-ка	1,2		-	
	Δ	15				2	Точ-я чорн.	0,21		5,71	
	R_z	31				3	Точ-я чист.	0,052	-	4	-
						4	Т/о	-		-	
						5	Шліф-я	0,021		2,48	
6, $\varnothing 42h9_{-0,062}$ $R_a 3,2;$ $\nearrow 0,02$ 3: $\varnothing 46,8^{+0,8}_{-0,4}$ $R_z 200;$ $\nearrow 0,3$	d	19	2,57	2	$\Delta_{KB} = 7 = 4 + 3$ $IT16 \Rightarrow h12$ $\Rightarrow h9 \Rightarrow (HB$ $\Rightarrow HRC)$	1	З-ка – шт-ка	1,2		-	
	Δ	15				2	Точ-я чорн.	0,25		4,8	
	R_z	16				3	Точ-я чист.	0,062	-	4	-
						4	Т/о	-		-	
3 та 9, $90js10 \pm 0,07$ $R_a 3,2;$ $\nearrow 0,02$ 3: $95,2^{+0,9}_{-0,4}$ $R_z 200;$ $\nearrow 0,3$	d	9	2,39	2	$\Delta_{KB} = 6 = 4 + 2$ $IT16 \Rightarrow h12$ $\Rightarrow Js10 \Rightarrow (HB$ $\Rightarrow HRC)$	1	З-ка – шт-ка		200		-
	Δ	15				2	Точ-я чорн.		50		4
	R_z	16				3	Точ-я чист.	-	12,8	-	3,9
						4	Т/о		-		-

Продовження таблиці 1.6

Х-ка пов-ні в Д и З	j	E _j	Кіл-ть пер., К		Різниця показників ППТК	МОП		Допуск		Уточнення	
			K _p	K		i	метод обр-ки	p-p	Шор.	p-p	Шор.
4 та 8, Ø26Js9 ±0,026 R _a 6,3; ↗ 0,02 3: Ø28,8 ^{+0,8} _{-0,4} R _z 200; ↗ 0,3	d Δ R _z	23 15 8	2,72	2	Δ _{кв} = 7 = 4 + 3 IT16 ⇒ h12 ⇒ Js9 ⇒ (HB ⇒ HRC)	1 2 3 4	З-ка – шт-ка Точ-я чорн. Точ-я чист. Т/о	1,2 0,21 0,052 -	- - -	- 5,71 4 -	- - -
5 и 7, 50Js9 ±0,031 R _a 6,3; ↗ 0,02 3: 53 ^{+0,9} _{-0,5} R _z 200; ↗ 0,3	d Δ R _z	23 15 8	2,72	2	Δ _{кв} = 7 = 4 + 3 IT16 ⇒ h12 ⇒ Js9 ⇒ (HB ⇒ HRC)	1 2 3 4	З-ка – шт-ка Точ-я чорн. Точ-я чист. Т/о	1,4 0,3 0,062 -	- - -	- 4,67 4,05 -	- - -
10, Ø20 h11 _{-0.2} R _a 1,6; ↗ 0,02 3: Ø24,8 ^{+0,8} _{-0,4} R _z 200; ↗ 0,3	d Δ R _z	6 15 31	2,98	3	Δ _{кв} = 5 = 2 + 2 + 1 IT16 ⇒ h14 ⇒ h12 ⇒ (HB ⇒ HRC) ⇒ h11	1 2 3 4 5	З-ка – шт-ка Точ-я чорн. Точ-я чист. Т/о Шліф-я	- - -	200 50 12,5 6,4	- 4 - -	- 4 4 2
11, 20Js9 ±0,026 R _a 3,2; ↗ 0,02 3: 20 ^{+0,8} _{-0,4} R _z 200; ↗ 0,3	d Δ R _z	23 15 63	3,6	3	Δ _{кв} = 7 = 3 + 3 + 1 IT16 ⇒ h13 ⇒ h10 ⇒ (HB ⇒ HRC) ⇒ Js9	1 2 3 4 5	З-ка – шт-ка Точ-я чорн. Точ-я чист. Т/о Шліф-я	- - -	200 50 25 12,5	- - -	- 4 2 - 2

1.4.3 Проектування маршруту виготовлення деталі (МВД)

Складаємо загальну поетапну схему виготовлення деталі – поетапний маршрут виготовлення деталі:

1 етап – отримання заготовки (штамповка)

2 етап – механічна обробка:

- підготувати технологічні бази: фрезерувати поверхню 1, 13 та свердлити центруючі отвори

- токарна обробка

- фрезерна обробка

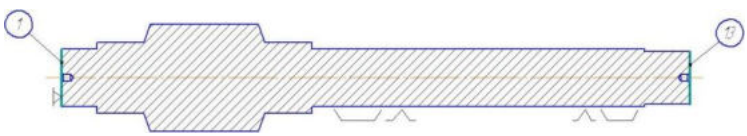
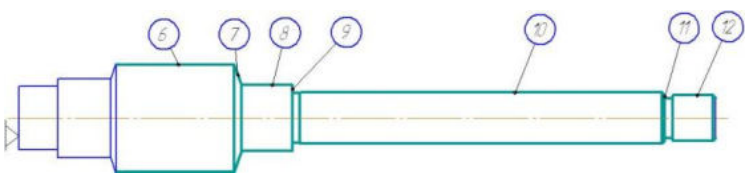
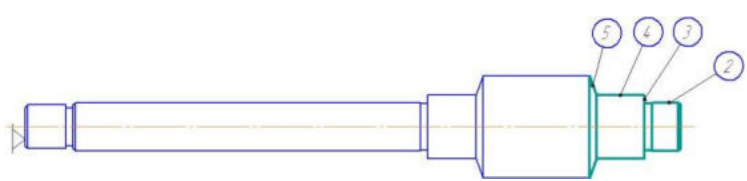
3 етап – термічна обробка – гартування, відпуск, цементация

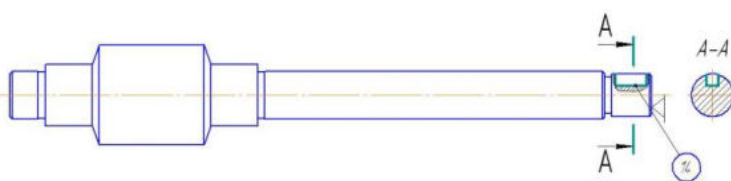
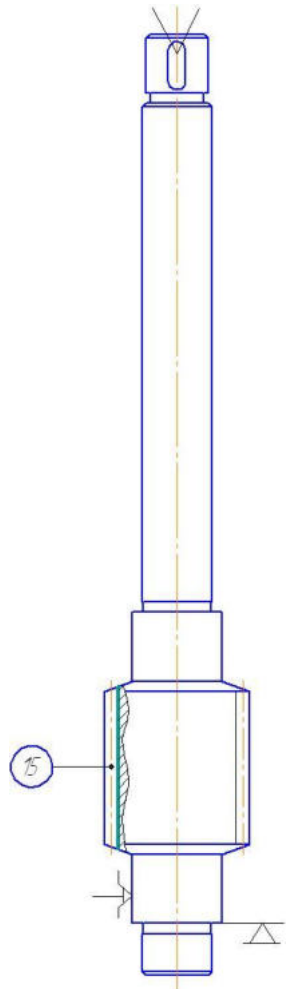
4 етап – механічна обробка - шліфування

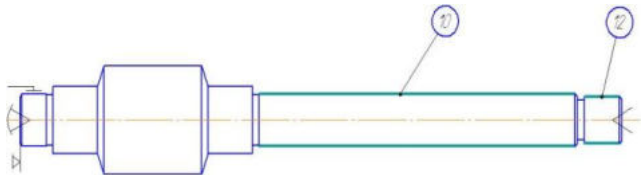
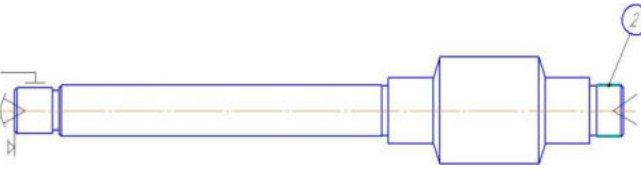
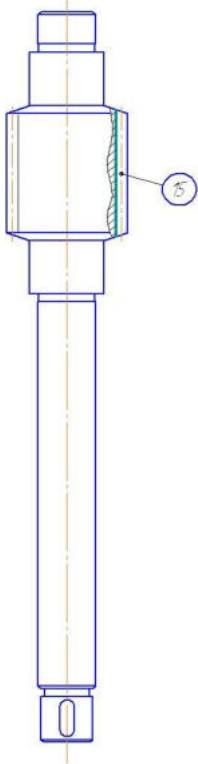
5 етап – мийка, контроль.

Маршрут виготовлення деталі та обране обладнання заносимо до таблиці 1.7

Таблиця 1.7 – Маршрут виготовлення деталі

№ п/п	Найменування	Модель верстату	Ескіз кріплення
005	Заготівельна	-	
010	Фрезерно- центрувальна	Фрезерно- центрувальний MP71	
015	Токарна. Точить пов 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	Токарно- гідрокопі- ювальний 1722	
020	Токарна. Точити пов 2, 3, 4, 5	Токарно- гідрокопі- ювальний 1722	

025	Фрезерна. Фрезерувати шпонковий паз 14	Вертикаль но- фрезерний 6P11	
030	Зубофрезерна. Обробити пов 5	Зубофрезе рний 5Д32	
035	Мийна	Мийна машина	
040	Контроль	Контрольн ий стіл	

045	Термообробка ТВЧ	Спецприст осування	
050	Шліфувальна Шліфувати пов 10, 12	Круглошлі фувальний 3151	
055	Шліфувальна Шліфувати пов 2	Круглошлі фувальний 3151	
060	Зубошліфувальна. Шліфувати зубчатий вінець	Зубошліф увальний 5B832	
065	Мийна	Мийна машина	
070	Контроль	Контрольн ий стіл	

1.5 Призначення припусків та розрахунок технологічних розмірів

Розрахунок технологічних розмірів для поверхні $\varnothing 20^{+0,023}_{+0,002}$

Припуски визначаємо розрахунково-аналітичним методом, технологічні розміри – методом проф. В.М. Кована. Обираємо нормативні та розрахункові значення елементів припусків для технологічних переходів.

Маршрут обробки поверхні:

1. Заготовка - штамповка КГШП.
2. Точіння чорнове.
3. Точіння чистове.
4. ТВЧ
5. Шліфування.

Мінімальний припуск визначаємо згідно формули:

$$2z_{i\min} = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right] \quad (1.5)$$

Для заготовки нормативні значення Rz_1 та h приймаємо згідно [1, табл.12]; виходячи з маси штамповки – $Rz_1 = 200$ мкм та $h_1 = 250$ мкм.

Визначаємо складові елементи припусків

Значення шорсткості по переходам МОП:

$$R_{z1} = 200 \text{ мкм}$$

$$R_{z2} = 80 \text{ мкм}$$

$$R_{z3} = 25 \text{ мкм}$$

$$R_{z4} = 5 \text{ мкм}$$

Значення глибини дефектного шару по переходам МОП:

$$h_1 = 250 \text{ мкм}$$

$$h_2 = 80 \text{ мкм}$$

$$h_3 = 25 \text{ мкм}$$

$$h_4 = 5 \text{ мкм}$$

Просторові відхилення заготовки визначаємо як суму припустимих значень зміщення ρ_{cm} та короблення поверхні ρ_k . За [1, табл.18]

$$\rho_{cm} = 0,5 \text{ мм}, \Delta_k = 4 \text{ мкм/мм}; \rho_k = \Delta_k \cdot l = 12 \cdot 4 = 0,05 \text{ мм}.$$

Сумарне значення просторових відхилень визначається за формулою:

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{cm}^2 + \rho_k^2} \quad (1.6)$$

$$\rho_1 = \sqrt{0,5^2 + 0,05^2} = 0,502 \text{ мм} = 502 \text{ мкм}$$

Для точіння чорнового за формулою :

$$\rho_2 = k_y \cdot \rho_1 \quad (1.7)$$

$$\rho_2 = 0,06 \cdot 502 = 30 \text{ мкм},$$

де $k_y = 0,06$ [1, табл 29].

Похибка центрування визначається згідно формули:

$$\varepsilon_2 = 0,25\sqrt{Td_{заг}^2 + 1} \quad (1.8)$$

$$\varepsilon_2 = 0,25\sqrt{1,2^2 + 1} = 0,390 \text{ мм} = 390 \text{ мкм}$$

Для точіння чистового:

Похибка центрування за формулою (1.5) :

$$\varepsilon_3 = 0,04 \cdot 390 = 16 \text{ мкм}$$

Сумарне значення просторових похибок за формулою (1.7):

$$\rho_3 = 0,04 \cdot 30 = 1,2 \text{ мкм}$$

Для попереднього шліфування:

Похибка центрування :

$$\varepsilon_4 = 0,03 \cdot 16 = 0,48 \text{ мкм}$$

Сумарне значення просторових похибок за формулою (1.7):

$$\rho_4 = 0,03 \cdot 1,2 = 0 \text{ мкм}$$

Розраховуємо мінімальні припуски для переходів механічної обробки:

$$2z_2^{min} = 2 \cdot (200 + 250 + \sqrt{502^2 + 390^2}) = 2176 \text{ мкм} = 2,18 \text{ мм}$$

$$2z_3^{min} = 2 \cdot (80 + 80 + \sqrt{30^2 + 16^2}) = 388 \text{ мкм} = 0,39 \text{ мм}$$

$$2z_5^{min} = 2 \cdot (25 + 25 + \sqrt{1,2^2 + 0,48^2}) = 103 \text{ мкм} = 0,1 \text{ мм}$$

Допуски на розміри для технологічних переходів призначаємо у відповідності до раніше розробленого МОП:

$$Td_5 = Td_{дет} = 0,021 \text{ мм}$$

$$Td_3 = 0,052 \text{ мм}$$

$$Td_2 = 0,21 \text{ мм}$$

$$Td_1 = Td_{заг} = 1,2 \text{ мм}$$

Технологічні розміри визначаємо по методу проф. В.М. Кована.

Мінімальний розмір поверхні деталі – розмір останнього переходу механічної обробки за формулою :

$$d_5^{\min} = d_5^{\text{ном}} + eid_5 \quad (1.9)$$

$$d_5^{\min} = 20 + 0.002 = 20.002 \text{ мм} .$$

Далі розрахункові мінімальні розміри визначаємо згідно формули:

$$d_i^{\min} = d_{i+1}^{\min} + 2Z_{i+1}^{\min} \quad (1.10)$$

$$d_3^{\min} = 20.002 + 0.1 = 20.102 \text{ мм} ;$$

$$d_2^{\min} = 20.102 + 0.39 = 20.492 \text{ мм} ;$$

$$d_1^{\min} = 20.492 + 2.18 = 22.672 \text{ мм} .$$

Розраховуємо максимальні розміри поверхні для переходів за формулою:

$$d_i^{\max} = d_i^{\min} + Td_i \quad (1.11)$$

$$d_5^{\max} = 20.002 + 0.021 = 20.023 \text{ мм} ;$$

$$d_3^{\max} = 20.102 + 0.052 = 20.154 \text{ мм} ;$$

$$d_2^{\max} = 20.492 + 0.21 = 20.702 \text{ мм} ;$$

$$d_1^{\max} = 22.672 + 1.2 = 23.872 \text{ мм} .$$

Розраховуємо максимальні припуски для переходів механічної обробки за формулою:

$$2Z_i^{\max} = d_{i-1}^{\max} - d_i^{\max} \quad (1.12)$$

$$2Z_2^{\max} = 23.872 - 20.702 = 3.17 \text{ мм} ;$$

$$2Z_3^{\max} = 20.702 - 20.154 = 0.548 \text{ мм} ;$$

$$2Z_5^{\max} = 20,154 - 20,023 = 0,131 \text{ мм};$$

Перевіряємо правильність розрахунків, використовуючи рівність:

$$\begin{aligned} 2Z_0^{\max} - 2Z_0^{\min} &= Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дем}} \\ 3,849 - 2,67 &= 1,2 - 0,021; \\ 1,179 &= 1,179 \end{aligned} \quad (1.13)$$

– рівність дотримується.

Визначаємо виконавчі розміри:

Розмір заготовки:

$$d_{ei}^{\text{НОМ}} - d_1 = 23,1_{-0,4}^{+0,8}$$

$$d_{-Td}^{\max} d_2 = 20,702_{-0,21};$$

$$d_3 = 20,154_{-0,052};$$

$$d_5 = 20_{+0,002}^{+0,023}$$

Результати заносимо до таблиці 1.8.

1.6 Розрахунок режимів різання

Операція 015 – Токарна

Операція виконується на токарному гідрокопіювальному верстаті п/а мод 1722. У ході операції відбувається точіння зовнішніх циліндричних та торцевих поверхонь. Операційний ескіз дивись рис. 1.5

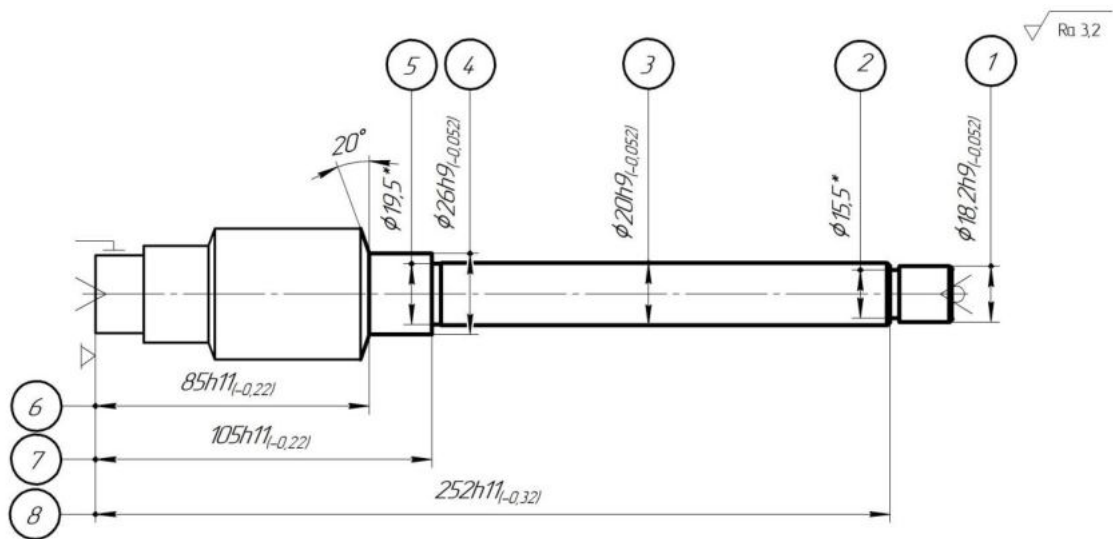


Рисунок 1.5 – Операційний ескіз токарної операції 015

Розрахунок копіру.

- 1) Виконуємо схему перепадів ступенів копіру, на котрій вказуємо та позначаємо діаметри та висоту ступенів (рис. 1.6).

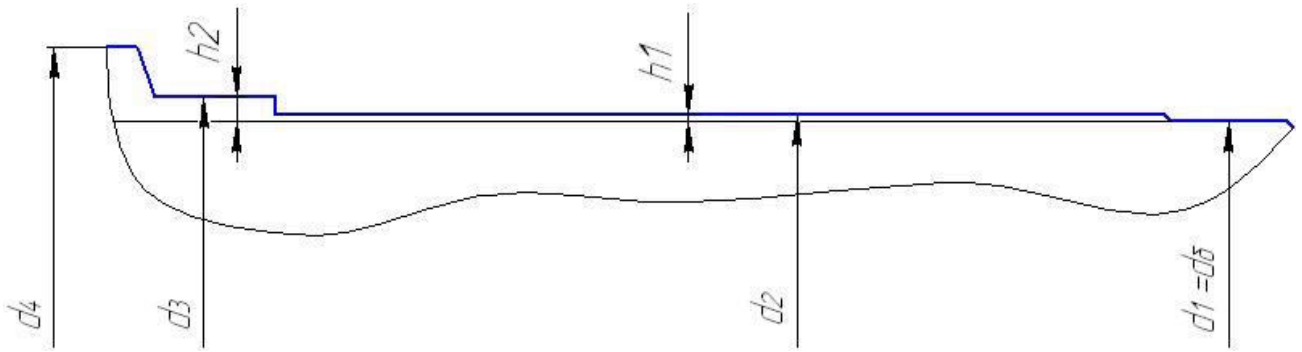


Рисунок 1.6 – Розрахункова схема до визначення перепадів копіру

- 2) За базову шийку приймаємо поверхню, котра має найменший допуск:

$$d_6 = d_1 = \varnothing 18h6_{(-0,011)}$$

- 3) Зменшуємо допуск на виготовлення базової шийки оброблюваного валу за формулою :

$$TK_1 = 0,3 \cdot Td_1 \quad (1.13)$$

$$TK_1 = 0,3 \cdot 0,011 = 0,003 \text{ мм}$$

- 4) Обмежуємо межові розміри базової шийки згідно формулі:

$$d_6^{max} = d_1^{max} - \frac{TK_1}{2} \quad (1.14)$$

$$d_6^{max} = 18 - \frac{0,003}{2} = 17,998 \text{ мм}$$

$$d_6^{min} = 17,989 + \frac{0,03}{2} = 17,991 \text{ мм}$$

$$d_6^{max} - d_6^{min} = 17,998 - 17,991 = 0,007 < 0,01$$

5) Визначаємо межові величини перепадів копіру – для першого перепаду за формулою:

$$h_1^{max} = \frac{d_2^{max} - d_6^{max}}{2} \quad (1.15)$$

$$h_1^{max} = \frac{20 - 17,998}{2} = 1,001 \text{ мм}$$

$$h_1^{min} = \frac{19,79 - 17,991}{2} = 0,9 \text{ мм}$$

$$Th_1 = 1,001 - 0,9 = 0,101 \text{ мм}$$

Виконуючий розмір першої ступені: $h_1 = 1,001_{-0,101} \text{ мм}$

- для другого перепаду за формулою (1.15):

$$h_2^{max} = \frac{26 - 17,998}{2} = 4,001 \text{ мм}$$

$$h_2^{min} = \frac{25,948 - 17,991}{2} = 3,979 \text{ мм}$$

$$Th_2 = 4,001 - 3,979 = 0,022 \text{ мм}$$

Виконуючий розмір другої ступені: $h_2 = 4,001_{-0,022} \text{ мм}$

6) Виконуємо ескіз копіру (рис.1.7) і встановлюємо висоту Н
Найменший радіус оброблюваної поверхні шийки валу $R = 9 \text{ мм}$.
Приймаємо значення висоти копіру $H = 41 \text{ мм}$.

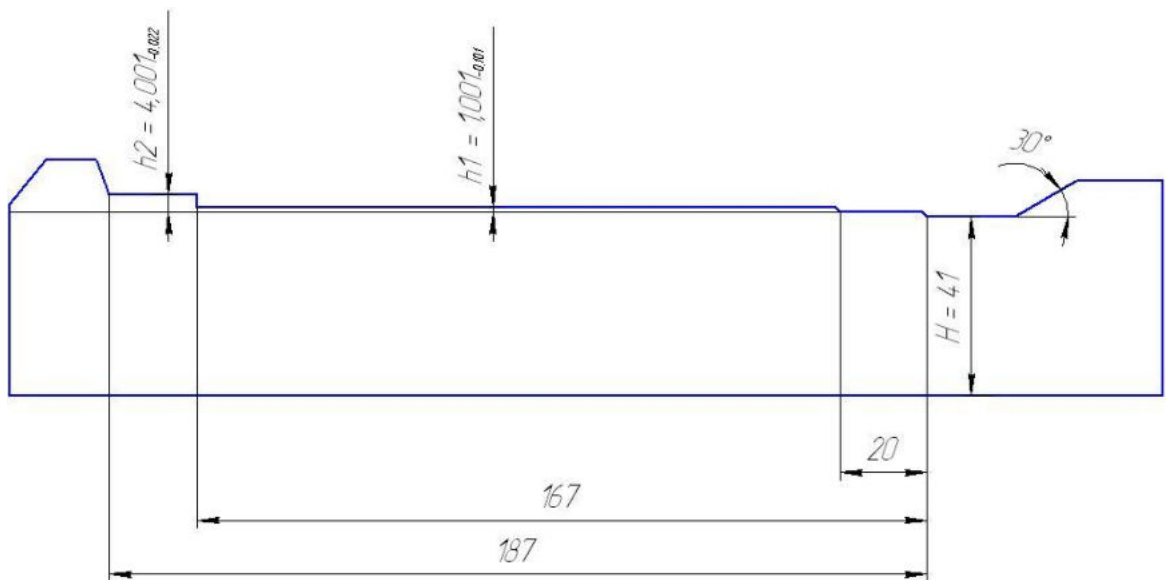


Рисунок 1.7 – Ескіз копіру

Прохідний різець

Обираємо різець прохідний 2101-0055 ГОСТ 18879-73.

Розрахунок режимів різання

Глибина різання.

- для поверхні 1

$$t_{\text{чорн}} = 1,7 \text{ мм}; t_{\text{чист}} = 0,6 \text{ мм}$$

- для поверхні 2

$$t_{\text{чорн}} = 1,7 \text{ мм}; t_{\text{чист}} = 0,6 \text{ мм}$$

- для поверхні 3

$$t_{\text{чорн}} = 1,7 \text{ мм}; t_{\text{чист}} = 0,6 \text{ мм}$$

Подача згідно формулі:

$$S_p^{\text{чорн}} = S_{\text{табл}}^{\text{чорн}} \cdot K_{s1} \cdot K_{s2} \quad (1.16)$$

- при чорновому точінні

$$S_p^{\text{чорн}} = 0,35 \cdot 1,25 \cdot 0,84 = 0,37 \text{ мм/об}$$

$$S_{\text{табл}}^{\text{чорн}} = 0,35 \text{ мм/об}$$

$$K_{s1} = 1,25$$

$$K_{s2} = 0,84$$

Згідно паспорту верстату приймаємо $S_{\text{ст}}^{\text{чорн}} = 0,35 \text{ мм/об}$

- при чистовому точінні

$$S_p^{\text{чист}} = 0,15 \cdot 1,25 \cdot 0,84 = 0,16 \text{ мм/об}$$

$$S_{\text{табл}}^{\text{чист}} = 0,15 \text{ мм/об}$$

$$K_{s1} = 1,25$$

$$K_{s2} = 0,84$$

Згідно паспорту верстата $S_{\text{вер}}^{\text{чист}} = 0,15 \text{ мм/об}$

Швидкість різання визначається за формулою:

$$V_p^{\text{чорн}} = V_{\text{табл}}^{\text{чорн}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8 \cdot K_9 \cdot K_{10} \quad (1.17)$$

- при чорновому точінні

$$\begin{aligned} V_p^{\text{чорн}} &= 116 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,11 \cdot 1,1 \cdot 0,81 \cdot 0,97 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 0,94 = \\ &= 54,36 \text{ м/хв} \end{aligned}$$

$$V_{\text{табл}}^{\text{чорн}} = 116 \text{ м/хв}$$

$$K_1 = 1,0$$

$$K_2 = 0,8$$

$$K_6 = 0,81$$

$$K_7 = 0,97$$

$$\begin{array}{ll}
 K_3 = 0,75 & K_8 = 0,87 \\
 K_4 = 1,11 & K_9 = 1,0 \\
 K_5 = 1,1 & K_{10} = 0,94
 \end{array}$$

Оберти обчислюємо за формулою:

$$\begin{aligned}
 n_p^{\text{чорн}} &= \frac{1000 \cdot V_p^{\text{чорн}}}{\pi \cdot D_{\text{max}}} \\
 n_p^{\text{чорн}} &= \frac{1000 \cdot 54,36}{3,14 \cdot 30,8} = 562 \text{ об/хв}
 \end{aligned} \tag{1.18}$$

Згідно паспорту верстата $n_{\text{вер}}^{\text{чорн}} = 500 \text{ об/хв}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою:

$$\begin{aligned}
 V_{\phi}^{\text{чорн}} &= \frac{\pi \cdot D_{\text{max}} \cdot n_{\text{ст}}}{1000} \\
 V_{\phi}^{\text{чорн}} &= \frac{3,14 \cdot 30,8 \cdot 500}{1000} = 48,36 \text{ м/хв}
 \end{aligned} \tag{1.19}$$

- при чистовому точінні згідно формулі (1.17):

$$\begin{aligned}
 V_p^{\text{чист}} &= 149 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,11 \cdot 1,1 \cdot 0,69 \cdot 1,19 \cdot 1,12 \cdot 1,0 \cdot 0,71 = \\
 &= 71,28 \text{ м/хв}
 \end{aligned}$$

$$V_{\text{табл}}^{\text{чист}} = 149 \text{ м/хв}$$

$$\begin{array}{ll}
 K_1 = 1,0 & K_6 = 0,69 \\
 K_2 = 0,8 & K_7 = 1,19 \\
 K_3 = 0,75 & K_8 = 1,12 \\
 K_4 = 1,11 & K_9 = 1,0 \\
 K_5 = 1,1 & K_{10} = 0,71
 \end{array}$$

Оберти згідно формулі (1.18):

$$n_p^{\text{чист}} = \frac{1000 \cdot 71,28}{3,14 \cdot 27,4} = 829 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстата визначаємо $n_{\text{вер}}^{\text{чист}} = 800 \text{ об/хв}$

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.19):

$$V_{\text{ф}}^{\text{чист}} = \frac{3,14 \cdot 27,4 \cdot 800}{1000} = 68,83 \text{ м/хв}$$

Канавковий різець

Вибираємо різець канавковий 2130-0501 ГОСТ 18874-73

Розрахунок режимів різання

$$L_{\text{різ}} = 3 \text{ мм}$$

Подача за формулою (1.16):

$$S_p = 0,08 \cdot 0,85 \cdot 0,40 = 0,027 \text{ мм/об}$$

$$S_{\text{табл}} = 0,08 \text{ мм/об}$$

$$K_{s1} = 0,85$$

$$K_{s2} = 0,40$$

Згідно паспорту верстата приймаємо $S_{\text{вер}} = 0,02 \text{ мм/об}$

Швидкість різання згідно формулі (1.17):

$$V_p = 131 \cdot 0,77 \cdot 1,39 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 0,73 \cdot 0,9 = 44,92 \text{ м/хв}$$

$$V_{\text{табл}} = 131 \text{ м/хв}$$

$$K_1 = 0,77$$

$$K_5 = 0,7$$

$$K_2 = 1,39$$

$$K_6 = 1,0$$

$$K_3 = 0,7$$

$$K_7 = 0,73$$

$$K_4 = 0,7$$

$$K_8 = 0,9$$

Оберти за формулою (1.18):

$$n_p = \frac{1000 \cdot 44,92}{3,14 \cdot 26,2} = 546 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстата $n_{\text{вер}} = 500 \text{ об/хв}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.19):

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 26,2 \cdot 500}{1000} = 41,13 \text{ м/хв}$$

Операція 020 – Токарна

Операція виконується на токарному гідрокопіювальному п/а мод. 1722. У ході операції відбувається точіння зовнішніх циліндричних та торцевих поверхонь. Операційний ескіз надано на рис. 1.8

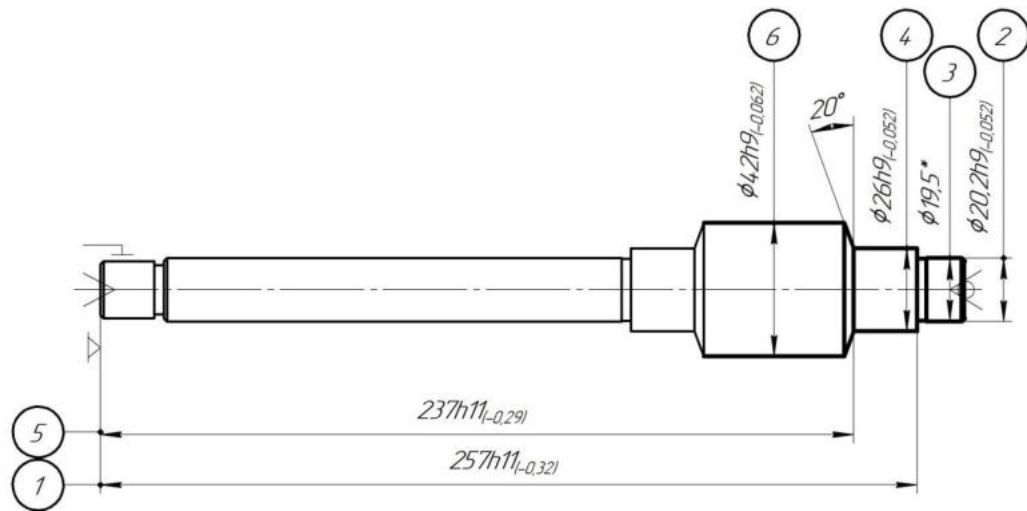


Рисунок 1.8 – Операційний ескіз токарної операції 020

Розрахунок копіру.

1) Виконуємо схему перепадів ступенів копіру, на котрій зображуємо і позначаємо діаметри та висоту ступенів (рис. 1.9).

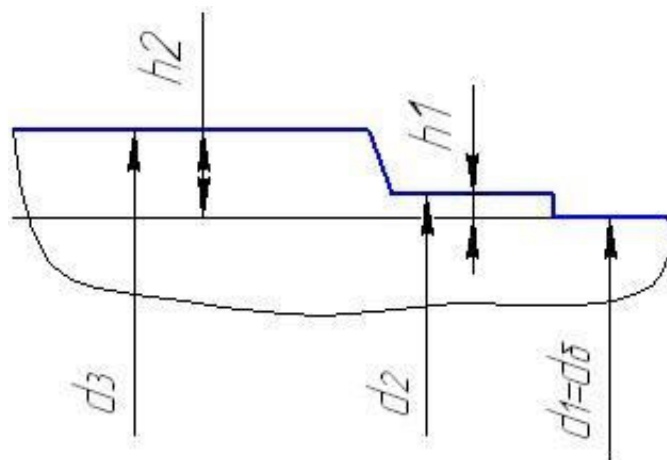


Рисунок 1.9 – Розрахункова схема для визначення перепадів копіру

2) За базову шийку приймаємо поверхню, котра має найменший допуск.

$$d_6 = d_1 = \phi 20k7^{+0,023}_{+0,002}$$

3) Зменшуємо допуск на виготовлення базової шийки оброблюємого валу за формулою (1.13):

$$TK_1 = 0,3 \cdot 0,021 = 0,006 \text{ мм}$$

4) Робимо більш жорсткі межові розміри базової шийки за формулою (1.14):

$$d_6^{max} = 20,023 - \frac{0,006}{2} = 20,02 \text{ мм}$$

$$d_6^{min} = 20,002 + \frac{0,006}{2} = 20,005 \text{ мм}$$

$$d_6^{max} - d_6^{min} = 20,02 - 20,005 = 0,015 < 0,021$$

5) Визначаємо межові величини перепадів копіру – для першого перепаду

$$h_1^{max} = \frac{d_2^{max} - d_6^{max}}{2} = \frac{26 - 20,02}{2} = 2,99 \text{ мм}$$

$$h_1^{min} = \frac{d_2^{min} - d_6^{min}}{2} = \frac{25,948 - 20,005}{2} = 2,972 \text{ мм}$$

$$Th_1 = h_1^{max} - h_1^{min} = 2,99 - 2,972 = 0,018 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір першої ступені: $h_1 = 2,99_{-0,018} \text{ мм}$

- для другого перепаду за формулою (1.15):

$$h_2^{max} = \frac{42 - 20,02}{2} = 10,99 \text{ мм}$$

$$h_2^{min} = \frac{41,938 - 20,005}{2} = 10,967 \text{ мм}$$

$$Th_2 = h_2^{max} - h_2^{min} = 10,99 - 10,967 = 0,023 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір першої ступені: $h_2 = 10,99_{-0,023} \text{ мм}$

Виконуємо ескіз копіру (дивись рис. 1.10) та призначаємо висоту Н

Найменший діаметр оброблюваної шийки валу $R = 10 \text{ мм}$. Приймаємо значення висоти копіру $H = 41 \text{ мм}$.

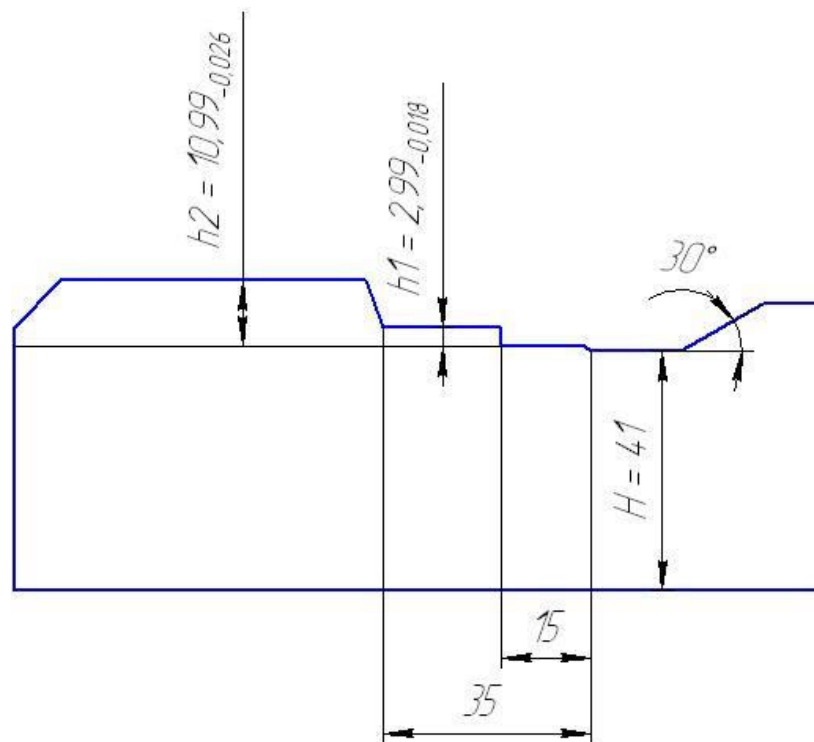


Рисунок 1.10 – Ескіз копіру

Прохідний різець

Обираємо різець прохідний з наступними параметрами: матеріал – Т15К6; $\varphi = 90^\circ$; $r = 0,4$ мм; розміри державки $16 \times 25 \times 80$, правий, ГОСТ 18879-73.

Розрахунок режимів різання

Глибина різання:

- для поверхні 1

$$t_{\text{чорн}} = 1,7 \text{ мм}; t_{\text{чист}} = 0,6 \text{ мм}$$

- для поверхні 2

$$t_{\text{чорн}} = 1,7 \text{ мм}; t_{\text{чист}} = 0,6 \text{ мм}$$

- для поверхні 3

$$t_{\text{чорн}} = 1,7 \text{ мм}; t_{\text{чист}} = 0,6 \text{ мм}$$

Подача за формулою (1.16):

- при чорновому точінні:

$$S_p^{\text{чорн}} = 0,3 \cdot 1,25 \cdot 0,86 = 0,32 \text{ мм/об}$$

$$S_{\text{табл}}^{\text{чорн}} = 0,3 \text{ мм/об}$$

$$K_{s1} = 1,25$$

$$K_{s2} = 0,86$$

Згідно паспорту верстата $S_{\text{вер}}^{\text{чорн}} = 0,3 \text{ мм/об}$

- при чистовому точінні:

$$S_p^{\text{чист}} = 0,15 \cdot 1,25 \cdot 0,86 = 0,16 \text{ мм/об}$$

$$S_{\text{табл}}^{\text{чист}} = 0,15 \text{ мм/об}$$

$$K_{s1} = 1,25$$

$$K_{s2} = 0,86$$

Згідно паспорту верстата $S_{\text{вер}}^{\text{чист}} = 0,15 \text{ мм/об}$

Швидкість різання за формулою (1.19):

- при чорновому точінні

$$V_p^{\text{чорн}} = 116 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \cdot 0,95 \cdot 0,97 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 0,89 = 74,65 \text{ м/хв}$$

$$V_{\text{табл}}^{\text{чорн}} = 116 \text{ м/хв}$$

$$K_1 = 1,0$$

$$K_6 = 0,95$$

$$K_2 = 0,8$$

$$K_7 = 0,97$$

$$K_3 = 0,75$$

$$K_8 = 0,87$$

$$K_4 = 1,08$$

$$K_9 = 1,0$$

$$K_5 = 1,1$$

$$K_{10} = 0,89$$

Оберти за формулою (1.18):

$$n_p^{\text{чорн}} = \frac{1000 \cdot 74,65}{3,14 \cdot 46,8} = 508 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстата $n_{\text{вер}}^{\text{чорн}} = 500 \text{ об/хв}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.19):

$$V_{\phi}^{\text{чорн}} = \frac{3,14 \cdot 46,8 \cdot 500}{1000} = 73,48 \text{ м/хв}$$

- при чистовому точінні

$$V_p^{\text{чист}} = 149 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \cdot 0,69 \cdot 1,19 \cdot 1,12 \cdot 1,0 \cdot 0,92 = \\ = 112,43 \text{ м/хв}$$

$$V_{\text{табл}}^{\text{чист}} = 149 \text{ м/хв}$$

$$K_1 = 1,0$$

$$K_6 = 0,95$$

$$K_2 = 0,8$$

$$K_7 = 1,19$$

$$K_3 = 0,75$$

$$K_8 = 1,12$$

$$K_4 = 1,08$$

$$K_9 = 1,0$$

$$K_5 = 1,1$$

$$K_{10} = 0,92$$

$$n_p^{\text{чист}} = \frac{1000 \cdot 112,43}{3,14 \cdot 43,4} = 825 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстата обираємо $n_{\text{вер}}^{\text{чист}} = 800 \text{ об/хв}$.

Розраховуємо фактичну швидкість різання за формулою (1.19):

$$V_{\phi}^{\text{чист}} = \frac{3,14 \cdot 43,4 \cdot 800}{1000} = 109,02 \text{ м/хв}$$

Операція 055 – шліфувальна

Для даної операції виконується врізне шліфування без поздовжньої подачі.

Верстат - круглошліфувальний п/а мод. 3151;

Інструмент – круг шліфувальний 1 600x25x305 24А 16-П СМ1 ГОСТ 2424-83,

Операційний ескіз надано на рис. 1.11.

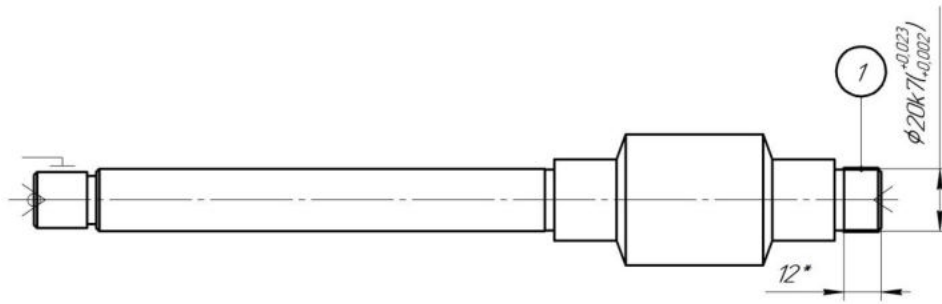


Рисунок 1.11 – Операційний ескіз

Призначення режимів різання

Так як шліфування врізне, поздовжньої подачі немає.

Призначаємо поперечну подачу:

$$S_{\text{пов х}} = 0,001 \text{ мм/об.дет.}$$

Призначаємо швидкість різання:

$$V_{\text{кр}} = 30 \text{ м/с}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертів за формулою (1.18):

$$n_{\text{кр}} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 50} = 441 \text{ об/с.}$$

Приймаємо $n = 450 \text{ об/с}$

Фактична швидкість за формулою (1.19):

$$V = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 450}{1000} = 28,26 \text{ м/хв}$$

Потужність шліфування (кВт) розраховуємо по формулі:

$$N_{рез} = N_{таб} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (1.25)$$

де $N_{таб}=1,47$ кВт

$K_1=1$;

$K_2=1,2$.

$$N = 1,47 \cdot 1 \cdot 1,2 = 1,8 \text{ кВт}$$

$$N_d / \eta = 1,8 / 0,6 = 3 \text{ кВт} < 4 \text{ кВт}$$

– верстат можливо використовувати для цієї операції.

Режими різання заносимо до таблиці 1.9

1.7 Технічне нормування операцій

Операція 010

Основний час розраховується згідно формули:

$$t_{осн} = \frac{L_{р.х.}}{n_{вер} \cdot S} \quad (1.20)$$

де $L_{різ}$ – довжина різання – 187 мм;

$L_{вріз}$ – довжина врізання та перебігу – 3 мм;

$L_{р.х.}$ – довжина робочого ходу при чистовому та чорновому точінні:

$$L_{р.х.} = 187 + 3 = 190 \text{ мм}$$

$$t_{осн}^{чорн} = \frac{190}{500 \cdot 0,35} = 1,09 \text{ хв}$$

$$t_{осн}^{чист} = \frac{190}{800 \cdot 0,15} = 1,58 \text{ хв}$$

Загальний основний час:

$$t_{\text{осн}} = 1,09 + 1,58 = 2,67 \text{ хв}$$

Допоміжний час за формулою:

$$t_{\text{в}} = t_{\frac{\text{зак}}{\text{зн}}} + t_{\text{упр}} + t_{\frac{\text{ш.п}}{\text{в}}} + t_{\text{зм.коп.}} \quad (1.21)$$

$$t_{\text{в}} = 0,20 + 0,12 + 0,3 + 0,03 = 0,65 \text{ хв}$$

де $t_{\text{уст/сн}}$ – час на закріплення та знімання деталі [4, с. 140, картка 52] – 0,20 хв

$t_{\text{упр}}$ – час на управління верстатом – 0,12 хв;

$t_{\text{н.к.}}$ – норматив на натискання кнопки – 0,03 хв;

$t_{\text{з.р.}}$ – норматив на зміну режимів – 0,03 хв;

i – кількість включень або заміни режимів за цикл обробки - 2;

$t_{\text{б.п/о}}$ – час швидкого підводу/відводу різця за два проходи – 0,3 хв;

$t_{\text{зм.коп.}}$ – час на зміну копіра – 0,03 хв.

Час на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби 10 % від оперативного за формулою:

$$t_{\text{обс}} = \frac{(t_{\text{осн}} + t_{\text{в}}) \cdot 10}{100} \quad (1.22)$$

$$t_{\text{обс}} = \frac{(2,67 + 0,65) \cdot 10}{100} = 0,33 \text{ хв}$$

Норма штучного часу за формулою:

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{очн}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} \quad (1.23)$$

$$t_{\text{шт}} = 2,67 + 0,65 + 0,33 = 3,65 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$t_{\text{п-з}} = 22 \text{ хв}$$

Норма штучно-калькуляційного часу за формулою:

$$t_{\text{ш-к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п-з}}}{n} \quad (1.24)$$

$$t_{\text{ш-к}} = 3,65 + \frac{22}{500} = 3,7 \text{ хв}$$

2) Технічне нормування для канавкового різця

Основний час розраховується згідно формулі (1.20):

де $t_{\text{різ}} = 0,25 \text{ мм}$;

$L_{\text{вріз}} = 2 \text{ мм}$;

$L_{\text{р.х.}} = 2,25 \text{ мм}$.

$$t_{\text{очн}} = \frac{2,25}{500 \cdot 0,02} = 0,23 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби за формулою (1.22):

$$t_{\text{обс}} = \frac{(0,14 + 0,21) \cdot 10}{100} = 0,035 \text{ хв}$$

Норма штучного часу за формулою (1.23):

$$t_{\text{шт}} = 0,14 + 0,21 + 0,035 = 0,385 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$t_{\Pi-3} = 22 \text{ хв}$$

Норма штучно-калькуляційного часу за формулою (1.24):

$$t_{\text{ш-к}} = 0,385 + \frac{22}{500} = 0,429 \text{ хв}$$

Загальний штучно-калькуляційний час на операцію:

$$t_{\text{ш-к}} = 3,7 + 0,429 = 4,129 \text{ хв}$$

Операцій 020

Основний час розраховуємо згідно формули (1.20):

$$L_{\text{різ}} = 82,3 \text{ мм} ;$$

$$L_{\text{вріз}} = 3 \text{ мм} .$$

$$t_{\text{осн}}^{\text{чорн}} = \frac{85,3}{500 \cdot 0,3} = 0,57 \text{ хв}$$

$$t_{\text{осн}}^{\text{чист}} = \frac{85,3}{800 \cdot 0,15} = 0,71 \text{ хв}$$

Загальний основний час:

$$t_{\text{осн}} = 0,57 + 0,71 = 1,28 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця, відпочинок та природні потреби 10% від оперативного за формулою (1.22):

$$t_{\text{обс}} = \frac{(1,28 + 0,65) \cdot 10}{100} = 0,19 \text{ хв}$$

Норма штучного часу за формулою (1.23):

$$t_{\text{шт}} = 1,28 + 0,65 + 0,19 = 2,12 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час:

$$t_{\text{п-з}} = 22 \text{ хв}$$

Норма штучно-калькуляційного часу за формулою (1.24):

$$t_{\text{шт-к}} = 2,12 + \frac{22}{500} = 2,164 \text{ хв}$$

Загальний штучно-калькуляційний час на операцію:

$$t_{\text{шт-к}} = 2,164 + 0,528 = 2,692 \text{ хв}$$

Операція 055

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_{\text{осн}} = T_{\text{уст. проц.}} + T_{\text{зачистки}} \quad (1.26)$$

$$T_{\text{уст. проц.}} = T_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (1.27)$$

$$T_{\text{уст. проц.}} = 0,16 \cdot 0,8 \cdot 1,25 = 0,09 \text{ хв}$$

де $T_{\text{табл}} = 0,16 \text{ хв}$

$$K_1 = 0,8 ;$$

$$K_2 = 1,25 ;$$

$$T_{\text{зачистки}} = T_{\text{табл}} \cdot K \quad (1.28)$$

$$T_{\text{зачистки}} = 0,05 \cdot 0,8 = 0,02 \text{ хв}$$

де $T_{\text{табл}} = 0,05 \text{ хв}$

$K = 0,8$ – поправка на точність

$$T_{\text{осн}} = 0,09 + 0,02 = 0,11 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час за формулою:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{уст-сн}} + T_{\text{пер}} \quad (1.29)$$

$$T_{\text{всп}} = 0,49 + 0 = 0,49$$

Визначаємо час на обслуговування робочого місця за формулою:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{отд}} \quad (1.30)$$

де $T_{\text{тех}} = 0,084 \text{ хв};$

$$T_{\text{пр}} = 2,3 \text{ хв} ;$$

$$T = 6 \text{ хв} ;$$

$$T_{\text{орг}} = 0,3 \text{ хв};$$

$$T_{\text{отд}} = 0,008 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{обсл}} = 0,084 + 0,3 + 0,008 = 0,392 \text{ хв}$$

Штучний час визначаємо по формулі (1.23):

$$T_{\text{шт}} = 0,2 + 0,49 + 0,392 = 1,082 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час на партію заготівок:

$$T_{n-3} = 19 \text{ хв};$$

Визначимо норму штучно-калькуляційного часу за формулою (1.24):

$$t_{\text{шт-к}} = 1,082 + 19/500 = 1,12 \text{ хв}$$

Усі розрахунки заносимо до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Таблиця параметрів ріжучих інструментів, режимів різання та технічного нормування

№ операції	Вид обр-ки	Ріж. Інструмент	Матеріал	φ°	Режими різання				Технічне нормування				
					t, мм	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	t _{очн} , хв.	t _в , Хв.	t _{оп} , Хв.	t _{шт} , хв.	t _{ш-к} , хв.
015	точіння чорнове	Різець токарний прохідний	T15K6	90°	1,7	0,35	500	48,36	1,09	0,65	3,76	4,134	4,228
	точіння чистове				0,6	0,15	800	68,83	1,58				
	прорізка канавок	канавковий різець			3	0,02	500	41,13	0,23	0,21			
020	рочіння чорнове	різець токарний прохідний	T15K6	90°	1,7	0,3	500	73,48	0,57	0,65	2,37	2,604	2,692
	точіння чистове				0,6	0,15	800	109,02	0,71				
	прорізка канавок	канавковий різець			3	0,02	500	31,71	0,23	0,21			
025	фрезерування пазу	шпонкова фреза	P6M5	90°	5	0,02	1000	15,7	0,23	1,25	1,48	1,63	1,684
030	фрезерування зубів чистове	черв'чна фреза	P9K10	90°	1,5	1	250	49,5	3,3	0,98	4,28	4,71	4,74
055	шліфування однократне	шліфувальний круг	24A	90°	0,1	0,004	0,0108	28,26	0,2	0,6	0,8	1,192	1,23

1.8 Розрахунок керуючої програми на операцію з ЧПК

В даному розділі було запропоновано вдосканалити технологічний процес виготовлення деталі «Вал-шестерня» шляхом заміни копіювального верстата на верстат з ЧПК в операції 015.

Обираємо CTX alpha 500 який замінить декілька операцій, що й підвищить виробничість.

Верстат CTX alpha 500 призначений для виконання комплексної (токарної та фрезерної) 2-х, 3-х, 4-х та 5-ї осьової обробки деталей малих та середніх розмірів в автоматичному або напівавтоматичному режимі.

Нова серія верстатів CTX 5.покоління відрізняється покращеними технічними характеристиками, такими як потужність, момент, що крутить, і точність. Також збільшено розміри робочої зони, підвищено універсальність та ергономічність.

Технічні характеристики :

Робоча зона:

- Макс. діаметр деталі, що встановлюється: 500 мм
- Макс. діаметр точення: 200 (240 мм)
- Макс. довжина заготівлі при обробці в центрах (оброблювана): 500 мм
- Макс. довжина заготовки за наявності протишпинделя (оброблювана): 470 мм

- Макс. діаметр затискного патрона: 225 мм

Головний шпиндель:

- Макс. частота обертання шпинделя: 6000 об/хв
- Потужність (тривалість включення 100 %): 13 кВт (АС)
- Крутний момент (тривалість включення 100%): 172 Нм
- Діаметр шпинделя у передньому підшипнику: 100 мм
- Макс. внутрішній діаметр затискної втулки: 66 мм

Протишпиндель (опція):

- Макс. частота обертання шпинделя: 6000 об/хв
- Потужність (тривалість включення 100 %): 12 кВт (АС)
- Крутний момент (тривалість включення 100%): 172 Нм
- Діаметр шпинделя у передньому підшипнику: 90 мм

Револьверна головка (стандартне виконання):

- Кріплення інструменту з VDI/DIN 69880: 12
- Кількість приводних інструментів/макс. частота обертання: 12/5000

об/хв

- Потужність (тривалість включення 100%): 3 кВт (АС)
- Крутний момент (тривалість включення 100%): 13 Нм
- Супорт револьверної головки
- Прискорений хід осей X/Y/Z: 30/22,5/30 м/хв.

Попередньо створюємо 3D модель (рис. 1.13), що відповідає деталі і відповідно заготовці на операції, що розробляється.

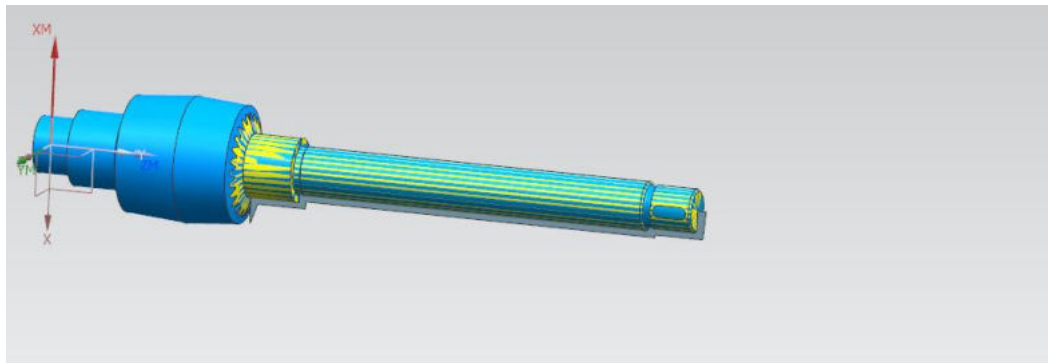


Рисунок 1.13 – 3D-модель деталі на операції

В геометричному об'єкті MSC_SPINDLE, задаємо систему координат деталі (рис. 1.14).

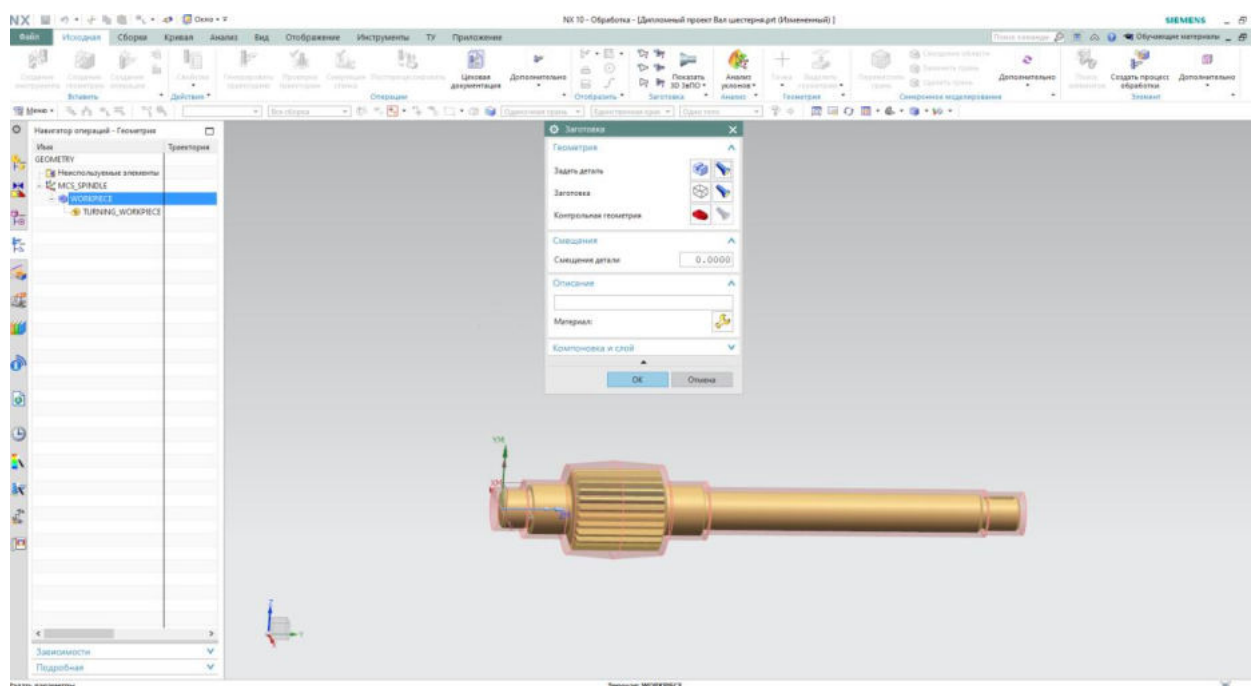


Рисунок 1.14- Завдання системи координат

Створення інструменту по переходах на рис. 1.15-1.16.

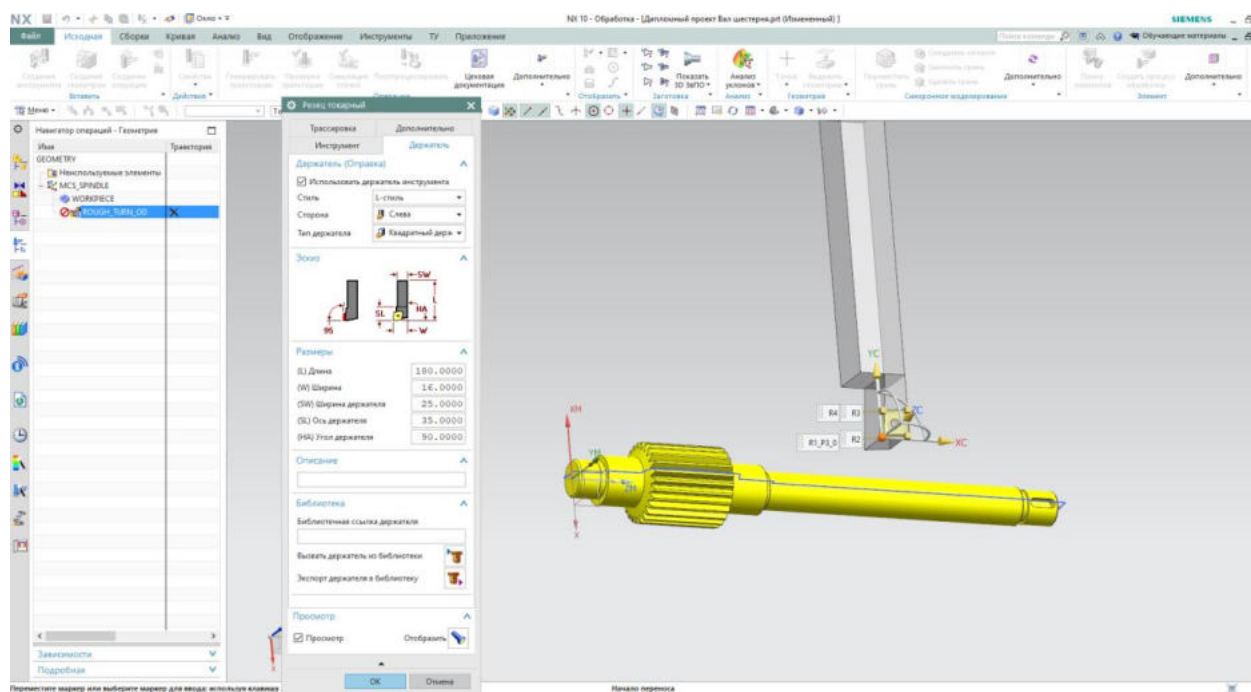


Рисунок 1.16- Створення інструменту для першого переходу

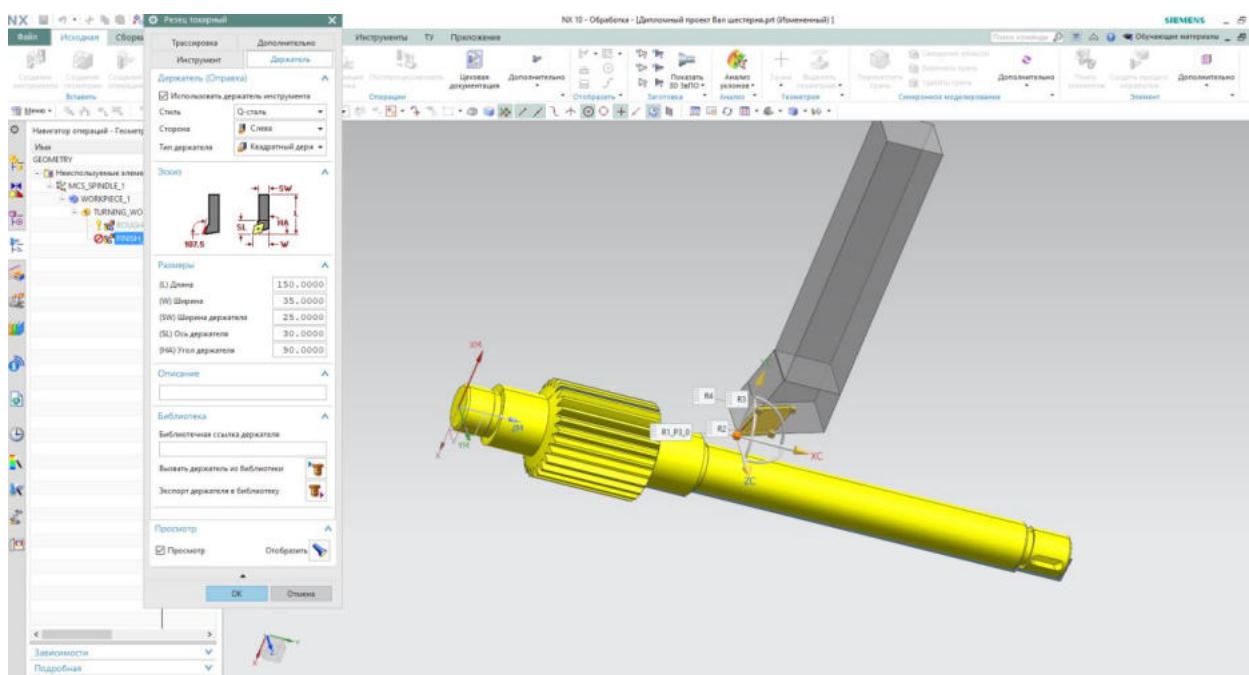


Рисунок 1.17- Створення інструменту для другого переходу

Траєкторія руху інструмента на переходах наведена на рис.1.18-1.19

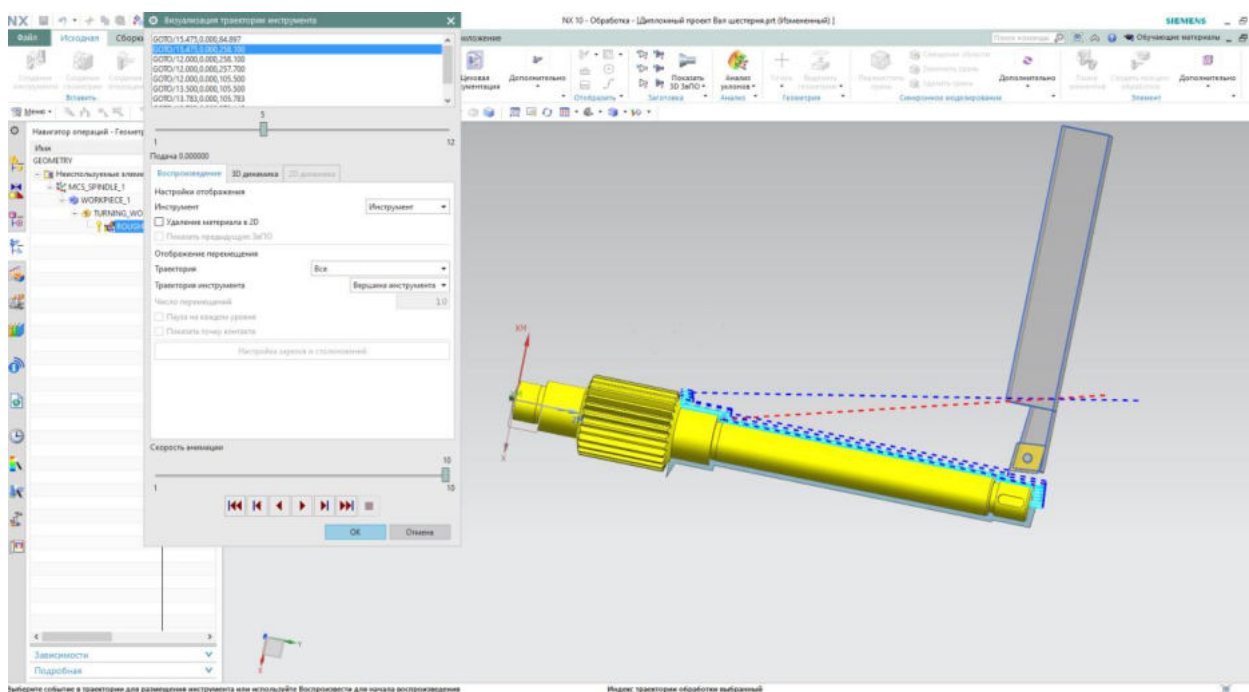


Рисунок 1.18- Траєкторія для першого переходу

Робимо візуалізацію створеної обробки по переходах (рис. 1.20; 1.21).

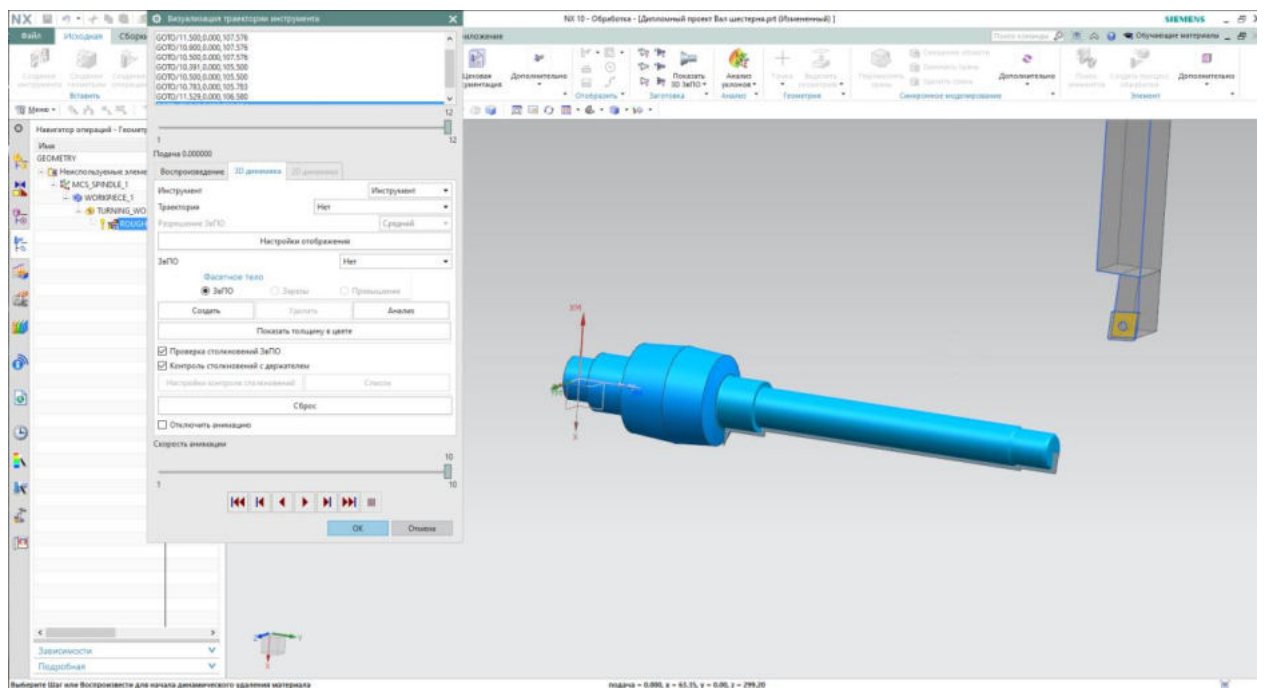


Рисунок 1.20- Візуалізація 1 переходу

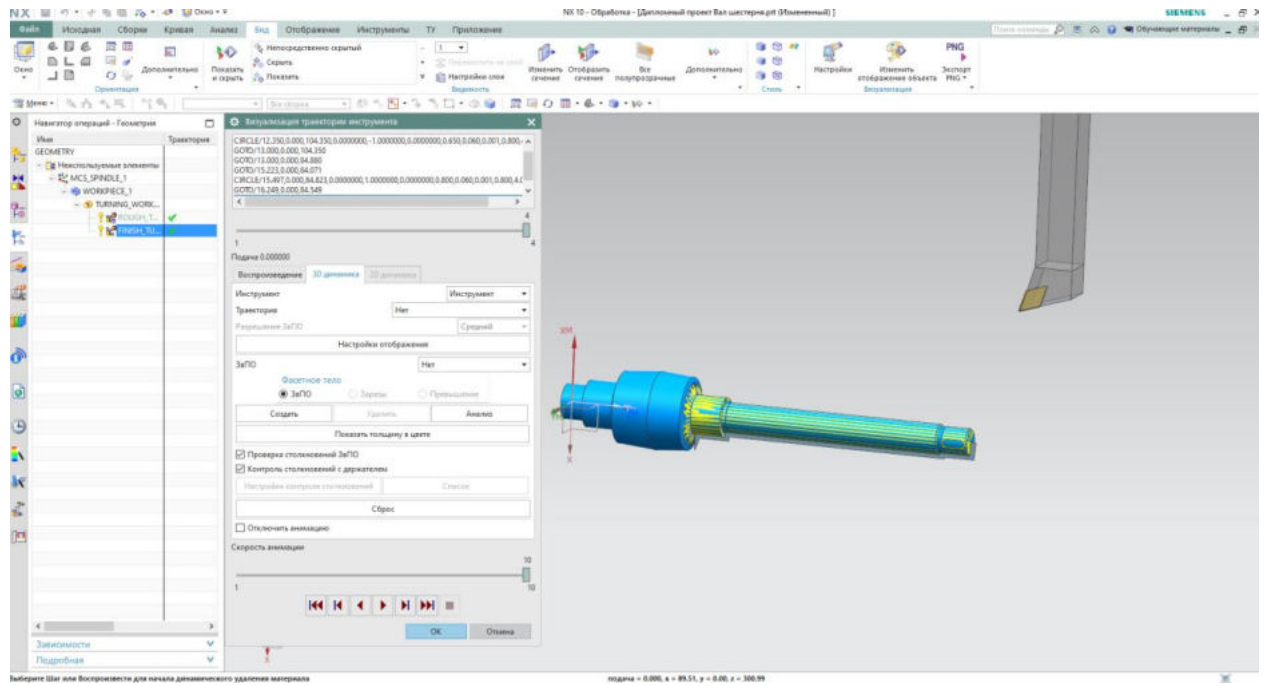


Рисунок 1.21- Візуалізація 2 переходу

Генеруємо керуючу програму по переходах (рис. 1.22;1.23).

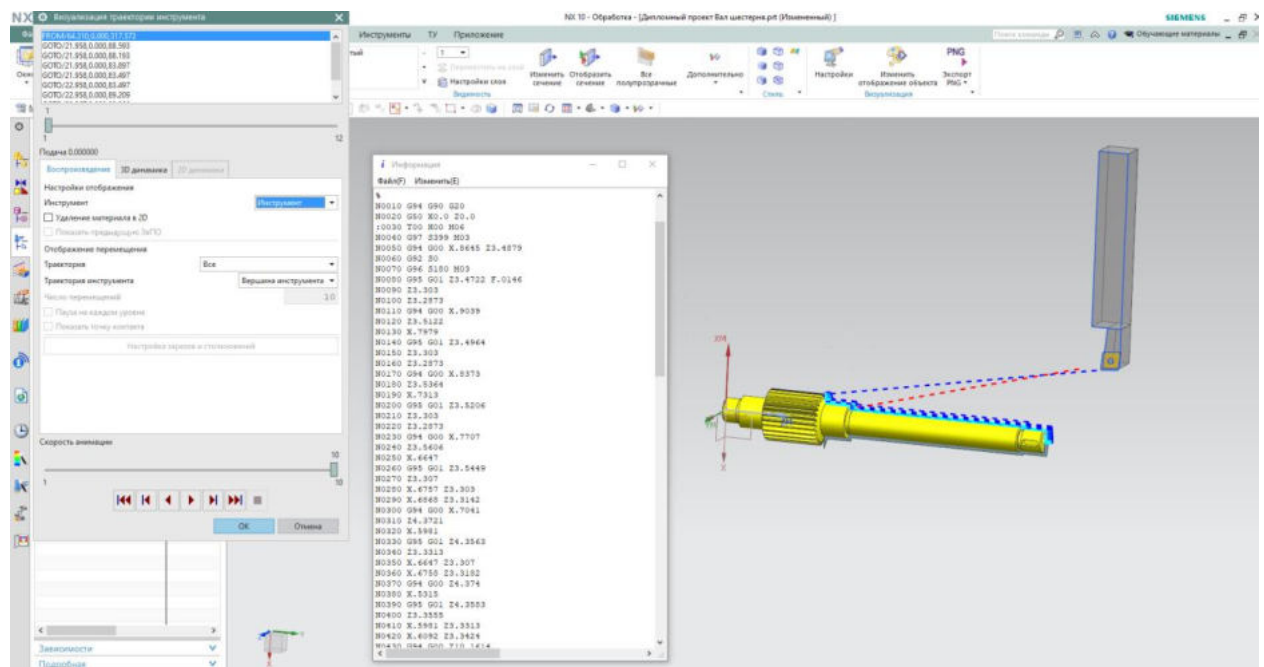


Рисунок 1.22- КП для 1 переходу

Рисунок 1.23- КП для 2 переходу

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Проектування робочого пристосування

2.1.1 Конструкція і принцип роботи пристосування

Для удосконалення технологічного процесу виготовлення валу-шестерні особливого призначення спроектоване пристосування для фрезерування шпонкового пазу з гідроприводом (рис. 2.1), глибиною 5 мм та довжиною 14 мм, витримуючи розмір $13_{-0,07}^{+0,07}$.

Заготовка, що обробляється, встановлюється на призму. При подачі повітря в без штокову порожнину поршень гідроциліндра штовхає шпильку, яка в свою чергу тисне на шток. Штовхач тисне на клин. Клин у свою чергу тисне на плунжери. Плунжери розсувають гвинти, які увінчані в коромисло. Коромисло обертається на осі кронштейна, притискаючи заготовку до призми.

Після закінчення обробки повітря подається в штокову порожнину гідроциліндра. Поршень гідроциліндра тягне шпильку, яка своєю чергою тягне шток з клином. Клин відпускає коромисло, яке за допомогою пружин обертається на осі кронштейна і звільняє оброблювану деталь.

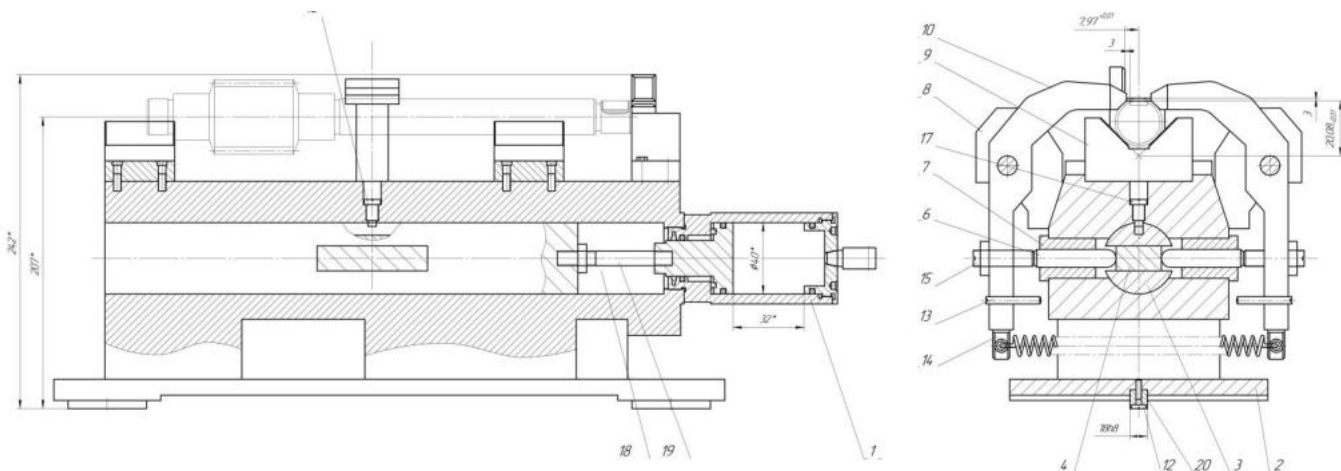


Рисунок 2.1- Пристосування для фрезерування шпоночного пазу

2.1.2 Визначення похибки базування та закріплення. Розрахунок пристосування на точність

Проведемо аналіз схем кріплення при фрезеруванні шпонкового пазу деталі на розміри $13_{-0,07}$ та 2 мм.

Похибка базування розміру $13_{-0,07}$ при кріпленні деталі у призму по діаметру $\varnothing 20_{-0,2}$ дорівнює згідно формулі:

$$\varepsilon_{\delta 13} = \varepsilon_{\delta H1} = k_2 \cdot Td + \frac{TD}{2} \quad (2.1)$$

$$\varepsilon_{\delta 13} = 0,7 \cdot 0,2 + \frac{0,011}{2} = 0,1455$$

Похибка закріплення при кріпленні деталі у призму від діючої у напрямку розміру $13_{-0,07}$ сили закріплення за формулою:

$$\varepsilon_{\alpha 13} = \varepsilon_{\text{таб}} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (2.2)$$

При кріпленні по діаметру $\varnothing 20_{-0,2}$:

$$\varepsilon_{\text{таб}} = 0,035 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\alpha 13} = 0,035 \cdot 0,7071 = 0,0247 \text{ мм}$$

Похибка закріплення визначається за формулою:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_{\alpha} \quad (2.3)$$

$$\varepsilon_y = 0,1455 + 0,0247 = 0,1702 \text{ мм}$$

Роздивимось базування за розміром 2 мм.

При базуванні торця 1 налагоджувальна база співпадає з базою вимірювальною, тому похибка базування дорівнює 0:

$$\varepsilon_{62} = 0$$

Оскільки сили закріплення перпендикулярні напрямку розміру 2 мм, тоді похибка закріплення також дорівнює 0:

$$\varepsilon_{32} = 0$$

Похибка кріплення за розміром 2 мм:

$$\varepsilon_k = 0$$

Остаточно обираємо базування по діаметру $\varnothing 20_{-0,2}$ та торцю 1.

Розрахунок пристосування на точність

Проведемо розрахунок фрезерного пристосування на точність, а саме розрахуємо виконавчі розміри кутового установу.

I. Розрахунок розміру горизонтальної полки кутового установу

Відомо:

$$D = \varnothing 20_{-0,2} \text{ мм}; A_1 = 13_{-0,07} \text{ мм}; S = 3_{-0,004} \text{ мм}; \alpha = 90^\circ$$

$$\varepsilon_{613} = 0,1455 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{313} = 0,035 \cdot 0,7071 = 0,0247 \text{ мм}$$

$$\omega = 0,03 \text{ мм}; k_1 = 0,85; k_2 = 0,60$$

Розрахунок:

1. $A_{1cp} = 13 - 0,07/2 = 12,965 \text{ мм}$
2. $D_{cp} = 20 - 0,2/2 = 19,9 \text{ мм}$
3. $R_{cp} = 19,9/2 = 9,95 \text{ мм}$
4. $B_{1cp} = 9,95/\sin 45^\circ = 14,0714 \text{ мм}$
5. $TB_{1cp} = 0,2/2\sin 45^\circ = 0,1414 \text{ мм}$
6. $B_{2cp} = A_{1cp} - R_{cp} = 12,965 - 9,95 = 3,015 \text{ мм}$
7. $TB_2 = TA_1 - TD/2 = 0,07 - 0,2/2 = -0,03 \text{ мм}$
8. $S_{cp} = 3,0 - 0,004/2 = 2,998 \text{ мм}$

$$9. \quad H_{cp} = 14,0714 + 3,015 + 2,998 = 20,0844 \text{ мм}$$

$$10. \quad T_H = 0,1414 + (-0,03) + 0,004 = 0,1154 \text{ мм}$$

Перевірка:

$$T_H / 2 \leq (0,25 \dots 0,3) TA_1$$

$$0,0577 \geq 0,0175$$

– умова не виконується

$$11. \quad T_{H_{уст}} = 0,07 - (0,85 \cdot 0,1455 + 0,0247 + 0,6 \cdot 0,03) = -0,096 \text{ мм}$$

$$12. \quad T_{H_{уст}} = \pm 0,048 \rightarrow \text{приймаємо } \pm 0,01$$

$$0,01 \leq 0,0175 \text{ – умова виконується}$$

$$13. \quad H = 20,08_{-0,01} \text{ мм}$$

II. Розрахунок розміру вертикальної полки кутового установу

$$\text{Ширина пазу } B = 5_{-0,055}^{+0,01}$$

$$1. \quad B_{cp}/2 = 4,99 - 0,045/2 = 4,9675 \text{ мм}$$

$$2. \quad S_{cp} = 3 - 0,004/2 = 2,998 \text{ мм}$$

$$3. \quad H_{cp} = B_{cp}/2 + S_{cp} = 4,9675 + 2,998 = 7,9655 \text{ мм}$$

$$4. \quad T_H = T_{TT} - k_2 \cdot \omega$$

$$T_{TT} = 0,045 \text{ мм}; k_2 = 0,6; \omega = 0,03 \text{ мм}$$

$$T_H = 0,045 - 0,6 \cdot 0,03 = 0,027 \text{ мм} = \pm 0,0135 \text{ мм}$$

$$\text{Приймаємо } T_H = \pm 0,01$$

Перевірка:

$$T_H \leq (0,25 \dots 0,3) TD$$

$$0,01 \leq 0,01125$$

– умова виконується

$$5. \quad H = 7,97^{+0,01} \text{ мм}$$

2.1.3 Визначення необхідної сили затиску. Вибір приводу

Розраховуємо силу затиску по методиці для шпонкового пазу, закріпленого у призмі за формулою:

$$W = \frac{1,2 \cdot P_z \cdot \left(R - \frac{h}{2}\right) \sin(\alpha/2)}{fR} \quad (2.4)$$

$$R = 10 \text{ мм};$$

$$h = 5 \text{ мм},$$

$$f = 0,16$$

$$W = \frac{1,2 \cdot 383,4 \cdot \left(10 - \frac{5}{2}\right) \cdot 0,7071}{0,16 \cdot 10} = 1524,95 \text{ Н}$$

Для забезпечення надійності закріплення, силу прижиму збільшують за допомоги коефіцієнта запасу k , котрий визначається у залежності від умов обробки. З допомогою цього коефіцієнту враховується зміна умов у процесі обробки: прогресуюче затуплення інструменту та пов'язане з цих збільшення сил різання, нерівномірність припусків, неоднорідність властивостей оброблюваного матеріалу, зміна умов кріплення заготовок.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (2.5)$$

де k_0 – гарантований коефіцієнт запасу – 1,5;

k_1 – коефіцієнт, враховуючий вагання сил різання у процесі обробки через нерівномірності припуску на заготовці – 1,0;

k_2 – коефіцієнт, що враховує вид обробки, матеріал обробки та нерівномірність зносу ріжучого інструменту- 1,7;

k_3 – коефіцієнт, що враховує уривчастість різання – 1,2;

k_4 – коефіцієнт, що враховує непостійність розвинутих приводами сил зажиму – 1,0;

k_5 – коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток, тільки для ручних зажимів- 1,0;

k_6 – коефіцієнт, що враховує невизначеність ставище місць контакту- 1,0;

$$k = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,06;$$

Дійсна сила зажиму за формулою:

$$W_d = k \cdot W \quad (2.6)$$

$$W_d = 3,06 \cdot 1524,95 = 4666,35 \text{ Н}$$

Розрахунок клино-важільного механізму

Діюча сила зажима $W_d = 4666,35 \text{ Н}$.

Коефіцієнт тертя $f = 0,16$.

Розміри складових елементів механізму:

$$L = 50 \text{ мм} \quad h_1 = 10 \text{ мм}$$

$$L_1 = 40 \text{ мм} \quad h = 60 \text{ мм}$$

$$h_2 = 12 \text{ мм} \quad R = 4 \text{ мм}$$

Кут нахилу $\gamma = 43^\circ$

Кут клину $\alpha = 31^\circ$

Кут тертя поверхні клину $\varphi = 9^\circ$

Маса важіля $m = 22,5 \text{ Н}$

Робимо розрахунок за формулою :

$$P = \frac{W}{2 \cos(\gamma)} \quad (2.7)$$

$$P = \frac{4666,35}{2 \cdot 0,7314} = 3190,21 \text{ Н}$$

Потужність пружини за формулою:

$$P_{np} = 1,2(a \cdot m \cdot f) \quad (2.8)$$

$$P_{np} = 1,2 \cdot 3 \cdot 22,5 \cdot 0,16 = 12,96 \text{ Н}$$

Обираємо пружину №182, потужність котрої $P_{np} = 13,2 \text{ Н}$.

Сила затиску у плужері визначається за формулою:

$$P_1 = \frac{P(L + fh_1 + fR \sin(\gamma)) + P_{np}h - fP_{np}R}{L_1 - fh_2 - fR} \quad (2.9)$$

$$P_1 = \frac{3190,21 \cdot (50 + 0,16 \cdot 10 + 0,16 \cdot 4 \cdot \sin 45^\circ) + 13,2 \cdot 60 - 0,16 \cdot 13,2 \cdot 4}{40 - 0,16 \cdot 12 - 0,16 \cdot 4} = 4456,25 \text{ Н}$$

Зусилля на штоку Q , необхідне для перетворення двостороннім клином у силу на плунжерах P_1 описує рівняння:

$$Q = 2P_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (2.10)$$

$$Q = 2 \cdot 4456,25 \cdot \operatorname{tg} 40^\circ = 7478,48 \text{ Н}$$

Вибір приводу затискного пристрою

Виходячи з достатньо більшого значення сили на штоку $Q = 7478,48 \text{ Н}$, привід повинен бути гідравлічним.

Діаметр гідроциліндру за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \mu}} \quad (2.11)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 7478,48}{3,14 \cdot 7 \cdot 0,9}} = 38,89 \text{ мм}$$

де p – тиск рідини у гідросистемі – 7 МПа;

μ – ККД втрати на тертя – 0,9.

Внутрішній діаметр різьби на штоці за формулою:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot \alpha \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma_p]}} \quad (2.12)$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,25 \cdot 7478,48}{3,14 \cdot 155}} = 11,76 \text{ мм}$$

де $[\sigma_p]$ – зусилля на розтягнення.

Внутрішній діаметр болтів розраховувати потреби нема, так як у гідроциліндрах вони не використовуються.

Визначення ходу поршня:

S_1 – конструктивний проміжок – 7 мм;

S_2 – гарантований проміжок – 4 мм;

δ – проміжок на допуск діаметру вала – 0,1.

Максимальна сила, що діє на вісь важіля за формулою:

$$P_2 = P_1 - P_{np} + P \cdot \sin \gamma \quad (2.13)$$

$$P_2 = 4456,25 - 13,2 + 3190,21 \cdot \sin 43^\circ = 6618,77 \text{ Н}$$

$$J = 1500 \text{ Н/м}$$

$$\Delta = P_2 / J \quad (2.14)$$

$$\Delta = 6618,77/1500 = 4,4 \approx 5 \text{ мм}$$

$$x = S_1 + S_2 + \delta + \Delta \quad (2.15)$$

$$x = 7 + 4 + 0,1 + 5 = 16,1 \text{ мм}$$

Тоді довжина ходу важиля за формулою:

$$H = \frac{x \cdot h}{L \cdot \operatorname{tg} \alpha} \quad (2.16)$$

$$H = \frac{16,1 \cdot 60}{50 \cdot \operatorname{tg} 31^\circ} = 32,15 \text{ мм}$$

Згідно отриманих результатів обираємо гідроциліндр:

Гідроциліндр 7021-0127 ГОСТ 19899-74

Параметри:

$D = 40 \text{ мм}$;

M12 ;

$H = 32 \text{ мм}$;

M14x1,5 – різьба штуцера гідроприводу.

2.2 Проектування контрольного пристосування

2.2.1 Конструкція і принцип роботи контрольного пристосування

Контрольне пристосування (рис. 2.2) призначено для перевірки биття торців відносно бази.

Пристосування являє собою плиту з закріпленими на ній призмами, у котрі кріпиться деталь. Вимір биття виконується індикаторним годинником,

котрі кріпляться на штанзі. Штанга розташована збоку від деталі та прикріплена до корпусу пристосування трьома важкими болтами. Вона також має можливість повороту навкруги своєї вісі на 360 градусів. А також маємо можливість пере закріплення штанги з індикаторним годинником на необхідний діаметр. Дані особливості пристосування дозволяють легко здійснювати його переналадку.

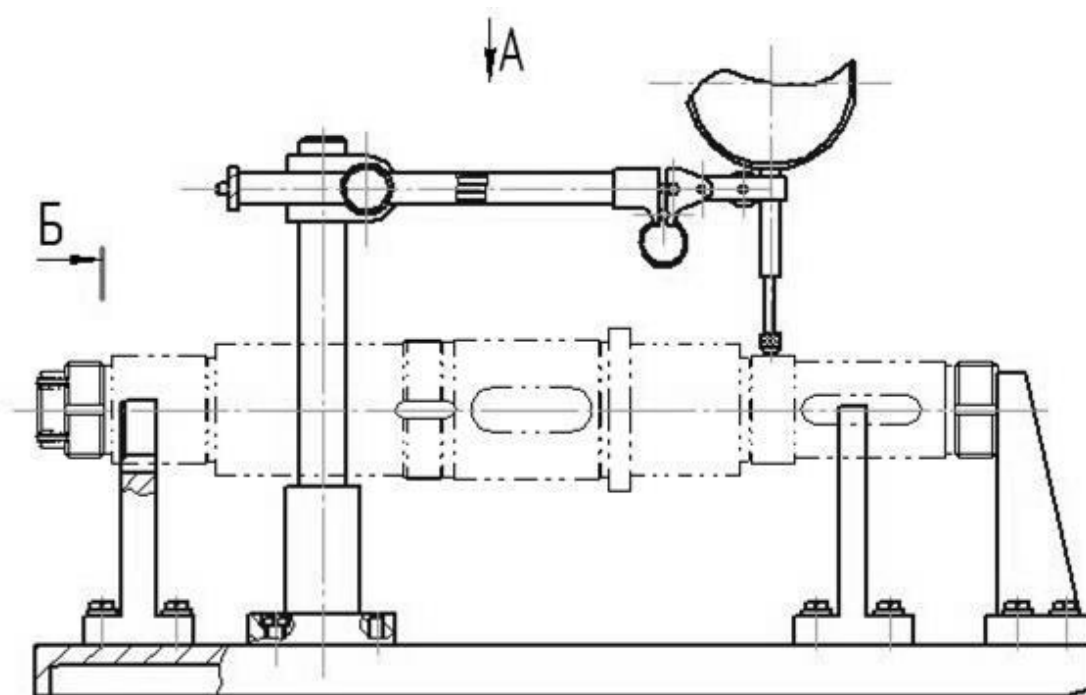


Рисунок 2.2 – Контрольне пристосування

2.3 Розрахунок на міцність деталі

Запас міцності враховує розкид механічних властивостей матеріалів, призначених для відповідних деталей, залежить від ступеня відповідальності конструкції та умов її експлуатації.

Розбивка на сітку, матеріал сталь (рис. 2.2).

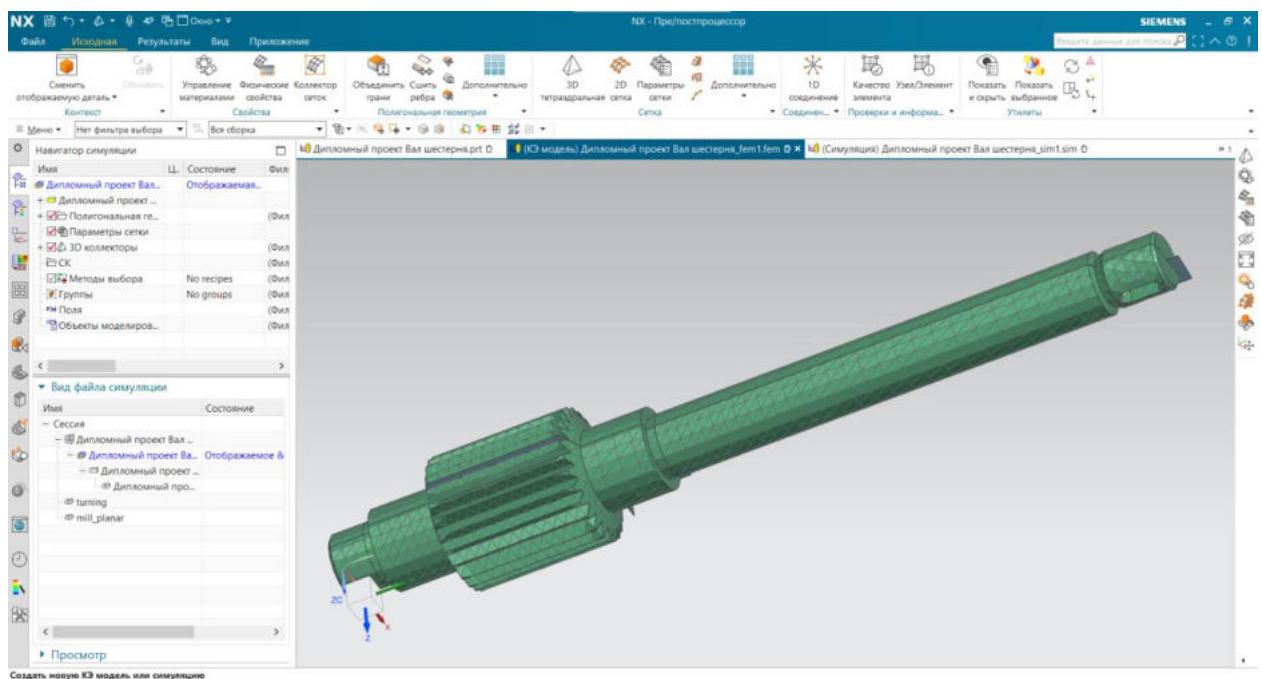


Рисунок 2.2 – Розбивка на сітку

Тип сполучення заділу наведено на рис. 2.3.

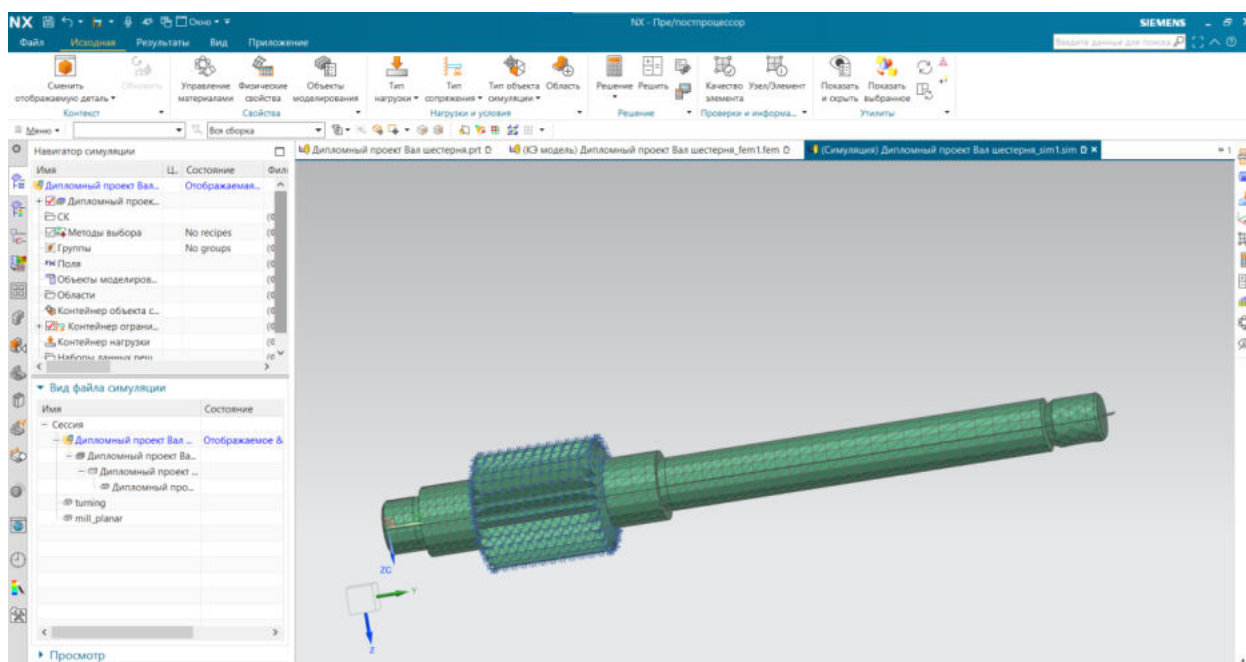


Рисунок 2.3 - Заділ

Тип навантаження - сила 100N на цю частину представлено на рис. 2.4.

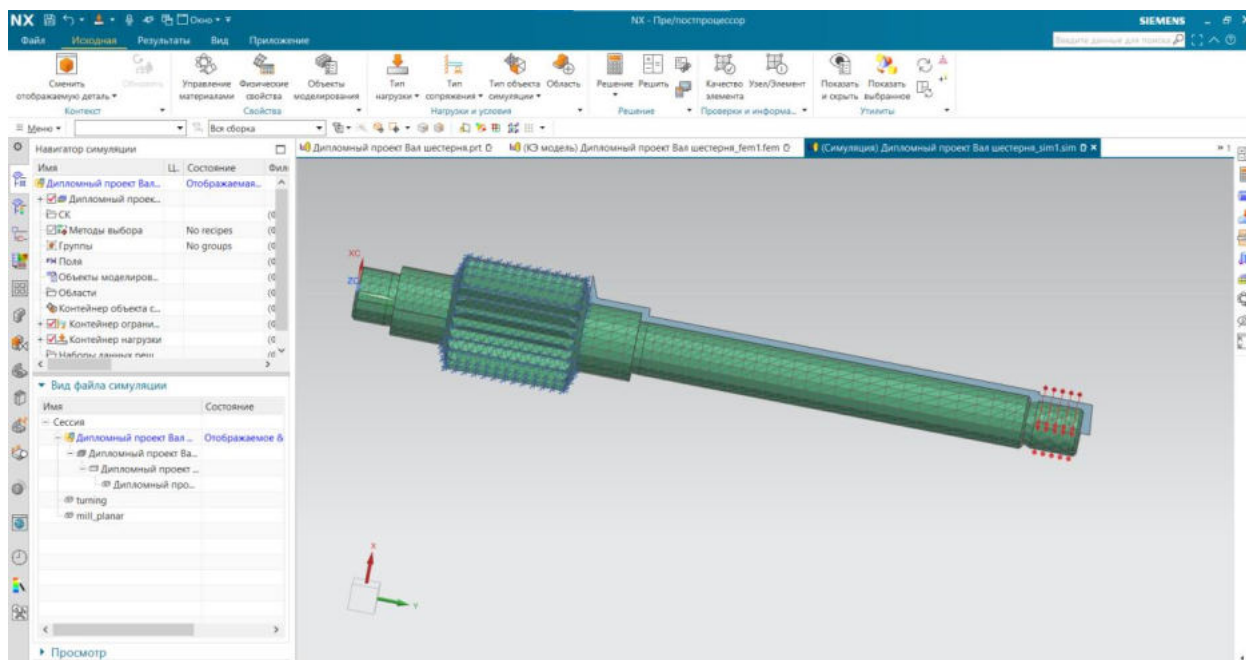


Рисунок 2.4 – Навантаження

Рішення наведене на рис. 2.5.

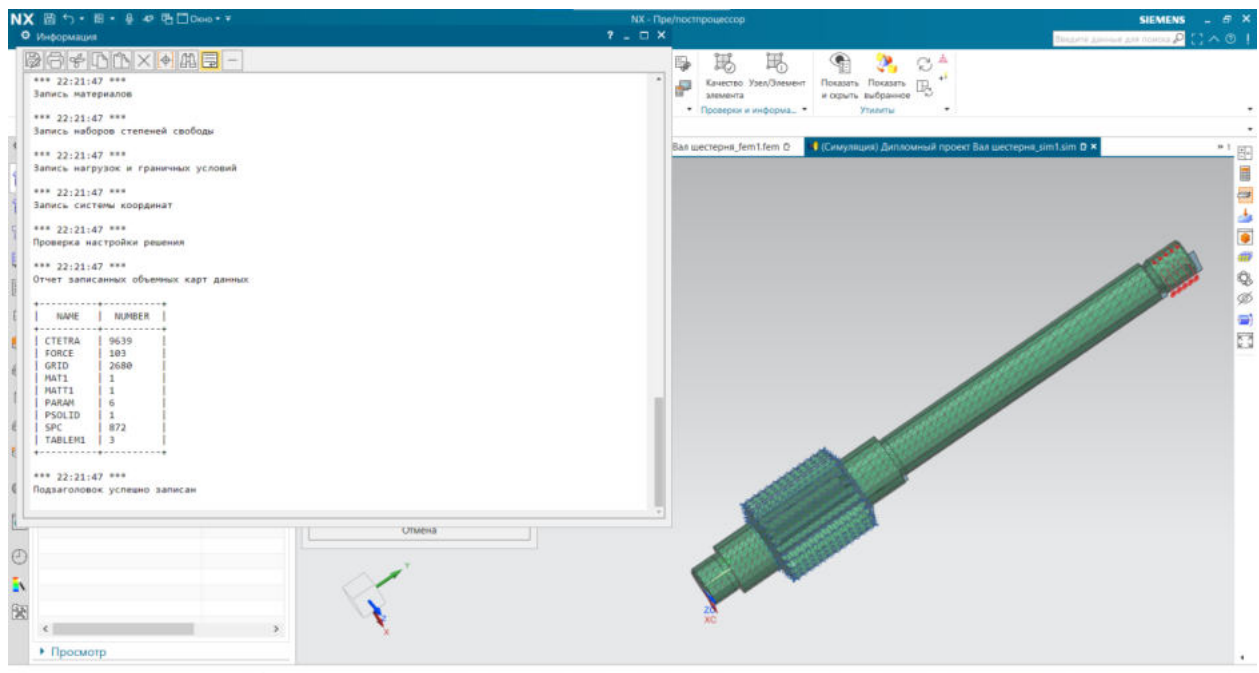


Рисунок 2.5 – Рішення

Результат представлено на рис. 2.6

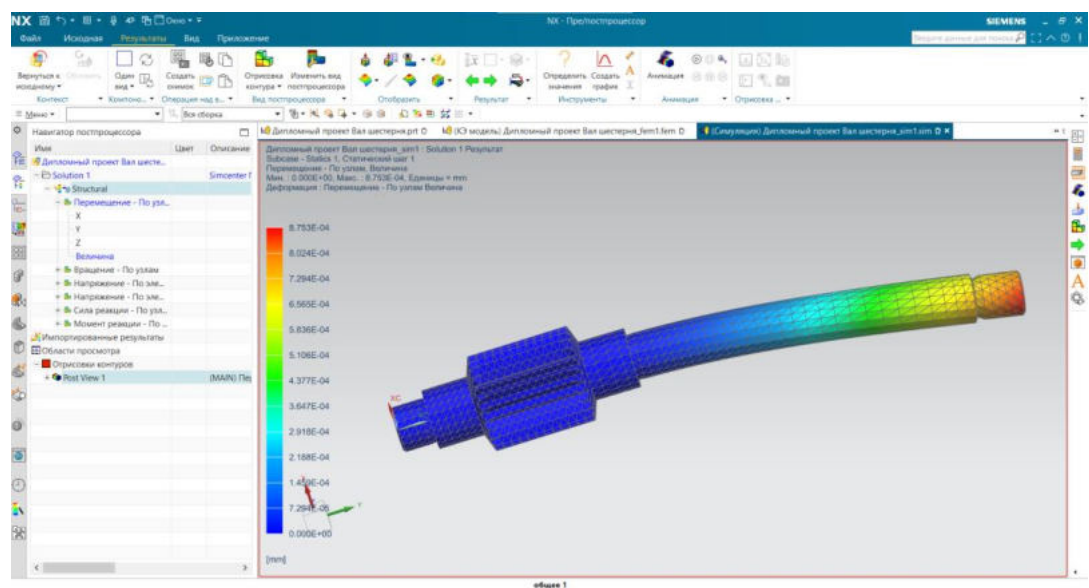


Рисунок 2.6 - Результат

Переміщення по вузлах по X див. рис. 2.7.

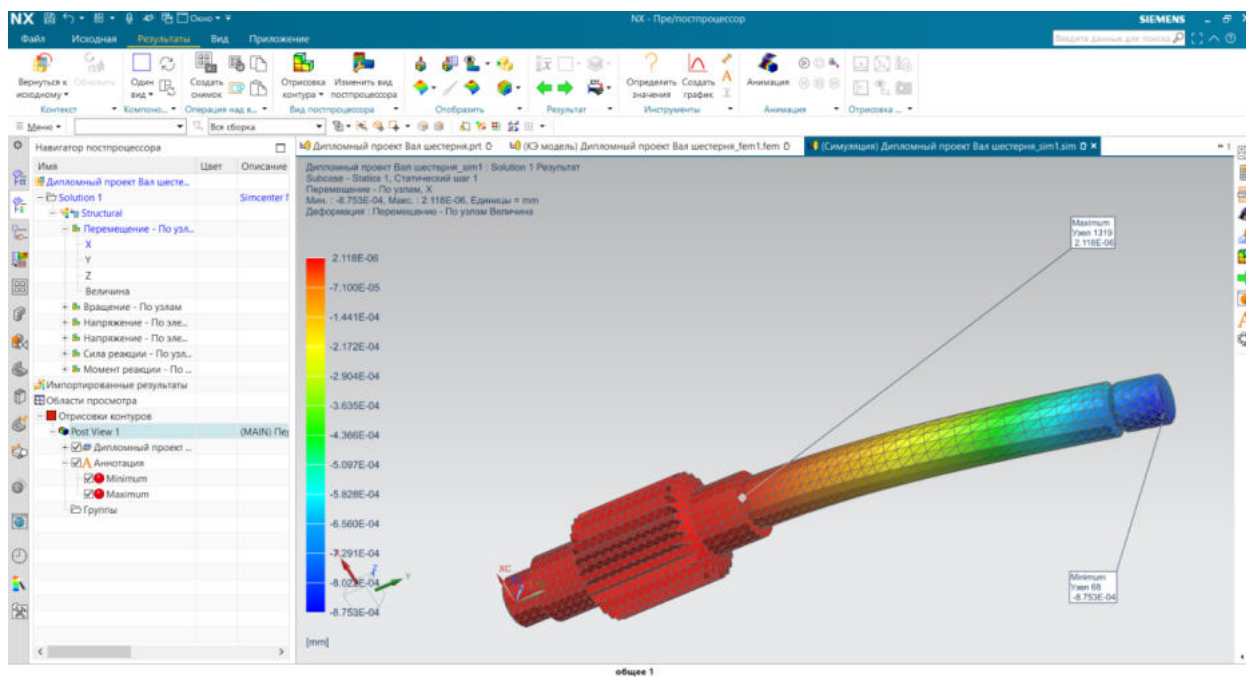


Рисунок 2.7- Переміщення по вузлах по X

Переміщення по вузлах по Y наведено на рис. 2.8.

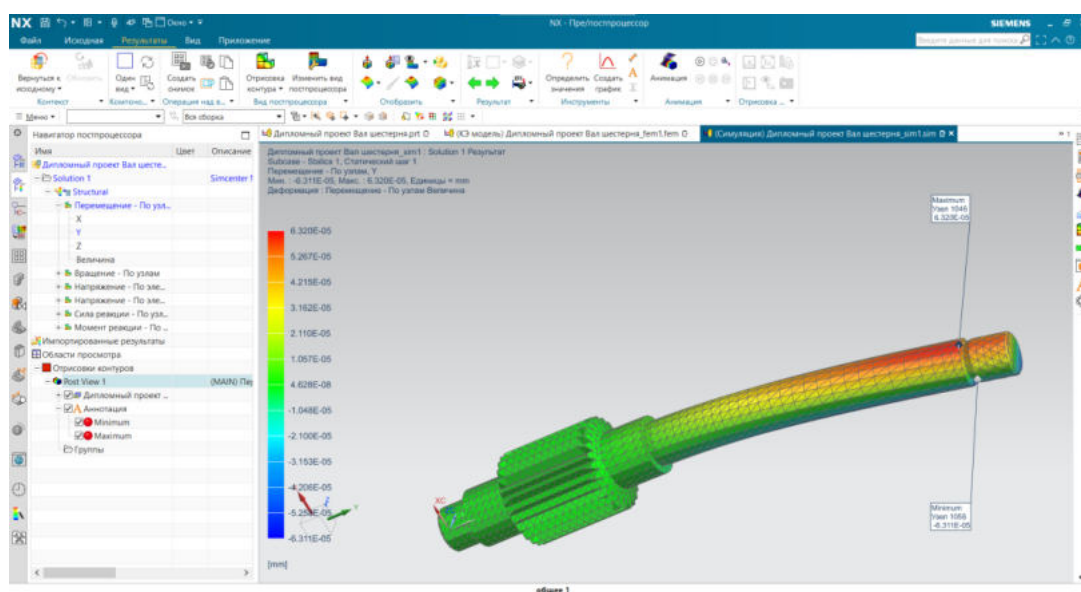


Рисунок 2.8 - Переміщення по вузлах по Y

3 РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

Розрахунок кількості верстатів та навантаження на них

При багатосерійному типі виробництва потрібна кількість верстатів для розробки технологічного процесу розраховується по формулі:

$$S_{pi} = \frac{t_{шк} \cdot N}{F_g \cdot m \cdot 60}, \quad (3.1)$$

де $t_{шк}$ - штучний час на операцію, хв;

N - виробнича партія, шт;

F_g - річний фонд роботи обладнання, годин;

m - кількість змін роботи обладнання

$$S_{010} = \frac{2,22 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,23 \quad S_{n010} = 1$$

$$S_{015} = \frac{4,13 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,43 \quad S_{n015} = 1$$

$$S_{020} = \frac{2,6 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,27 \quad S_{n020} = 1$$

$$S_{025} = \frac{1,63 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,17 \quad S_{n025} = 1$$

$$S_{030} = \frac{4,71 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,49 \quad S_{n030} = 1$$

$$S_{035} = \frac{1,2 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,12 \quad S_{n035} = 1$$

$$S_{040} = \frac{0,9 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,09 \quad S_{n040} = 1$$

$$S_{050} = \frac{3,12 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,32 \quad S_{n050} = 1$$

$$S_{055} = \frac{1,19 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,13 \quad S_{n055} = 1$$

$$S_{060} = \frac{2,12 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,22 \quad S_{n060} = 1$$

$$S_{065} = \frac{1,2 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,12 \quad S_{n065} = 1$$

$$S_{070} = \frac{0,9 \cdot 25000}{4016 \cdot 1 \cdot 60} = 0,09 \quad S_{n070} = 1$$

Коефіцієнт завантаження верстату розраховується за формулою:

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

де S_{pi} - розрахункова кількість верстатів;

S_{ni} - прийнята кількість верстатів.

$$K_{\xi 010} = \frac{0,23}{1} = 0,23$$

$$K_{\xi 015} = \frac{0,43}{1} = 0,43$$

$$K_{\xi 020} = \frac{0,27}{1} = 0,27$$

$$K_{\xi 025} = \frac{0,17}{1} = 0,17$$

$$K_{\xi 030} = \frac{0,49}{1} = 0,49$$

$$K_{\xi 035} = \frac{0,12}{1} = 0,12$$

$$K_{\xi 040} = \frac{0,09}{1} = 0,09$$

$$K_{\xi 050} = \frac{0,32}{1} = 0,32$$

$$K_{\xi 055} = \frac{0,13}{1} = 0,13$$

$$K_{\xi 060} = \frac{0,22}{1} = 0,22$$

$$K_{\zeta 065} = \frac{0,12}{1} = 0,12$$

$$K_{\zeta 070} = \frac{0,09}{1} = 0,09$$

Середній коефіцієнт завантаження верстату розраховується за формулою:

$$\bar{K}_{зсер} = \frac{\sum S_p}{\sum S_n}, \quad (3.3)$$

$$\bar{K}_{зсер} = \frac{0,23 + 0,43 + 0,27 + 0,17 + 0,49 + 0,12 + 0,09 + 0,32 + 0,13 + 0,22 + 0,12 + 0,09}{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 0,223$$

Графік завантаження будують у координатах: коефіцієнт завантаження K_{zi} - номер верстата i . По горизонтальній вісі графіка рівними інтервалами умовно зображуємо верстати ТП. По висоті у вигляді прямокутників у відносних одиницях або відсотках відкладаємо коефіцієнт завантаження.

На графіку лінією, рівнобіжної горизонтальній вісі, показуємо середній коефіцієнт завантаження технологічного устаткування.

Графік завантаження показаний на рисунку 3.1.

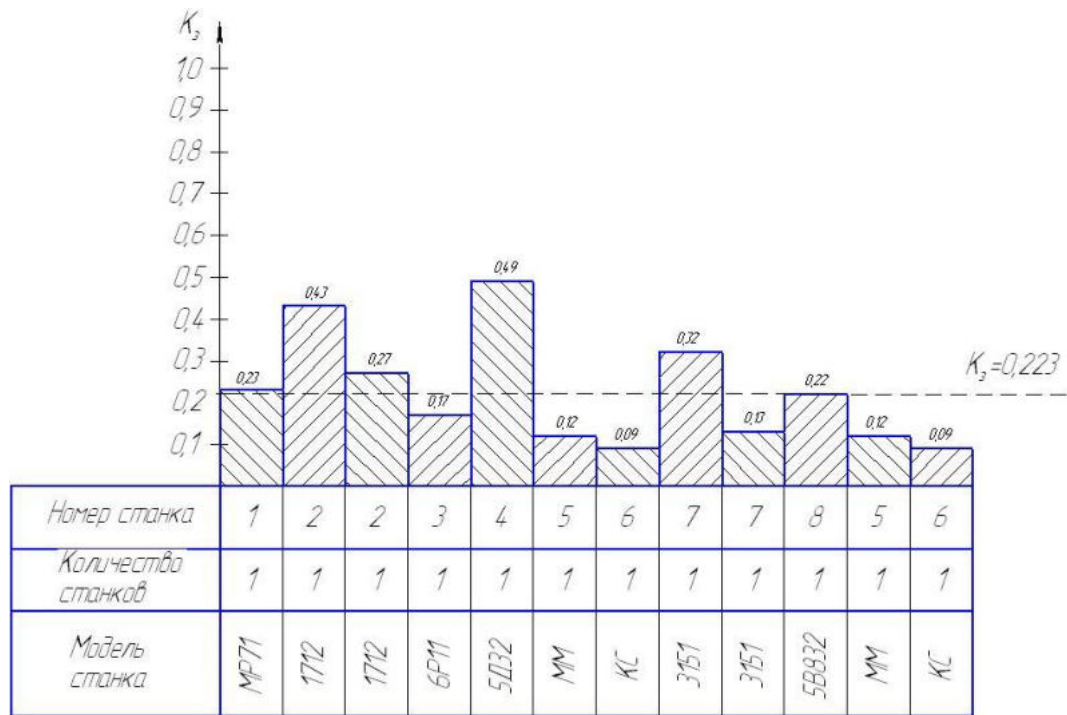


Рисунок 3.1 – Графік завантаження

Розрахунок чисельності основних робітників – операторів

Кількість верстатів, що може обслуговувати один робітник у зоні обслуговування розраховується за формулою:

$$m_s = \frac{t_{on}}{t_{aita} + t_{iaa}} , \quad (3.4)$$

де t_{on} - оперативний час, хв;

t_{ood} - додатковий час, хв;

t_{nep} - час, який витрачається на перехід від верстата до верстата, хв.

Операція 015 – Токарна:

$$m_s = \frac{3.76}{0.86 + 0.2} = 3.55, \text{ приймаємо } m_s = 3 \text{ верстати};$$

Операція 020 – Токарна:

$$m_s = \frac{2.37}{0.86 + 0.2} = 2.24, \text{ приймаємо } m_s = 2 \text{ верстати};$$

Операція 050 – Шліфувальна:

$$m_s = \frac{2.84}{0.86 + 0.2} = 2.68, \text{ приймаємо } m_s = 2 \text{ верстати};$$

Операція 055 – Шліфувальна:

$$m_s = \frac{1.09}{0.86 + 0.2} = 1.03, \text{ приймаємо } m_s = 1 \text{ верстати};$$

На операцію 015 та 020 призначаємо 1 робітника. На операцію 050 та 055 також призначаємо 1 робітника.

На всі інші операції призначаємо по одному робітнику за верстатом.

Загальна кількість робітників розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma} = \sum R_i \quad (3.5)$$

$$R_{\Sigma} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 10 \text{ чол.}$$

4 ОЦІНКА ОЧІКУВАНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Для підвищення продуктивності технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-шестерня» дуже важливу роль відіграє удосконалення старого пристосування на прогресивне. Тому в даному розділі розрахуємо економічну ефективність від впровадження гідроприводу на пристосування для фрезерної обробки пазів.

Розрахунок економічної ефективності використання пристосувань має за основу порівняння затрат та економії, які виникають при його використанні відносно річного періоду. Затрати включають в себе амортизацію пристосувань та витрати на його утримання та експлуатацію. Економія досягається за рахунок зниження трудомісткості виготовлення деталей.

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:

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

Собівартість використання C_b при використанні старого пристрою розраховують за формулою:

$$C_b = Z_b \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_b}{\Pi} \cdot \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) \quad (4.2)$$

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;

$$S_a=19850 \text{ грн}; S_b=12200 \text{ грн}$$

Π - річна програма випуску деталей, $\Pi=25000$ шт;

A - строк амортизації пристосування в роках, $A=2$ роки;

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

$$q_a=3970 \text{ грн}$$

$$q_b=2440 \text{ грн}$$

Для підрахування заробітної плати робітника використовуємо формулу:

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

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

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

$$Z_a=4,09 \cdot 2,2=8,99 \text{ грн}$$

$$Z_b=6,15 \cdot 2,2=13,53 \text{ грн}$$

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

$$C_a = 8,99 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{19850}{25000} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{3970}{100}\right) = 124,55 \text{ грн}$$

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

$$C_v = 13,53 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{12200}{25000} \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{2440}{100}\right) = 145,3 \text{ грн}$$

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

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

$$\Pi_k = \frac{(19850 - 12200) \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{3970}{100}\right)}{(13,53 - 8,99) \cdot \left(\frac{1}{2} + \frac{200}{100}\right)} = 1120,6 \text{ шт}$$

Завдана річна програма $\Pi > \Pi_k$ - вигідно застосовувати більш складне пристосування.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Основною задачею техніки безпеки є забезпечення безпечних та здорових умов праці без зниження його продуктивності. Для цього передбачається великий комплекс заходів по створенню таких умов.

З метою передбачення виробничого травматизму рухомі елементи верстатів, робочі зони обладнання, технологічної оснастки доповнюються обмежувачами пристроями (бар'єри, решітки, кожухи, щити та т.д.). Для забезпечення повітряної середи на робочому місці, відповідним санітарним нормам, верстати, інше технологічне обладнання комплектується індивідуальними або груповими відсмоктуючими пристроями.[19]

Велику вагу має охорона довколишньої середи. Для зменшення забруднень обхідно застосовувати безвідходні технології, створення очисних споруд, що дозволяються багатократно використовувати одні й ті ж самі об'єми води, повітря у замкнутих системах.

При розробці технологічних процесів виготовлення деталей необхідно передбачати конкретні міри, що забезпечують безпечні умови праці, охорону довколишньої середи при виготовленні розгляненої деталі.

Для забезпечення безпеки праці на операції – штамповка, робітнику необхідно бути максимально уважним із заготівками, так як вони нагріті до високої температури.

При механічній обробці необхідно дотримуватись правил безпеки, встановлених на даному підприємстві та у галузі.[19]

ВИСНОВКИ

Технологічні процеси розробляють інженери-технологи. При розробці технологічного процесу технологи виходять з вимог конструкції (отримання виробу потрібної якості), та вимог економіки (мінімальна вартість виробу).

Вибрано та обґрунтовано спосіб отримання заготовки та маршрут виготовлення вала-шестерні. Розраховані припуски на механічну обробку та підібрані оптимальні режими різання та норми часу.

Виконано проектування та розрахунок робочого та контрольного пристосувань. Внесено істотні зміни в конструкції існуючих пристроїв спрямовані на механізацію та автоматизацію пристроїв, які знижують витрати часу.

Доцільно розроблена технологія дозволяє з малими витратами випускати велику кількість виробів високої якості. Це досягається при умові, якщо усі закладені вимоги технології не уклінно виконуються.

Економічно обґрунтовано ухвалені рішення. Для підвищення продуктивності технологічного процесу виготовлення деталі «Вал-шестерні особливого призначення» дуже важливу роль відіграє заміна старого обладнання на нове прогресивне. Тому в даному розділі розраховували економічну ефективність від впровадження гідроприводу на фрезерне пристосування .

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методические указания к лабораторным работам с технологических методов производства заготовок для студентов специальностей 8.0902202/Составители В.М. Плескач. – Запорожье, ЗНТУ, 2001, 59с.
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т - 1 под ред Косиловой. – М. : Машиностроение, 1985, 496 с., ил.
3. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т - 2 под ред Косиловой. – М. : Машиностроение, 1985, 496 с., ил.
4. Справочник нормировщика – машиностроителя. В 4-х т. Т - 2 под ред Стружестраха. – М. : Машгиз, 1961, 892 с., ил.
5. Методические указания по основным требованиям и правилам оформления курсовых и дипломных проектов по технологии машиностроения./ Составители В.И Цыпак Н.В. Гончар. – Запорожье, ЗНТУ, 2002, 86с.
6. "Справочник технолога машиностроителя" под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, т.2,-М.:Машиностроение.1985; 496с., ил.
7. Стружестрах Е.И. "Справочник нормировщика машиностроителя", т II-М.:Машиностроение,1961.-892с., ил.
8. Руденко П.А. и др. "Проектирование и производство заготовок в машиностроении".-К.: Вища школа., 1991.-247с., ил.
9. "Обработка металлов резанием: Справочник технолога" / А.А. Панов, В.В. Аникин. Н.Г. Бойм и др. под общ.ред. А.А. Панова.-М.:Машиностроение.1988.-736с.: ил.
10. "Спарвочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.1,-М.:Машиностроение,1979,-728с., ил.
11. "Спарвочник конструктора машиностроителя" под ред. Анурьева В.И., т.2,-М.:Машиностроение,1979,-559с., ил.

12. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. "Курсовое проектирование по технологии машиностроения",-Мн.:Выш.школа, 1983.-256., ил.
13. "Справочник нормировщика"/А.В. Ахумов и др.-Л.:Машиностроение, 1986.-458., ил.
14. Маталин А.А. "Технология машиностроения"-Л.:Машиностроение, 1985.-496с., ил.
15. "Технология машиностроения (специальная часть)", А.А. Гусев и др.-М.: Машиностроение ,1986.-480с., ил.
16. Горошкин А.К. "Приспособления для металлорежущих станков". Справочник - М.:Машиностроение,1979.303с., ил.
17. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. "Станочные приспособления" - М.: Машиностроение, 1973.-344с.
18. Ансеров М.А. "Приспособления для металлорежущих станков".-Л.: Машиностроение,1975.-656с.
19. 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; 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» за освітньою програмою (спеціалізація) «Авіаційні двигуни та енергетичні установки», «Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок» / Укл. : В.І. Шмирко – Запоріжжя: Каф. ОП і НС. НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 32 с.
20. Москальова В.М. «Основи охорони праці »:Підручник.-К.:ВД «Професіонал», 2005.-672с.

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № д/опл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание							
				Документация									
A4				Пояснительная записка									
A1				Сборочный чертёж									
				Детали									
		1		Корпус гидроцилиндра	1								
		2		Станина	1								
		3		Зажим	2								
		4		Клин	1								
		5		Щуп	2								
		6		Палец	2								
		7		Корпус пальца	2								
		8		Крепления	2								
		9		Призма	2								
		10		Прихват	2								
		11		Корпус	1								
		12		Болт зажимной	2								
		13		Шпилька	2								
		14		Пружина	1								
		15		Гайка пальца	2								
		16		Болт для крепления призмы	4								
		17		Центральное крепление	1								
							НУЗП 292344.003						
Изм.		Лист	№ докум.		Подп.	Дата							
Разраб.		Логвиненко О.С.					Приспособления для фрезерования паза		Лит.	Лист	Листов		
Пров.		Коновал О.Г.							1	2			
Н.контр.		Дядя С.И.					НУЗП Мз-110сп						
Утв.		Дядя С.И.											

Копировал

Формат A4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № д/кл.	Подп. и дата	7	Материалы	Масло И-20А ГОСТ 20799-75	5л	Инв. № подл.	Подп. и дата	Лист
						НУЗП 292344.003			2		

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

*Альбом
технологічної документації
деталь «Вал заднього компресора низького тиску»*

Виконав ст. групи Мз- 110

Логвиненко О.С.

Керівник

Кононов В.В.

Нормоконтроль, доцент

Дядя С.І.

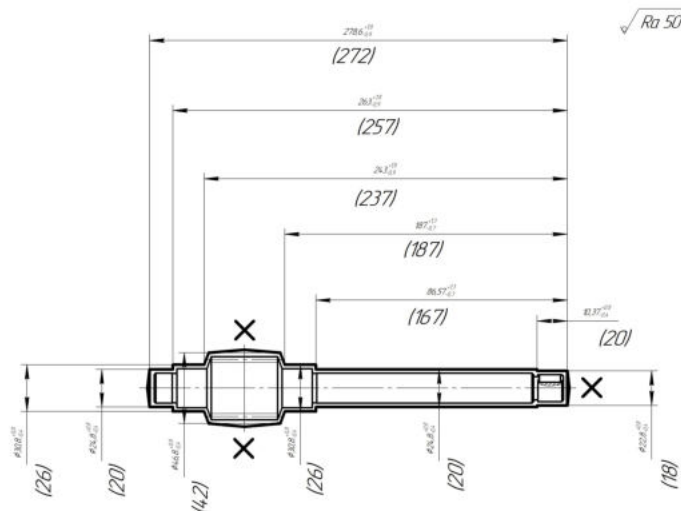
2023

Дудл			
Мзд			
Подл			

Глтехнолог
Нач. БПМ

Форма 170-162

Разраб	Логвиненко О.С.			НУЗП	НУЗП 715.001003	Опер 005	НУЗП 0214.123003	Листов	Лист
Провер	Кананов В.В.								
Н.контр				Вал – шестерня				Лит	



Технічні умови на заготовку			
Матеріал найменування та марка	Код	Заготовка	
		Код та вид	профіль та розміри
Сталь 50		Штамповка КШП	279 x 47
Технічні умови		Маркування	Твердість
ОСТ 1 90085-73			
Сортамент		Допустима кривизна	
ГОСТ 1050-77		ρ _{сн} =1 мм; ρ _{жс} =1 мм	
Розмір вихідного матеріала	Кол.дет. із 302.	Норма витрат	
		Розм. штамповки	Маса
	1		18

1. Клас точності виготовлення □ Т4, група сталі □ М2, ступінь складності – С1
2. Твердість 229..269 НВ
3. Неказані штампувальні ухили 5
4. Неказані радіуси заокруглення R2,5
5. Зміщення, що допускається, по площині роз'єму штампуну не більше 1,2
6. Розміри без допусків витримувати до 2 мм

Дубл.			
Взам.			
Підп.			

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

НУЗП 0214.1.23003

2

1

Разраб.	Логвиненко О.С.			НУЗП	НУЗП 715.514.003			М-110.1014.1.000001
Провер.	Кананов В.В.							
Н. контр.	Дядя С.І.				Вал -шестерня			

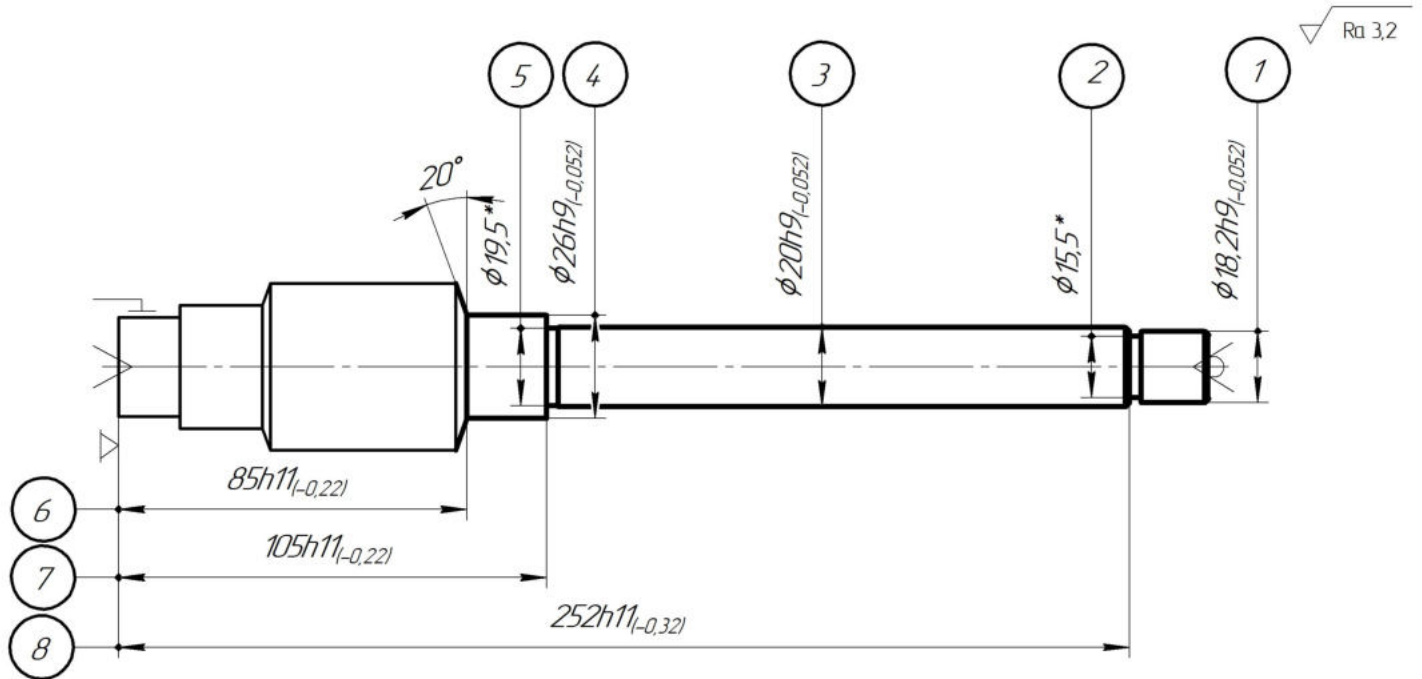
M 01	Сталь 50																	
M 02	Код		FB	МП	FN	Н расх	КИМ	Код заготовки		Профиль та розміри			КП	МЗ				
	к2		11	1	0,35	0,61						1	1,8					
A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, найменування операції				Обозначение документа									
Б	Код, найменування обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	FN	ОП	Кшт	Тп.з	Тшт			
A 03				005	2170 Заготівельна на КГШП				ІОТ №1									
Б 04	38	2101	Пресс			2	13229	5	2	1	1	1	180	1	10			
05																		
A 06				010	4261 Фрезерно-центрувальна				ІОТ №14									
Б 07	38	1633	Фрезерно-центрувальний МР-71Р			3	19479	5	2	1	30	1	180	1	5			
08																		
A 09				015	4114 Токарная				ІОТ №4									
Б 10	38	1102	Токарно-копіювальний н/а 1712			2	19149	4	1	1	1	1	180	1	25	2,8		
11											ІОТ №3							
A 12				020	4114 Токарная				2	19149	4	1	1	1	180	1	30	15,0
Б 13	38	1102	Токарно-копіювальний н/а 1712															
14																		
A 15				025	4214 Фрезерувальна				ІОТ №4									
Б 16	38	11203	Вертикально-фрезерний 6Р11			2	18355	5	1	1	1	1	180	1	25	2,5		
МК																		

[illegible]

Дydd.			
B3am.			
Пoдп.			

[illegible]

						НУЗП 0114.123.003	1	1
Разраб	Логвиненко О.С.			НУЗП	НУЗП 715.514.003	М-110.2014.1.000001		
Провер	Кананов В.В.							
Н. контр.	Дядя С.И.			Вал – шестерня				015



Дубл.				
Взам.				
Лист				

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

НУЗП 0214.123.001

2

1

Разраб.	Логвиненко О.С.		
Провер.	Кананов В.В.		
Н. контр.	Дядя С.И.		

НУЗП

НУЗП 715.514.003

Мз-110.6014.1000001

Вал - шестерня

015

Наименование операции	Материал	Твердость	FB	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Токарна	50	25...35,5 HRC	к2	11		144	0,8
Оборудование, устройство с ЧПУ	Обозначение программы	То	ТВ	Тл.з	Тшт.	СОЖ	
Гидрокапильный н/а 1722	-	11,95	2,11	44	15,47	5% р-н эмульсору ГОСТ 1975-75	

Р		ПИ	D или B	L	f	l	s	n	v
О 01	1. Встановити та закріпити деталь								$t_f = 3,18$
Т 02	ПР Патрон лавийкавий ГОСТ 1334-67, центр упорный ГОСТ 18259-72								
03									
О 04	2. Точити поверхні дотримуючись розмірів 1,3,5,6,7								
Т 05	ВИ Копіювальний супорт								
06	РИ Різець 2101-0055 ГОСТ 18879-73								
07	СИ Шаблон спеціальні								
Р 08		02	65,76	267,35	0,85	1	0,12	315	65,03
09	3. Точити поверхні 2,8								$t_{пер} = 0,53$
Т 10	ВИ Втулка перехідна								
11	РИ Різець 2130-0501 ГОСТ 18874-73								
12	СИ Шаблон спеціальний								
Р 13		02	4	7,95	2	1	0,04	1125	14,13

ОК

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

НУЗП 0214.123.003

1

1

Разраб. Логвиненко О.С.

НУЗП

НУЗП 715.514.003

М-110.6014.1.000001

Провер. Кананов В.В.

Н. контр. Дядя С.И.

Вал – шестерня

025

Наименование операции	Материал	Твердость	FB	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Фрезерная	сталь 50	25...35,5 HRC	к2	11		144	0,8
Оборудование, устройство с ЧПУ	Обозначение программы	Т ₀	Т _В	Т _{п.з}	Т _{шт.}	СОЖ	
Горизонтально-фрезерный 6Р11	-	165	0,95	20	5,39	5% р-н эмульсору ГОСТ 1975-75	

Р		ПИ	D или B	L	f	l	s	n	v
О 01	1. Встановити та закріпити деталь								$t_f = 3,18$
Т 02	ПР Пристосування спеціальне								
03									
О 04	2. Фрезерувати поверхню дотримуючись розміру 1								
Т 05	ВИ Втулка перехідна								
06	РИ Шпіночна фреза 2234-0353 ГОСТ 9140-78								
07	СИ Шаблон спеціальний 5 js9								
Р 08		01	5	14	5	10	0,02	1000	15,7
09									
Т 10	3. Зняти деталь								
11									
12									
Р 13									

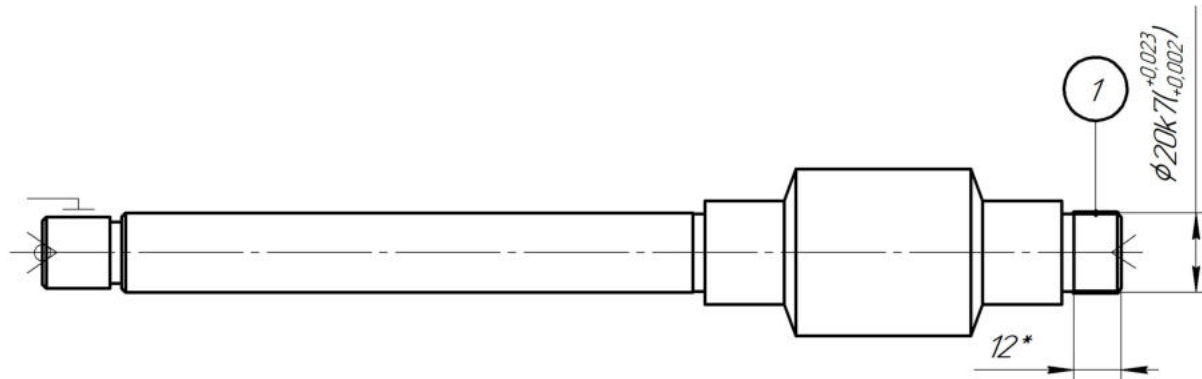
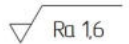
ОК

Людл			
Бзам			
Плодл			

[illegible]

НУЗП 0114123.003	1	1
------------------	---	---

Разработ	Логвиненко О.С.			НУЗП	НУЗП 715.514.003		М-110.2014.1.000001
Провер	Кочанов В.В.						
Н контр.	Дядя С.И.			Вал - шестерня			055



* Розмір для довідок.

Дуџа			
Вэа			
Пад			

[illegible]

ИУЗП 0214 123.003	1	1
-------------------	---	---

[illegible]

Наименование операции	Материал	Твердость	FB	MD	Профиль и размеры	M3	KOИД
Шлифовальна	Сталь 50	25-35,5 HRC	K2	11	140x18x310	144	0.8

Оборудование, устройство с ЧПУ	Обозначение программы	Гв	Гб	Гпз	Гшт	СЖ
Каулашліфувальний 3151	-	165	0,95	25	4,0	5% р-н емульсолу ГОСТ 1975-75

[illegible]

OK