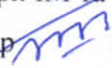


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д-р техн. наук, професор  М.Р. Ткач

« 23 » 06 2025 р.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему Проектування технології виготовлення вал-шестерні роликового транспортера ($m = 6$ мм, $z = 49$; $o = 342$ мм, $L = 1405$ мм)

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

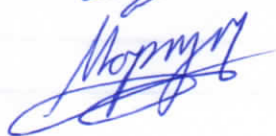
Галузь знань	13 «Механічна інженерія»
Спеціальність	131 «Прикладна механіка»
Спеціалізація	«Технології машинобудування»

Студент групи 4261



Кабецький М.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник



Моргун С.О.
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2025

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Інститут Машинобудівний навчально-науковий
Кафедра Інженерної механіки та технології машинобудування
Освітній рівень Бакалавр
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д.т.н., професор М.Р.ТКАЧ

“ 15 ” 03 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студент Кабецький Микола Павлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Проектування технології виготовлення вал-шестерні роликотранспортера ($m = 6$ мм, $z = 49$; $o = 342$ мм, $L = 1405$ мм)“

керівник роботи к.т.н., доцент Моргун С.О.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “15”03.2025р. № 1226 уч

2. Строк подання студентом роботи 1.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Робоче креслення деталі; нормативна література; держстандарт; довідники

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

1) Загальний розділ: Призначення деталі, аналіз технологічності деталі, характеристика властивостей матеріалу, вибір типу виробництва.

2) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

3) Конструкторський розділ: Розрахунок і проектування спеціальних конструкцій пристроїв для верстатів та спеціального металорізального інструменту.

4) Охорона праці та навколишнього середовища – Розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці

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

Креслення деталі, заготовки, спеціального пристрою до металорізального верстату, спеціального металорізального або вимірювального інструменту, налагодження до однієї з технологічних операцій, планування ділянки цеху,

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	к.т., доц.Познанський А.С.		
Нормоконтроль	доцент Новошицький А.В..		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруковка у форматі A3)	25.03.2025	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 2)	15.04.2025	
3	Оформлення конструкторського розділу (3)	25.04.2025	
4	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (4)	25.05.2025	
5	Оформлення креслень	25.05.2025	
	Перевірка на плагіат	1-10.06.2025	
6	Нормоконтроль (креслення у форматі A3)	1-9.06.2025	
9	Затвердження КРБ на кафедральному перегляді (ПЗ, креслення у форматі A1)	10-16.06.2025	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи(текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	12-16.06.2025	
11	Затвердження КРБ зав.кафедрою (подання, анотація)	12-16.06.2025	
12	Рецензування	16-22.06.2025	

Студент
(підпис)

Керівник роботи
(підпис)

Кабецький М.П.
(прізвище та ініціали)

Моргун С.О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В бакалаврській роботі на тему «Проектування технології виготовлення вал-шестерні роликового транспортера ($m = 6$ мм, $z = 49$; $o = 342$ мм, $L = 1405$ мм)» надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті питання з можливості використання інструменту для глибокого свердління при механічній обробці. В бакалаврській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань таріжучого і вимірювального інструментів, спроектована ділянка виготовлення деталі, розраховані техніко-економічні показники ділянки і доцільність її проектування, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці.

Ключові слова: вал шестерня, заготовка, припуски, оправка, довб'як чашковий, фреза, відрізний різець.

ABSTRACT

In the bachelor's thesis on the topic « Design of manufacturing technology for roller conveyor shaft-gear ($m = 6$ mm, $z = 49$; $o = 342$ mm, $L = 1405$ mm)) a description of the purpose of the part and the characteristics of the material from which it is made, an analysis of its manufacturability, the choice and justification of the type of production, a technological manufacturing process were developed, and the issues of the possibility of using vibrations during mechanical processing, as well as considered questions on the possibility of using a tool for deep drilling during mechanical processing. In the bachelor's work, the calculations of special devices and cutting and measuring tools are given, the section for the manufacture of the part is designed, the technical and economic indicators of the section are calculated and the feasibility of its design, the measures for labor and environmental protection at the section are developed. The assessment of the station's equipment resistance to the impact of ionizing radiation in the event of an accident at the nuclear power plant is given.

Key words: flange cup, adapter device, workpiece, allowances, mandrel, cup dovetail, milling cutter, cutting cutter.

Зміст

Вступ.....	
1. Загальна частина.....	
1.1. Описання конструкції й службового призначення деталі.....	
1.2. Опис матеріалу деталі.....	
1.3. Визначення типу виробництва і його характеристика.....	
2. Технологічна частина.....	
2.1. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
2.2. Вибір виду й обґрунтування методу одержання заготовки	
2.3. Розрахунок розмірів заготовки.....	
2.4. Аналіз діючого технологічного процесу.....	
2.5. Проектування маршрутного технологічного процесу.....	
2.6. Вибір і обґрунтування технологічних баз.....	
2.7. Вибір устаткування й технологічного оснащення (різального інструменту, пристосувань, засобів технічного контролю)	
2.8. Визначення міжопераційних припусків і операційних розмірів.....	
2.9. Розрахунок режимів різання та технічне нормування.....	
3. Конструкторська частина.....	
3.1. Розрахунок черв'ячної фрези.....	
3.2. Пристосування для фрезерування.....	
3.3. Контрольно-вимірювальне пристосування.....	
4. Охорона праці.....	
Вступ.....	
4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів проектуємого об'єкту.....	
4.2. Запобігання дії запилювання та загазованню повітря на працюючий персонал.....	
4.3. Захист від вібрацій.....	
4.4. Методи та засоби колективного та індивідуального захисту від шуму.....	
4.5. Основні вимоги до виробничого освітлення.....	
Література.....	

Вступ

Зараз, як ніколи раніше, в умовах подання наслідків світової економічної кризи перед вітчизняним машинобудуванням стоїть питання конкурентноспроможності продукції на світовому ринку

Для досягнення цієї мети необхідно підвищити точність і якість випускаємої продукції, знизити її собівартість. Для цього необхідно упроваджувати нові альтернативні техпроцеси, які забезпечують високу продуктивність роботи та зменшать час виготовлення продукції.

Одним із шляхів вирішення вище піднятих питань є широке впровадження верстатів с ЧПК, автоматизованих ліній та автоматичних дільниць. Але зважаючи на неможливість швидкого переоснащення виробництва вітчизняних підприємств машинобудівної галузі, необхідно враховувати при проектуванні нових техпроцесів використання старих зношених верстатів про обдирці та черновій обробці заготовок.

Другим шляхом є заміна високовартісних, трудомісних методів обробки матеріалів менш трудомісними і дешевшими, впровадження нових прогресивних методів хіміко-термічної обробки сталі.

У данному проекті розкривається тема проектування дільниці цеху по виготовленню валів-шестерень, наводиться: порівняльний аналіз технологічних процесів виготовлення зубчатих шестерень при різних методах зміцнення зубців, альтернативний технологічний процес виготовлення валу-шестерні, техніко-економічні розрахунки та пояснення доних, комплект технічної та конструкторської документації.

					4261.08.КРБ.05.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Загальна частина

1.1 Призначення та технічна характеристика деталі.

Деталь вал-шестерня належить до деталей-тіл обертання, до класу валів. Вал-шестерня є видучаю шестернеюодноступеневого зубчастого редуктора з горизонтальним розміщенням вісей зубчатих колес Л16. Редуктор призначений для передачі обертання від газо-турбинного двигуна (ГТД) до електрогенератора потужністю 16 МВт. Вал-шестерня працює у зачепленні з зубчатим колесом. Вал-шестерня сприймає крутний момент, що виникає в разі передачі обертання від ГТД до електрогенератора, і передає його через два зовнішні зубчаті вінці на зубчате колесо, у наслідок чого вал-шестерня зазнає напружень кручиння.

За конструкцією вал шестерня є прямолінійною, фасонною, тобто має окремі ділянки, різні діаметри, буртики, канавки, фаски різьби. Фасонність необхідна для посадки інших деталей на свої місця без пошкодження сусідніх ділянок, для створення упорів, закріплення деталей, для виходу ріжучого інструменту.

Деталь має прості циліндричні та торцеві поверхні які просто оброблюються з використанням універсального обладнання, та стандартного ріжучого інструменту.

Вал-шестерня на торцевих поверхнях має 25 глухих отворів з різьбою М12х1,5-6Н для кріплення інших деталей.

Дві поверхні $\varnothing 280_{-0,470}^{-0,450}$ призначена для установки підшипників скальжіння і мають високий ступень точності обробки. Вал шестерня має два зубчатих вінця на $\varnothing 354,4_{-0,35}$ з m-6, z-49, $\alpha-30^0$ які сполучаються з зубчатим колесом на яке передається обертання.

Поверхня $\varnothing 278_{-0,470}^{+0,450}$ призначена для установки масло відбивного кільця, яке кріпиться до торця вала-шестерні 12 гвинтами М12х1,5-6Н.

					4261.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шлиці m-2,5, z-70 на $\varnothing 177,5^{+0,15}_{-0,30}$, та поверхні $\varnothing 170 \text{ h}6_{-0,025}$, $\varnothing 180 \text{ h}6_{-0,025}$ призначені для з'єднання вала-шестерні з шлицевою муфтою. Затягнення шлиццевої муфти виконується за допомогою затяжної гайки, яка накручується на різьбу M170x2-6g. Затяжна гайка фіксується за допомогою двох шпонок 16H12 $^{+0,18}$ розташованих діаметрально протилежно.

Внутрішня поверхня $\varnothing 175\text{H}7^{+0,04}$ служить за для устновки кулачкової муфти, яка кріпиться до торцю вала-шестерні за допомогою 9 гвинтами M12x1,5-6H.

Базовими поверхнями відносно яких задається відхилення форм і розташування поверхонь є поверхні: К, Л - $\varnothing 280^{+0,450}_{-0,470}$ мм; М - $\varnothing 170 \text{ h}6_{-0,025}$; П- $\varnothing 175\text{H}7^{+0,04}$.

Таким чином конструкція деталі забезпечує виконання її функції у редукторі.

1.2. Характеристика матеріалу деталі.

Для виготовлення вал-шестерні використовується сталь 38ХНЗМФА, яка належить до групи вуглецевих легованих, високоякісних конструкційних сталей. Ця сталь використовується для виготовлення найбільш відповідальних важконавантажених деталей, працюючих при температурах до 400град.С. З урахуванням цього можна зробити висновок що матеріал обраний конструктором правильно.

Таблиця 1.1. Хімічний склад сталі у %.

Марка сталі	C	Mn	Si	V	Mo	Ni	Cr	P	S	Cu
								не більш		
38ХНЗМФА	0,38	0,25-0,50	0,17-0,37	0,10-0,18	0.35-0.45	3.00-3.50	1,20-1,50	0,025	0,025	0,3

					4261.08.КРБ.08.01.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 1.2. Механічні властивості після термічної обробки

Марка сталі	Перетин мм	КП	$\sigma_{0,2}$ МПа	σ_B , МПа	σ , %	Ψ , %	кси Дж/с м ²	НВ
								Не більш
38ХНЗМФА	500	—	685	835	11	33	390	363

Таблиця 1.3. Фізичні властивості

Марка сталі	Е ГПа	G ГПа	S кг/см ³	α 10 ⁻⁶ 1/°C
38ХНЗМФА	184	72	7900	13,6

Технологічні властивості:

Температура кування: початок- 1180 С⁰, кінець-780 С⁰. Переріз до 100мм – охолоджувати у ямі, більш ніж 100 мм - піддавати низькотемпературному отжигу.

Зварюваність – не вікористовується для зварних конструкцій.

Флокучутливість-підвищено чутлива.

Схильність до відпускнуї крихкості - не схильна.

1.3. Аналіз технологічності деталі

Аналіз технологічності деталі являє собою проробку робочої документації на технологічність і є фактично технологічним контролем креслення деталі та аналізом технічних вимог до нього, виходячи з умов, вімог та інтересів данного виробництва.

Технологічний контроль креслення деталі вимагає виконати аналіз конструкції деталі відносно точності і якості усіх поверхонь, які підлягають механічній обробці. Встановити відхилення форми і взаємного розташування поверхонь деталі. Технологічний контроль креслення деталі виконується наступним чином:

Якісна оцінка

					4261.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найвищий квалітет точності п'ятий досягається шліфуванням, найвищий клас шорсткості десятий досягається доводкою.

Дана деталь вимагає застосування складних і дорогокоштуючих методів обробки, таких як доводка, але таким методом обробляється тільки дві целендрічні поверхні

Для її обробки застосовують спеціальні пристрої, складні вимірювальні інструменти, але в обмеженій кількості.

Дана деталь жорстка, так як відношення:

$$L / D = 1405 / 354,2 = 3,9 < 5$$

Таким чином за якісною оцінкою конструкція деталі технологічна, але її виготовлення має певні складності.

Кількісна оцінка

Точність розмірів.

Поверхня з розмірам $\varnothing 280 \begin{smallmatrix} -0,450 \\ -0,470 \end{smallmatrix}$ обмеженим полем допуску $\begin{smallmatrix} -0,450 \\ -0,470 \end{smallmatrix}$ забезпечує у з'єднанні посадку з зазором, при цьому зазор необхідний для забезпечення обертання вала-шестерні, розміщення мастила.

Поверхні з розмірами $\varnothing 170h6$, $\varnothing 180h6$ обмежені полем допуску $h6$ що забезпечує у з'єднанні з шлицевою муфтою посадку з не великим зазором для кращого орієнтування муфти.

Внутрішня поверхня $\varnothing 175H7$ обмежена полем допуску $H7$ що такж забезпечує у з'єднанні з кулачковою муфтою посадку з не великим зазором для кращого орієнтування муфти, але зменьшим квалитетом точності

Поверхня $\varnothing 278g5$ обмежена полем допуску $g5$ що такж забезпечує у з'єднанні з масло підвідним кільце посадку з не вликим зазором, але з більшим квалитетом точності.

Шліцьове з'єднання $m-2,5$, $z-70$ виконується з ступіню точності з'єднання 1 регламентованою по И 250.102.070-86

					4261.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.		№ докум.	Підпис	Дата		

Зубці m-6, z-49, β -30° виконуються по ступіні точності 4-В ГОСТ 1643-81.

Шпонковий паз розміром 16H12 відповідає з'єднанню для серійного і масового виробництва, граничні відхилення розміру 161,2h12_{-0,4}мм відповідає рекомендаціям. Основні розміри паза наведені на видах А та Б.

Різьба метрична M170-6g з кроком S=2 мм, з полем допуску 6g. 25 отворів з метричною різьбою кріплення M12-H6 з крупним кроком S=1,5 мм, з полем допуску H6.

Розмір між зовнішніми торцями зубців Р та С 580h10_{-0,28} обмежений полем допуску h10_{-0,28}, розміри фасок на торцях зубців Р та С (0,7... 0,9)x45°. Розмір між зовнішнім торцем напівшеврона Р та упором шлицевої муфти 282is12 обмежений полем допуску is12.

Розміри з полями допусків h14, відносяться до розмірів з великими допусками.

Розміри фасок і радіусів відповідають рекомендаціям ГОСТ 10948-64. Не вказані граничні відхилення радіусів закруглень, фасок і кутів у загальному записі не вказуються, а виконуються за СТСЄВ 302-76.

Визначаємо коефіцієнт точності

$$K_T = 1 - 1/A_{cep}$$

$$A_{cep} = \sum A_{ini} / n = (4 \times 2 + 5 + 6 \times 28 + 7 + 9 \times 7 + 10 \times 3 + 12 \times 3 + 14 \times 35) / 80 = 10$$

$$K_T = 1 - 1/10 = 0,9$$

Так як K_T більше 0,8, то конструкція деталі по коефіцієнту точності технологічна.

Шорсткість поверхонь.

Шорсткість поверхонь задана параметром Ra = 0,16; 1,0; 1,25; 2,5; 10мкм. Норми шорсткості обрані в залежності від функціонального призначення

					4261.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхонь (з'єднання зубчасте, шпонкове, різьбове, рухливе). Шорсткість поверхонь, на яких вона непомічена, однакова і дорівнює 2,5мкм.

Визначаємо коефіцієнт шорсткості

$$K_{ш} = 1 / B_{сер}$$

$$B_{сер} = \sum B_{ini} / n = (10 \times 2 + 7 \times 10 + 6 \times 64 + 5 + 4 \times 3) / 80 = 6,13$$

$$K_{ш} = 1 / 6,13 = 0,17$$

Так як, $K_{ш}$ більше 0,16, конструкція деталі по коефіцієнту шорсткості технологічна.

Таким чином за кількісною оцінкою конструкція деталі технологічна.

Для зручності зносимо усі данні по шорсткості і точності до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Точність і шорсткість поверхонь

Номер і найменування поверхонь	Квалітет точності	Граничне відхилення в мкм	Клас і параметр шорсткості в мкм
1	2	3	4
1. Зовнішній діаметр Ø165h14	14	-1	6 Ra=2.5
2. Зовнішній діаметр Ø170h6	6	-0,025	7 Ra=1.25
3. Зовнішній діаметр Ø177,5d10	10	-0,15 -0,30	7 Ra=1.25
4. Зовнішній діаметр Ø180h6	6	-0,025	7 Ra=1.25
5. Зовнішній діаметр Ø200h14	14	-1,15	6 Ra=2.5
6. Зовнішній діаметр Ø278g5	5	-0,017 -0,040	7 Ra=1.25
7,8. Зовнішній діаметр Ø280b9	9	-0,450 -0,470	10 Ra=0.16
9,10. Зовнішній діаметр Ø354,2b9	9	-0,35	7 Ra=1.25
11. Зовнішній діаметр Ø310h14	14	-1,3	6 Ra=2.5

Продовження таблиці 1.4. Точність і шорсткість поверхонь

					4261.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4
12. Зовнішній діаметр Ø250h14	14	-1,15	6 Ra=2.5
13. Внутрішній діаметр Ø175H7	7	+0,04	6 Ra=2.5
14,15 Торець L=1405 h14	14	-3,1	6 Ra=2.5
16. Торець L=33 h14	14	-0,62	6 Ra=2.5
17. Торець L=283h14	14	-1,3	6 Ra=2.5
18,19. Торець L=250 h10	10	-0,185	6 Ra=2.5
20,21. Торець L=250 h14	14	-1,15	6 Ra=2.5
22. Торець L=22h14	14	-0,52	7 Ra=1.25
23. Торець L=34h14	14	-0,62	6 Ra=2.5
24. Торець L=282is12	12	±0,26	6 Ra=2.5
25. Торець L=68h14	14	-0,74	6 Ra=2.5
26. Торець L=30H14	14	+0,52	5 Ra=5
27,28. Зубці m-6, z-49, β-30° 4-B	4	-0,35	7 Ra=1.25
29. Шліці m-2,5, z-70 h9	9	-0,15 -0,30	7 Ra=1.25
30. Різьба M170x2-6g	6	-0,450 -0,470	6 Ra=2.5
31-55. Різьба M12x1,5-6H	6	+0,19	6 Ra=2.5
56,57. Шпонковий паз 16H12	12	+0,18	4 Ra=10
58. Фаски 1x45° H14	14	-0,25	6 Ra=2.5
59,60. Фаски 1x45° h14	14	-0,25	6 Ra=2.5
61,62. Фаска 3x30° h14	14	-0,25	6 Ra=2.5
63-67. Фаска 6x30° h14	14	-0,3	6 Ra=2.5
68. Фаска 2x30° h14	14	-0,25	6 Ra=2.5
69. Канавка L=4 h14	14	-0,3	6 Ra=2.5
70. Канавка L=3,4 h14	14	-0,3	4 Ra=10
71-77. Радіус R5 h14	14	-0,5	6 Ra=2.5
78. Радіус R2 h14	14	-0,3	6 Ra=2.5
79,80. Центрові отвори Ø3,15H9	9	-0,052	6 Ra=2.5

Допуск розташування

					4261.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Базами для контролю відхилень розташування є вісь деталі, та поверхні К,Л,М,Н,П. Декілько елиментів утворюють одну базу КЛ, їх послідовність не має значення; вказуються в одному полі рамки. Допуск повного радіального биття поверхні Ø170h6 відносно загальної осі поверхонь К та Л становить 0,03 мм. Допуск повного торцевого биття торця L=22h14 відносно тієї ж осі становить 0,02 мм, а торця L=28h12 0,012 мм. Допуск радіального биття різьби M170x2-6g відносно бази М дорівнює 0,05мм. Допуск повного радіального биття поверхні П відносно загальної осі поверхонь К та Л 0,03 мм. Допуск повного радіального биття поверхнь К,Л відносно загальної осі 0,015 мм. Допуск повного торцевого биття торця L=31h14 відносно бази П становить 0,03 мм. Позиційні допуски отворів відносно баз М,Н,П становлять 0,4 мм. Найменший допуск розташування становить 0,012 мм що відповідає 6-му ступеню точності за ГОСТ 24643-81.

Допуск форми поверхонь

Допуск круглості, та профілю повздовжнього перерізу поверхонь К та Л не повинен перевищувати 0,005 мм.

Технічні вимоги

Послідовність викладення технічних вимог відповідає ГОСТ 2.316-68.

Виходячи з аналізу технічних вимог можна зробити висновки:

1. Задана твердість 302...363НВ, та необхідність азотації вимагає термообробки та ретельно вибирати матеріал заготовки, який забезпечить необхідну твердість, і буде добре азотуватися.
2. Група контролю 1-1А ОСТ 100021-78 вимагає підготовку зразку з кожної деталі партії, щоб збільшити розміри заготовки та додати зайву токарну операцію.
3. Після азотації зубці не можна шліфувати, щоб не пошкодити азотований шар товщина якого повинна бути менше 0,45 мм.
4. Необхідність зняти фаски (0,7...0,9) мм х 45° на торця зубців, та притупити гострі крі торців і верхівки зубців радіусом 0,3...0,5 мм, та

					4261.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

досягнення шорсткості $Ra=1,25\text{мкм}$, вимагає включення шліфувальних операцій до хіміко термічної обробки.

5. Після усіх етапів обробки необхідно провести балансувальну операцію для визначення величини дисбалансу, та у разі перевищення 40 гсм провести радіально свердлувальну операцію, для його ліквідування.

Наявність на деталі поверхонь виконаних за 5-м квалітетом і шорсткості $Ra = 0,16\text{ мкм}$ та точністю взаємного розташування поверхонь 0,012 мм, а також необхідність термообробки вимагає введення трьох етапів токарної обробки: чорнової, напівчистої та чистої.

Аналіз конструкторсько -технологічних вимог креслення деталі дозволяє зробити висновок, що вони відповідають функціональному призначенню деталі у вузлі. Тож конструкція деталі за усіма параметрами технологічна, але стоїть так мовити на межі технологічності.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу.

Базовий технологічний процес розроблено для одиночного типу виробництва.

Базовий технологічний процес:

005 Технічний контроль

010 Горизонтально – розточна

015 Токарно – гвинторізна

020 УЗК

025 Технічний контроль

030 Гартування – термопокращення

035 Технічний контроль

040 Токарно – гвинторізна

045 Токарно – гвинторізна

050 Розміточна

					6262М.08.МР.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

055 *Зубофрезерна (чорнова)*
 060 *Полірувальна*
 065 *Промивка*
 070 *Технічний контроль*
 075 *Стабілізація*
 080 *Очистка – пескоструйна*
 085 *Технічний контроль*
 090 *Токарно – гвинторізна*
 095 *Круглошліфувальна*
 100 *Технічний контроль*
 105 *Зубофрезерна (чистова)*
 110 *Полірувальна*
 115 *Зубошевінгувальна*
 120 *Полірувальна*
 125 *Промивка*
 130 *Магнітний контроль*
 135 *Промивка*
 140 *Слюсарна*
 145 *Технічний контроль*
 150 *Азотування*
 155 *Технічний контроль*
 160 *Слюсарна*
 165 *Токарно – гвинторізна*
 170 *Розміточна*
 175 *Радіально – свердлувальна*
 180 *Горизонтально – розточна*
 185 *Слюсарна*
 190 *Круглошліфувальна*

					4261.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 195 Зубофрезерна
- 200 Полірувальна
- 205 Болансувальна
- 210 Радіально – свердлувальна
- 215 Болансувальна (контрольна)
- 220 Промивка
- 225 Магнітний контроль
- 230 Промивка
- 235 Технічний контроль
- 240 Оксидування
- 245 Технічний контроль
- 250 Слюсарна

Обладнання та оснастка при розробці технологічного процесу вибрані універсальні, спосіб отримання заготовки та її форма не є економічними з точки зору використання матеріалу.

Велика кількість токарних операцій на початковому етапі обробки обумовлена використанням неточного методу та форми отримання заготовки і, як наслідок, збільшення кількості операцій обдирки.

При попередній обробці торців, виготовленні центрувальних отворів та шпоночних пазів обрана горизонтально-розточна операція на горизонтально – розточному верстаті WD-160. При мілко серійному, та серійному типі виробництва краще обрати більш спеціалізоване обладнання. Наприклад: при попередній обробці торців та виготовленні центрувальних отворів можливо використовувати фрезерно-центрувальну операцію, а при виготовленні шпоночних пазів – вертикально-фрезерну.

У базовому технологічному процесі використовується багато розміточних операцій які, при використанні необхідних пристроїв, можливо пропустити.

					4261м.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час виконання радіально – свердлувальної операції можливо використовувати кондуктори, а під час фрезерування – універсальну ділительну головку.

Так як вал-шестерня працює в умовах великих частот обертання, то вводиться балансувальна операція, та у разі виявлення дисбалансу, який перевищує допустимий (40гсм) проводиться радіально – свердлувальна операція, для його ліквідування.

Перед азотуванням можливо застосувати гальванічну операцію – лужиння, тоді відпаде необхідність зайвої токарно – гвинторізної операції після азотування, а також необхідність у нарізанні різьби у центрових отворах під захістні пробки, та взагалі необхідність у захистних пробках.

У базовому технологічному процесі багато операцій технічного контролю, декілько з них можна прибрати.

Слід зазначити низьку ступінь автоматизацій базового технологічного процесу – не використовуються зазначені вище пристосування, а також не використовуються верстати з ЧПК.

					4261м.08.КРБ.07.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Порівняльного аналізу технологічних процесів виготовлення зубчастих шестірень при різних методах зміцнення зубів

Технологічний процес виготовлення зубчастих шестірень, що встановлює послідовність виконання операцій обробки, будується залежно від багатьох конструктивно - технологічних особливостей зубчастої шестірни визначальної з яких є вибір виду хіміко-термічного зміцнення її робочих поверхонь.

Хіміко-термічне зміцнення - це процес поверхневого насичення стали хімічними елементами (вуглецем, азотом, хромом, алюмінієм, кремнієм і ін.) для підвищення зносостійкості, твердості й інших властивостей.

До хіміко-термічного зміцнення відносять цементацію, азотування, ціанування й дифузійну металізацію.

Для зубчастих шестірень справедливе твердження про те, що рівень їхньої довговічності й надійності закладений як поверхневий шар зубів. Воно повинне бути високим, щоб в умовах дії більших контактних напруг, сил тертя й контактних температур протистояти ушкодженню робочих поверхонь зубів і їхній усталостному руйнуванню (поломці).

Якість поверхневого шару зубів оцінюють комплексом характеристик: хімічним і фазовим составом, розподілом твердості, величиною, знаком і розподілом залишкових напруг. Сукупність цих характеристик визначає рівень несучої здатності зубчастої передачі, опір контактної втоми, знакозмінному вигину, зношуванню й заїданню. Кожний із зазначених критеріїв працездатності залежить від впливу на поверхневий шар зубів комплексу технологічних і металургійних факторів.

					4261м.08.МР.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найпоширенішими методами хіміко-термічного зміцнення застосовуваними на ГП НВКГ «Зоря»-«Машпроект» є методи: азотування й цементації.

Для проведення порівняльного аналізу технологічних процесів виготовлення зубчастих шестірень при азотуванні й цементації їхніх робочих поверхонь необхідно розкрити суть даних методів. Розглянути які хімічні й фізичні процеси відбуваються при застосуванні азотування й цементації, як впливають легуючі елементи сталей на ці процеси, у якій послідовності проводиться термічна обробка, які методи остаточної механічної обробки застосовують для досягнення необхідної точності й ін.

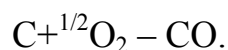
2.2 Метод цементації.

При цементації відбувається насичення вуглецем поверхневого шару деталі з в'язанням маловуглеводістої і легованої сталі з 0,1...0...0,25%С.

Речовини, призначені для насичення вуглецем стали, називаються карбюризаторами. Цементация може проводиться у твердих, рідких і газоподібних карбюризаторах. Цементації піддаються майже готові деталі із припуском на шліфування 0,05...0,1 мм.

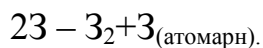
При цементації у твердому карбюризаторі деталі містяться в металевий ящик (контейнер) наповнений твердим карбюризатором. Зверху ящик закривають кришкою, і щілини замазують вогнетривкою глиною, Ящик укладають у піч і нагрівають до температури 930...950^{оc}. Витримку за часом визначають із розрахунку, що за 1 годину виходить цементований шар глибинної 0.1 мм. Як карбюризатор використається состав з деревного вугілля й вуглекислих солей (BaCO₃, Na₂CO₃ і ін.) у кількості 10...40...40%

При даному методі цементації відбувається не повніше згоряння вугілля:



					4261м.08.МР.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

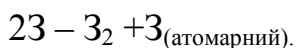
Тому що при даних температурах у присутності заліза вуглекислий газ нестійкий, то відбувається його розкладання по реакції.



Атоми вуглецю, що утворюються, адсорбуються на поверхню деталі й дифундують углиб металу. Вуглекислі солі в корбюрізаторі активізують процес, поповнення кількості атомарного вуглецю.

Такий метод цементації займає дуже багато часу і застосовується в дрібносерійному виробництві.

При газовій цементації процес проходить у печах з герметичною камерою, наповненої вуглеводнями, що містять велику кількість метану. Атомарний вуглець утвориться при дисоціації метану $\text{CH}_4 - 2\text{H}_2 + 3\text{Z}_{(\text{атомарн})}$. Або оксиду вуглецю:



Температура газової цементації 900...930^{про} С. Час витримки в 2 рази менше, ніж при твердому карбюрізаторі. Цей метод цементації застосовують у масовому виробництві.

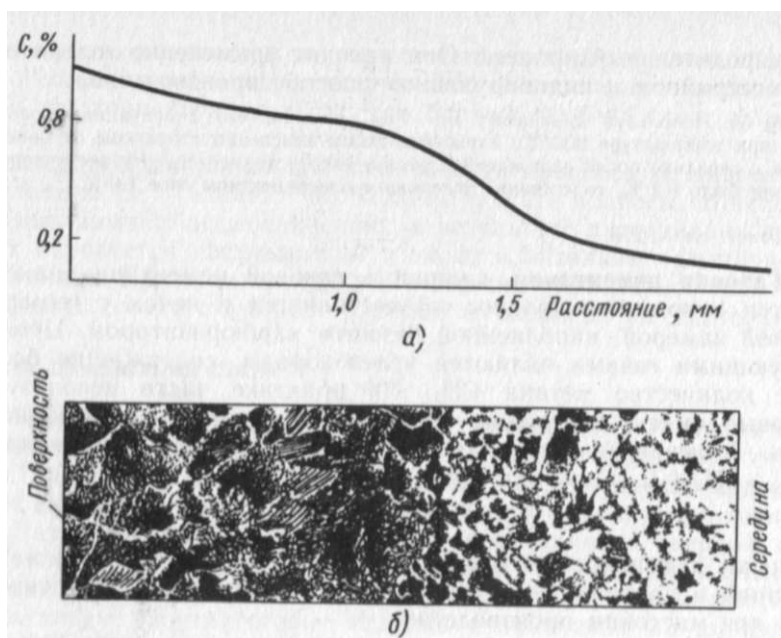


Рис. 1 Зміни концентрації вуглецю в поверхньому шарі цементованої деталі (а); мікроструктура (б).

					4261м.08.МР.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.1 Вплив легуючих елементів на процес цементації й будова цементованого шару.

Карбідоутворюючі елементи Cr, W зменшують коефіцієнт дифузії вуглецю, але, збільшуючи концентрацію вуглецю на поверхні до 1,8...2,0 %, підвищують глибину цього шару. Нікель зменшує глибину цього шару.

Глибина внутрішнього окислювання може доходити до 0,003мм. Це веде до зниження твердості, зносостійкості, межі міцності, а головне, до різкого зниження втомленості міцності цементованих деталей.

2.2.2 Термічна обробка цементованих деталей.

Для одержання необхідної зносостійкості зубів шестірні після цементації обов'язково проводячи загартування й низьку відпустку.

Не можна забувати, що процес цементації проходить із жолобленням.

Остаточна обробка зубів шестірні здійснюється після цементації й термічної обробки. Як остаточна обробка застосовується тільки зубошліфування.

2.2.3 Шліфування зубів

Шліфування зубів є одним зі старих і найбільш точним методом обробки зубчастих шестірень, що забезпечують надійні результати.

Шліфування зубчастих шестірень виробляється по методу копіювання або по методу обкатування.

Шліфування по методу копіювання виробляється колами, профіль яких збігається із профілем западини зуба оброблюваної шестірні, аналогічно фрезерування шестірень фасонними фрезами.

При шліфуванні зубчастих шестірень по методу обкатування часто відтворюється зачеплення інструментальної рейки й оброблюваної шестірні подібно обробці зубчастих шестірень гребінками. Інструментальна рейка є уявлюваною. На верстаті роль рейки виконує шліфувальне коло або два кола. Робоча поверхня кола стикається з поверхнею зубів рейки й при відповідних рухах відтворює її. Після одного циклу шліфування виробляється процес розподілу, процес пересполучення уявлюваного зуба інструментальної рейки

					4261м.08.МР.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

й зубів оброблюваної шестірні. Цей спосіб обробки забезпечує високу чистоту й точність, але є малопродуктивним.

У кілька разів більше продуктивним є спосіб шліфування за допомогою евольвентного абразивного черв'яка подібно нарізуванню зубчастих шестірень черв'ячними фрезами. Істотним недоліком цього способу є низька стійкість абразивного черв'яка. Він знаходить застосування головним чином при шліфуванні загартованих дрібномодульних шестірень.

Шліфувальні операції вимагають ретельного відпрацювання їхніх режимів. Відхилення в режимах можуть приводити до різкого зниження міцності й зносостійкості зубчастих шестірень. При шліфуванні значне число шестірень бракується по шліфувальним прижогам і тріщинах.

Припуски на шліфування коліс по товщині зубів залежать від модуля оброблюваного колеса і його діаметра й коливаються від 0,15 до 0,80 мм.

Зубошліфування є дорогим, тривалим і малопродуктивним методом обробки хоча й самим надійним і точним.

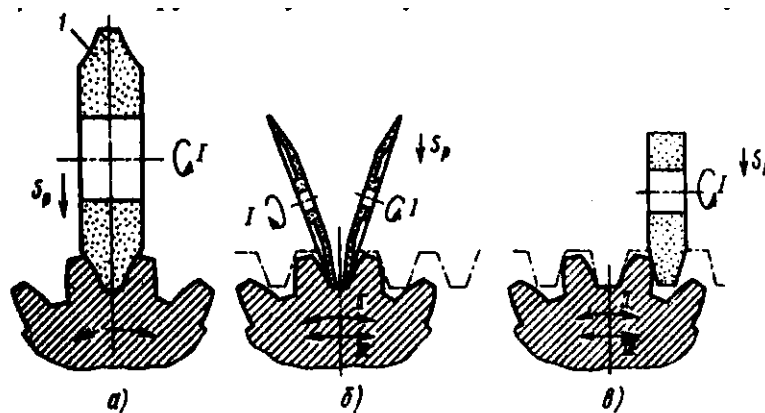


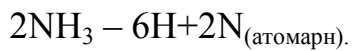
Рис 2 Схема зубошліфування: а – профільним кругом; б – тарельчатими кругами; в – кругом з конічним профілем.

2.3 Метод азотування

При азотуванні здійснюють насичення поверхневого шару сталі азотом з метою підвищення твердості, зносостійкості, границі витривалості й корозійної стійкості.

					4261м.08.МР.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Азотування проводиться в герметичних камерах, куди з певною швидкістю подається аміак. При температурі процесу азотування 500...600^{про} 3 аміак розкладається по реакції



Атомарний азот, що утвориться, адсорбується на поверхнею сталевих деталей і дифундує в метал.

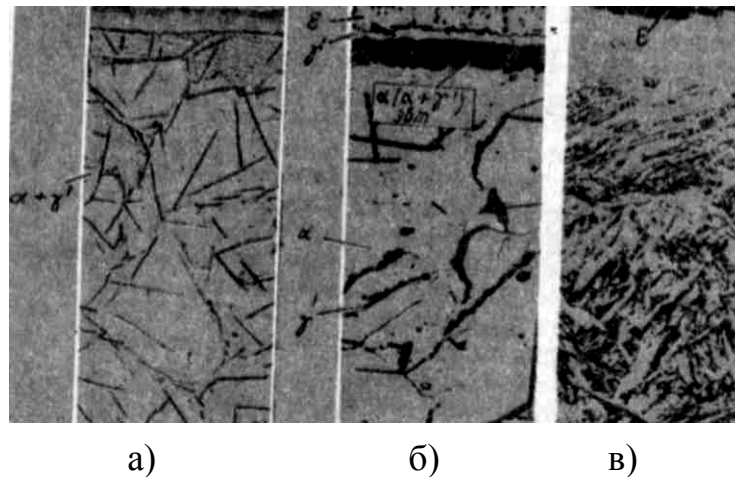


Рис. 3 Мікроструктура азотованого шару на залізі (а і б) х600 і сталь 38ХНЗМФА, х1000 (в): а,в – азотовані при 520 °С; б – азотовані при 650 °С.

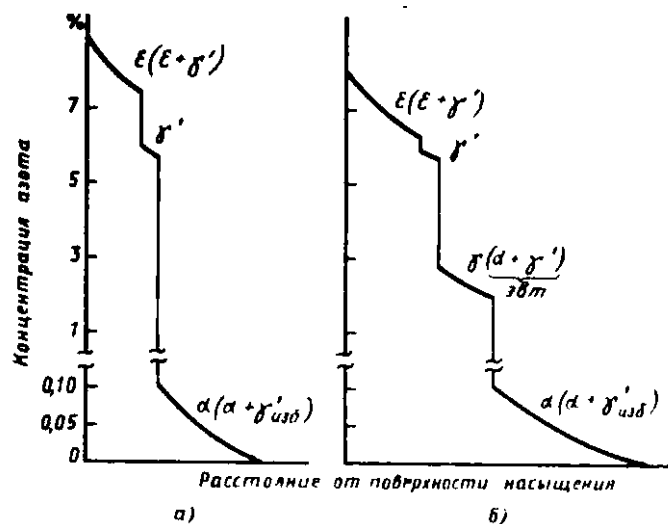


Рис. 4 Зміни концентрації по товщині азотованого шару на залізі:
а – азотовані при температурі нижче евтектоїдної; б – азотовані при температурі вище евтектоїдної.

					4261м.08.МР.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.1 Вплив легуючих елементів на процес азотування.

Азотуванню піддаються леговані сталі, з легуючими елементами яких азот утворить нітроти типу Cr_2N , Al , Mo_2N більше тверді, чим нітриди заліза. Ці став називають нетралолями.

При азотуванні застосовують сталі наступних марок: 38Х2Ю, 38ХНЗМФА, 38Х2МЮА, 38ХМЮА.

2.3.2 Термічна обробка азотованих деталей.

Перед азотуванням (у відмінності від цементації) деталь піддають термічній обробці, що зводиться до загартування й наступної відпустки. Процес азотування проходить без жолоблення (при відносно не більших розмірів деталей) однак він дуже тривалий.

Остаточну обробку зубчастого вінця проводять перед азотуванням, у даному випадки не обов'язково застосовувати зубошліфувальні, можна застосовувати й більше дешевий і продуктивний метод, наприклад шевінгування. Після азотування зуби обробляти не можна (малий шар азотування).

2.3.3 Шевінгування

Шевінгування — процес оздоблювальної обробки зубів шестірень за допомогою спеціального інструмента – шевера. Шевер, призначений для прямозубих циліндричних коліс, шестірень являє собою косозубую рейку, колесо або черв'яка, сполучені з оброблюваною шестірнею. Для утворення стружечних канавок на бічних поверхнях зубів шевера прорізають дрібні канавки, Тому робоча поверхня шевера нагадує поверхню напилка одинарною насічкою.

У процесі шевінгування шевер уводиться в щільне зачеплення з оброблюваним колесом. У результаті взаємного ковзання сполучених поверхонь зубів шевера й шестірні відбувається зрізання тонких волосовидних стружок.

Шевінгування значно поліпшує чистоту поверхні, підвищує точність по окружному кроці й напрямку зубів і знижує рівень шуму зубчастих передач.

					4261мз.08.МР.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шевінгування застосовується для чистової обробки зубчастих шестірень із твердістю HRC 35. Починають освоювати шевінгування коліс твердістю HRC 40- 45. Однак при шевінгуванні коліс, виготовлених з матеріалів високої твердості, спостерігається підвищене зношування шевера.

Великий вплив на шевінгування робить припуск, що орієнтовно на товщину зуба по ділильній окружності приймається рівним 0,06- 0,25 мм для зубчастих коліс модулів від 1 до 8 мм. Надмірно малий припуск під шевінгування приводить до того, що шевер не може повністю виправити наявні погрішності коліс, а занадто великий припуск приводить до зменшення стійкості шевера й до погіршення точності обробки коліс.

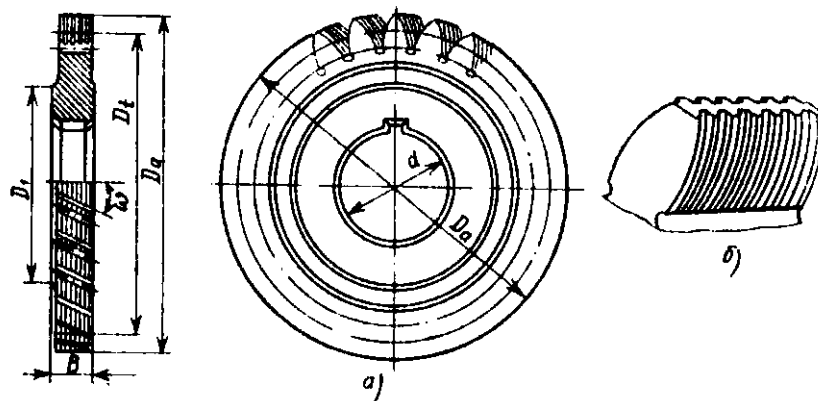


Рис. 5 Дісковий шевер: а – конструктивні елементи б – зуб шевера.

2.4 Порівняльного аналізу технологічних процесів виготовлення зубчастих шестірень при азотуванні й цементації їхніх робочих поверхонь

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити вивід що технологічні процеси виготовлення зубчастих шестірень при азотуванні й цементації їхніх робочих поверхонь відрізняються в основному послідовністю термічної й остаточної обробки деталей, а також методом остаточної обробки.

Так при цементації йде з початку нормалізація деталі, цементація, загартування, низька відпустка й зубошліфування.

					4261.08.MP.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При азотуванні: загартування – термопокращення, шевінгування й азотування.

Порівняльний аналіз марок застосовуваних матеріалів, товщини шару й твердості при азотуванні й цементації зведені в таблиці 4.1. і 4.2.

Таблиця 2.1- Залежність твердості від марки матеріалу

Марка матеріалу	Вид хіміко-термічного зміцнення	Твердість
18X2H4MA	Цементация й загартування	HRC ? 59; HB 321 - 415
	Азотування	HV ? 650; HB 311 - 388
14XГCН2МА-Ш (ДИ-3АШ)	Цементация й загартування	HRC ? 59; HB 302 - 415
38ХН3МФА	Азотування	HV ? 600; HB 302 - 363

Таблиця 2.2- Залежність товщини шаруючи від марки матеріалу

Товщина шару зміцнення, мм					
Модуль, <i>m</i>	Цементация		Азотування		
	Поверхні зубів після загартування шліфуються		Марка матеріалу	Модуль, <i>m</i>	Зуби після азотування не шліфуються
	не шліфований. поверхн.	шліфований. поверхн.			
Від 2 до 3	0,8-1,1	≥0,6	18X2H4MA	Від 2 до 4	0,2 - 0,4
Св 3 до 4	1,0-1,3	≥0,7		св 4 до 6	0,3 – 0,5
Св 4 до 6	1,2-1,5	≥0,8		св 6	0,4 – 0,6
Св 6 до 8	1,5-1,8	≥1,0	38ХН3МФА	Від 3 до 4	0,2 – 0,4
Св 8 до 10	1,7-2,1	≥1,2		св 4	≥0,45

					4261.08.MP.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Висновок

У сучасному виробництві зубчастих шестірень довгий час застосовувався технологічний процес із цементациєю робочих поверхонь шестірні. Уважалося, що цементация дає високу поверхневу твердість при збереженні грузлої серцевини. Однак останні дослідження руйнування цементованих деталей показали, що наявність тендітного цементованого шару може привести до тендітного руйнування всієї деталі.

У теж час дослідження проведені на ГП НПКГ «Зоря»-«Машпроект» довели, що при застосуванні азотування наприклад: іонно-плазменого азотування - ИПА, при зміцненні поверхні зубів зубчастих шестірень дає не погані результати. Параметри зубчастих зачеплень із застосуванням передач після зміцнення ИПА не уступають передачам, зуби яких піддавалися цементациї.

Заміна цементациї на азотування дозволяє виключити дорогий і тривалий процес шліфування зубів після цементациї, а отже й імовірність прожигів поверхні зубів.

					4261.08.MP.07.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічна частина

3.1 Розробка маршрутного технологічного процесу.

Маршрутний технологічний процес повинен розроблятися у повній відповідності до РД 5.9708-90 і діючих стандартів ЄСТД. За основу приймається базовий технологічний процес.

При визначенні послідовність обробки керуються такими принципами:

- в першу чергу обробляються поверхні, які в подальшому будуть базовими;
- при поділі маршруту обробки на етапи (чорновий, чистовий, обробний) на кожному етапі обробка починається з найбільш точної поверхні і закінчується поверхнею, для якої даний етап є остаточним;
- якщо обробка не поділяється на етапи, то після підготовки баз обробляються поверхні з найбільшим припуском;
- для своєчасного виявлення браку на відповідальних поверхнях деталей обробка та контроль цих поверхонь здійснюється на початку процесу;
- для забезпечення найвищої точності відносного розташування поверхонь вони обробляються при одному встановлюванні;
- поєднання чорнової та чистової обробок допускається при обробці громіздких жорстких деталей з великими припусками;
- в кінець маршруту виноситься обробка легкоушкоджуваних поверхонь.

Під час розробки технологічного процесу слід дотримуватись принципів суміщення та єдності баз, керуючись ГОСТ 21495-76.

Базовий технологічний процес орієнтований на одиничне виробництво. Тому зміни обумовлені насамперед переходом від одиничного типу до серійного типу виробництва.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.1 Проектування принципової схеми маршруту обробки.

Принципова схема маршруту обробки деталі (МОД) – це укрупнений план обробки заготовки, що встановлює послідовність операцій (чи груп операцій) обробки різання, а також зміст і місце в плані обробки термічних, гальмівних, слюсарних та контрольних операцій. Як початковий матеріал при проектуванні принципової схеми маршруту використовуємо базовий (заводський) маршрут технологічного процесу. Побудова МОД повинна бути підпорядкована одному з головних принципів – забезпеченню службового призначення деталі. Укрупнену схему послідовності обробки заготовки вала - шестерні наводимо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Укрупнена схема послідовності обробки заготовки вала – шестерні.

Етап	Назва	Зміст етапів і вихідні параметри
1	2	3
E1	Контрольний I	Вхідний контроль заготовки
E2	Попередній I	Обробка поверхонь які будуть використовуватись як технологічні бази на наступних етапах.
E3	Попередній II	Чорнова обробка виконавчих (головних) поверхонь і поверхонь, які не припускають наявності дефектів. Точність розмірів $IT_{12} \dots IT_{14}$, форма і розташування X...XII ступеня, $R_z=10 \dots 20$ мкм, $R_a=2,5 \dots 5,0$ мкм.
E4	Термічний I	Термопокращення.
E5	Контрольний II	Контроль виконання E4
E6	Зразковий	Відрізання зразку для технологічного контролю.
E7	Напівчистовий	Правка баз і напівчистова обробка головних поверхонь. Точність розмірів $IT_{10} \dots IT_{12}$, форма і розташування VII...IX ступеня, $R_z=6,3 \dots 10,0$ мкм, $R_a=1,25 \dots 2,5$ мкм.
E8	Попередній III	Чорнове нарізання зубців Точність розмірів $IT_{12} \dots IT_{14}$, форма і розташування X...XII ступеня, $R_z=10 \dots 20$ мкм, $R_a=2,5 \dots 5,0$ мкм.
E9	Додатковий I	Зняття фасок і радіусів на зубцях після чорнової обробки.
E10	Контрольний III	Контроль виконання попередніх операцій.
E11	Термічний II	Стабілізація деталі.

Продовж. Табл. 3.1

1	2	3
E12	Очисний	Піскоструйна очистка заготовки
E13	Контрольний IV	Контроль виконання попередніх операцій
E14	Чистовий I	Правка баз і чистова обробка головних поверхонь. Точність розмірів $IT8...IT9$, форма і розташування VI...VII ступеня, $Rz=3,2...6,3$ мкм, $Ra=0,63...1,25$ мкм.
E15	Контрольний V	Контроль виконання попередніх операцій
E16	Чистовий II	Чистова обробка зубців. Точність розмірів $IT8...IT9$, форма і розташування VI...VII ступеня, $Rz=3,2...6,3$ мкм, $Ra=0,63...1,25$ мкм.
E17	Додатковий II	Зняття фасок і радіусів на зубцях після чистової обробки
E18	Викінчувальний I	Кінцева обробка поверхні зубців.
E19	Гальванічний I	Луження
E20	Контрольний VI	Контроль виконання попередніх операцій
E21	Хіміко – термічний	Зміцнення поверхні зубців
E22	Додатковий III	Виконання другорядних операцій (свердління кріпильних отворів, нарізання різьби, прорізування шпоночних пазів, зняття фасок).
E23	Викінчувальний II	Доведення виконавчих і головних поверхонь. Точність розмірів $IT5...IT7$, форма і розташування IV...V ступеня, $Rz=0,8...1,6$ мкм, $Ra=0,16...0,32$ мкм.
E24	Додатковий IV	Прорізання шліців
E25	Балансувальний	Динамічна перевірка дисбалансу і його усунення. Допустимий дисбаланс 40 гсм на кожній опорі.
E26	Контрольний VII	Контроль виконання попередніх операцій
E27	Гальванічний II	Оксидування поверхні деталі.
E28	Контрольний VIII	Остаточний контроль.

Поділяючи технологічний процес на етапи, ми досягаємо ряду позитивних моментів: попередня обробка може виконуватися на спеціально виділеному або неточному обладнанні робітниками більш низької кваліфікації; розрив за часом між попередньо, напівчистою і чистою обробками дає змогу більш повно виявитися деформаціями до їх усунення на останньому етапі обробки; винесенням викінчувальної обробки в кінець маршруту зменшується ризик випадкового пошкодження остаточно оброблених поверхонь.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.2 Вибір методу отримання заготовки.

Необхідність економії матеріальних ресурсів ставить високі вимоги до раціонального вибору заготовок, до рівня їх технологічності, який значною мірою визначає затрати і технологічну підготовку виробництва, собівартість, надійність і договірність виробів. Вибір заготовки включає в себе визначення раціонального методу її одержання, розрахунок припусків на механічну обробку кожної з оброблюваних поверхонь, проставлення розмірів заготовки із зазначенням допусків на точність їх виготовлення, призначення нахилів і технічних умов на виконання заготовки.

Характер заготівлі залежить від розмірів деталі та конфігурації, технічних вимог, які пред'являють до матеріалу, масштабів виробництва.

Заготівля повинна повністю забезпечити точність та якість деталі та відповідати максимальній продуктивності та мінімальній собівартості.

Розглянемо два методи отримання заготовки: поковка та штамповка. У донному випадку виготовлення вала-шестерні з прокату не доцільне, так як деталь має великі перепад діаметрів і коефіцієнт використання металу буде дуже низким. Найбільш раціональним буде той спосіб отримання заготовки, при якому вартість буде нижче, а коефіцієнт використання металу вище. Також треба враховувати можливість максимального наближення форми і розмірів заготовки до параметрів готової деталі.

Таблиця 3.2-Економічне обґрунтування вибору заготовки

Поковка	Штамповка
1	2
$K_{вм} = \frac{M_0}{M_3}$ $M_3 = V_3 \times \rho$ $V_3 = V_1 + V_2 + V_3$	$K_{вм} = \frac{M_0}{M_3}$ $M_3 = V_3 \times \rho$ $V_3 = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовж. Табл. 3.1

1	2
$V_3 = \frac{\Pi \times D^2}{4} \times l \quad \rho = 7,9 \text{ г/см}^3$ $V_3 = \frac{3,14 \times 31,5^2}{4} \times 28,4 + \frac{3,14 \times 37,7^2}{4} \times 60,4 +$ $+ \frac{3,14 \times 31,5^2}{4} \times 54,3 = 131803,31 \text{ см}^3$ $\dot{I}_3 = \frac{131803,31 \times 7,9}{1000} = 1016 \text{ г}$ $\hat{E}_{\dot{A}.i} = \frac{689}{1016} = 0,67$ $\tilde{N}_1 = \frac{\tilde{N}_{\text{н\ddot{u}e}}}{1000} \times \dot{I}_3 \times \tilde{N}_{\text{д}} \quad (10)$ $\tilde{N}_{\text{д}} = \tilde{N}_{\text{д}} \times \dot{O}_{\text{д}} = 8,2 \times 4,88 = 40,05 \text{ г/шт}$ $\tilde{N}_1 = \frac{21950}{1000} \times 1016 + 40,05 = 22349,38 \text{ г/шт}$	$V_3 = \frac{\Pi \times D^2}{4} \times l \quad \rho = 7,9 \text{ г/см}^3$ $V_3 = \frac{3,14 \times 31,2^2}{4} \times 30,3 + \frac{3,14 \times 38,5^2}{4} \times 60 +$ $+ \frac{3,14 \times 31,2^2}{4} \times 28,2 + \frac{3,14 \times 22^2}{4} \times 30,2 =$ $= 126028,9 \text{ см}^3$ $M_{\text{г}} = \frac{126028,9 \times 7,9}{1000} = 996 \text{ г}$ $\hat{E}_{\dot{A}.i} = \frac{689}{996} = 0,68$ $C_1 = \frac{C_{\text{тони}}}{1000} \times M_3 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4,$ де K_1- коефіцієнт залежності від групи точності штамповок. $K_1=1$, так як штамповка другої групи; K_2 – коефіцієнт залежності від марки матеріалу штамповки. $K_2 = 1,98$, так як сталь 38ХНЗМФА; K_3 – коефіцієнт залежності від об'єму виробництва (річна програма). $K_3 = 1$, так як N менше або дорівнює 20000шт. K_4 – коефіцієнт залежності від складності заготовки. $K_4=0,97$. $C_2 = \frac{25650}{1000} \times 996 \times 1 \times 1,98 \times 1 \times 0,97 =$ $= 49066,33 \text{ г/шт}$

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3-Порівняльна характеристика заготовок

Вид заготовки	Квм	Собівартість, грн..
Поковка	0,67	22349,38
Штамповка	0,68	49066,33

Висновок: та, як група контролю деталі 1-1А виникає необхідність відокремлення контрольного зразку від заготовки, що робить неможливим максимальне приближення форм і розмірів заготовки до форм і розмірів деталі при сполучені заготовки методом штамповки. Не дивлячись на те, що Квм штамповки трохи кращий ніж Квм поковки, собівартість штамповки на багато вища за собівартість поковки (велика вартість виготовлення штампів). Виходячи з вище викладеного виберемо заготовку - поковку, але з більш приближеним формами і розмірами заготовки до форм і розмірів деталі, ніж у базовому варіанті.

3.1.3 Вибір методів і маршрутів обробки поверхонь.

Відповідно до службового призначення різні поверхні деталі виконують різні функції. Тому вимоги до них можуть бути найрізноманітніші: за точністю, шорсткістю, твердістю тощо. Забезпечуються ці вимоги використанням різних технологічних методів обробки, їх вибирають з урахуванням габаритних розмірів, характеру та точності вихідної заготовки, властивостей матеріалу, наявності обладнання та інших факторів.

Створюючи маршрут обробки поверхні, виходять з того що кожен наступний метод обробки поверхні повинен бути більш точним ніж попередній. Технологічний допуск на проміжні розміри, та якість поверхні, що отримані на попередньому етапі обробки, повинні мати числові значення, за яких можливе нормальне використання подальшого методу обробки, що намічається.

Вироблення маршруту обробки елементарної поверхні та визначення кількості ступенів обробки доцільно проводити на основі розрахунку коефіцієнта уточнення.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Послідовність вибору методів обробки поверхонь виконуємо згідно підручника [2].

На основі робочих креслень деталі, дамо класифікацію її поверхонь за типами поверхнями, нумерацією поверхонь. Зносимо до таблиці 2.4. номери оброблюємих поверхонь, їх точність за кресленням та заготовки, шорсткість поверхонь.

Визначаємо і зносимо до таблиці загальне уточнення технологічного маршруту обробки поверхні.

$$\varepsilon_{\text{заг}} = \frac{T_z}{T_d}$$

де T_z і T_d допуск на розмір розглядуваної поверхні, відповідно заготовки і деталі.

За таблицями середньої економічної точності для кожної операції технологічного маршруту обробки поверхні знайти технологічний допуск та розрахувати окремі коефіцієнти уточнень.

$$\varepsilon_i = \frac{T_{i-1}}{T_i}$$

де T_{i-1} і T_i допуск на розмір поверхні відповідно на попередніх і наступних ступенях обробки.

Обґрунтованість вибору того чи іншого варіанту маршруту обробки поверхні рекомендується перевіряти за умовою

$$\varepsilon_{\text{заг}} \leq \varepsilon_{\text{факт}} = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i = \varepsilon_1 \times \varepsilon_2 \times \varepsilon_3 \times \dots \times \varepsilon_n$$

де ε_i - окремий коефіцієнт уточнення, n - кількість ступенів (операцій, переходів) обробки поверхонь деталі.

Найкращий варіант маршруту, котрий найбільше відповідає рівнянню:

$$\varepsilon_{\text{заг}} \leq \varepsilon_{\text{факт}}$$

Для прикладу розрахуємо коефіцієнт уточнення для поверхонь вал-шестрні Ø180 h6 -0,025 номер поверхні 4, та поверхні Ø278 g5 -0,017 -0,040 номер поверхні 6.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок коефіцієнту уточнення для поверхні вал-шестерні Ø180 h6 -0,025.

$$\varepsilon_{\text{заг}} = \frac{16}{0,025} = 640$$

$$\varepsilon_i \text{ на чорновій токарній обробці} = \frac{16}{0,5} = 32$$

$$\varepsilon_i \text{ на півчистовій токарній обробці} = \frac{0,5}{0,5} = 1$$

$$\varepsilon_i \text{ на чистовій токарній обробці} = \frac{0,5}{0,1} = 5$$

$$\varepsilon_i \text{ на шліфувальній обробці} = \frac{0,1}{0,025} = 4$$

$$\varepsilon_{\text{факт}} = 32 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 4 = 640$$

Так як $\varepsilon_{\text{заг}} = \varepsilon_{\text{факт}}$ то маршрут обробки обрано правильно.

Розрахунок коефіцієнту уточнення для поверхні вал-шестерні Ø278g5^{-0,017}_{-0,040}

$$\varepsilon_{\text{заг}} = \frac{16}{0,023} = 695,65$$

$$\varepsilon_i \text{ на чорновій токарній обробці} = \frac{16}{0,5} = 32$$

$$\varepsilon_i \text{ на півчистовій токарній обробці} = \frac{0,5}{0,5} = 1$$

$$\varepsilon_i \text{ на чистовій токарній обробці} = \frac{0,5}{0,1} = 5$$

$$\varepsilon_i \text{ на шліфувальній обробці} = \frac{0,1}{0,023} = 4,35$$

$$\varepsilon_{\text{факт}} = 32 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 4 = 696$$

Так як $\varepsilon_{\text{заг}} < \varepsilon_{\text{факт}}$ то маршрут обробки обрано правильно.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з даних таблиці 2,4, і порівнявши загальне $\epsilon_{\text{заг.}}$ і фактичне $\epsilon_{\text{факт}}$ уточнення, можна зробити висновок що усі варіанти маршрутів обробки поверхонь прийнятні, оскільки $\epsilon_{\text{заг.}} \leq \epsilon_{\text{факт.}}$ Для обробки поверхні 2,4,6-10 остаточно зупиняємося на першому варіанті маршруту обробки де в якості чистової операції застосовується шліфування.

3.2 Вибір технологічних баз та схем установки заготовок

Для забезпечення високої ефективності і точності механічної обробки істотний вплив оказує правильність вибору технологічних баз. При виборі технологічних баз необхідно дотримуватися слідуючих умов і принципів:

— в якості чорнової бази використовувати поверхні, які не оброблюються, або мають найменші припуски. Ці поверхні по можливості повинні бути чистими або без уступів. Чорнова база використовується лише один раз.

— в якості чистових бази приймають такі поверхні, які дозволять вести обробку великої кількості поверхонь за один установ і крім того забезпечують простоту конструкції установчих елементів, пристроїв. Також слід вибирати такі поверхні від яких задається координуючий розмір, бо тоді похибка базування дорівнює нулю і поверхні, що найменш деформуються під дією сил затиску.

— при виборі технологічних баз треба дотримуватися принципів сталості і сумісності баз, які забезпечать високу точність обробки.

Усі данні по вибору баз зводимо до таблиці 2.5.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5. Вибір баз для обробки вала-шестерні

Номер та найменування операції	Технологічна база
1	2
010 Фрезерно-центрувальна	Установ 1. Установчою базою служать поверхні 7,8, та торець 17. Затиск відбувається по поверхням 7,8.
015 Токарно-гвинторізна	Установ 1. Установчою базою служать поверхня 8, та центрова фаска 80, Затиск відбувається по поверхні 8. Установ 2. Установчою базою служать поверхня 7, та центрова фаска 79, Затиск відбувається по поверхні 7
035 Токарно-гвинторізна	Установ 1. Установчою базою служать поверхня 8, та центрова фаска 80. Затиск відбувається по поверхні 8.
040 Токарно-гвинторізна	Установ 1. Установчою базою служать поверхня 4, та центрова фаска 79, Затиск відбувається по поверхні 4. Установ 14. Установчою базою служать поверхні 4,8. Затиск відбувається по поверхні 4. Установ 18. Установчою базою служать поверхня 8, та центрова фаска 80, Затиск відбувається по поверхні 8.

Продовження табл. 3.5

1	2
040 Токарно-гвинторізна	Установ 28. Установчою базою служать поверхні 4,8. Затиск відбувається по поверхні 4.
045 Зубофрезерна (чорнова)	Установ 1. Установчою базою служать поверхні 4,7 та центрова фаска 79, Затиск відбувається по поверхні 4.
080 Токарна з ЧПК	Установ 1. Установчою базою служать поверхня 4 , та центрова фаска 79, Затиск відбувається по поверхні 4. Установ 3. Установчою базою служать поверхні 4,8. Затиск відбувається по поверхні 4. Установ 6. Установчою базою служать поверхня 8, та центрова фаска 80, Затиск відбувається по поверхні 8. Установ 8. Установчою базою служать поверхні 4,8. Затиск відбувається по поверхні 4.
085 Круглошліфувальна	Установ 1. Установчою базою служать поверхня 12, та центрові фаски 79,80. Затиск відбувається по поверхні 8.
095 Зубофрезерна (чистова)	Установ 1. Установчою базою служать поверхні 4,7 та центрова фаска 79, Затиск відбувається по поверхні 4.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 3.5

1	2
105 Зубошевінгувальна	Установ 1. Установчою базою служать поверхні 4,8. Затиск відбувається по поверхням 4,8.
150 Радіально-свердлувальна	Установ 1. Установчою базою служать поверхні 15. Затиск відбувається по поверхні 14. Установ 5. Установчою базою служать поверхні 15. Затиск відбувається по поверхні 22. Установ 1. Установчою базою служать поверхні 14. Затиск відбувається по поверхні 15
155 Вертикально-фрезерна	Установ 1. Установчою базою служать поверхні 8, та центрова фаска 80. Затиск відбувається по поверхні 8.
165 Круглошліфувальна	Установ 1. Установчою базою служать поверхні 12, та центрові фаски 79,80. Затиск відбувається по поверхні 8.
170 Зубофрезерна	Установ 1. Установчою базою служать поверхні 4,7 та центрова фаска 79, Затиск відбувається по поверхні 4.
185 Радіально-свердлувальна	Установ 1. Установчою базою служать поверхні 15. Затиск відбувається по поверхні 14.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

є те що при нарізанні шліців закріплення деталі повинно вестись по вже нарізаній різьбі M170x2-6g. Є два способи вирішення даної проблеми: перший це винести нарізання різьби M170x2-6g в окрему операцію, але це збільши Як бачимо з таблиці 2.5 на всіх операціях в якості технологічних баз обрані ті поверхні які здатні забезпечити найменші похибки при обробці. Це забезпечує надійність кріплення деталі в процесі обробки, простоту пристроїв, та виконання головних принципів вибору технологічних баз. Однією з проблем базування даної деталі та час обробки деталі та буде потребувати використання додаткового обладнання. Другий захистити різьбу захисною пробкою яка буде нагвинчуватися на різьбу, та по якій буде відбуватися закріплення деталі. Хоча захисна пробка повинна мати достатньо високу точність виготовлення, вибираємо другий варіант.

3.3 Вибір технологічного обладнання

Правила вибору технологічного устаткування регламентовані РД50-297-90, згідно з яким вибір має ґрунтуватися на аналізі затрат по реалізації технологічного процесу у встановлений проміжок часу при заданій якості виробів устаткування вибирають за головним параметром, який би найвищою мірою виявляв його функціональне призначення і технічні можливості. Таким параметром є вид обробки, для якого розрахований верстат відповідно до службового призначення. Другим за важливістю параметром є габаритні робочої зони верстата, які мають відповідати габаритам оброблюваної заготовки. Третім параметром є відповідність потрібної точності обробки. Четвертий параметр – відповідність продуктивності верстата заданій програмі випуску виробів. Забезпечивши одержання цих вимог, подальший аналіз ведуть у напрямі дослідження роботи верстат на оптимальних режимах, відповідність верстату щодо потужності можливості його автоматизації і механізації.

Враховуючи вищевикладене верстати обираємо за каталогом.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 165 (токарно-гвинторізний)

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною 1000мм

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом 650мм

Найбільший маса оброблюваної заготовки 5000 кг

Діаметр прутка, який проходить в отворі в шпинделі 80 мм

Відстань між центрами 2800; 5000 мм

Висота центрів 500 мм

Найбільша довжина обточування 2520; 4500 мм

Кількість подач - 32

Діапазон повздовжньої подачі 0,2-3,05мм/об

Діапазон поперечної подачі 0,07-1,04мм/об

Діапазон частот обертання 5-500об/хв.

Кількість швидкостей шпінделя - 24

Нарізаємі різьби:

метрична, крок 1 – 120 мм

дюймова, число ниток на 1" 28 – 1/4

модульна, крок в модулях 0,5π – 30π

Потужність верстата N = 22кВт

Габаритні розміри:

Довжина – 2575 мм

Ширина – 2170 мм

Маса верстату 12500кг

- 6Р12П (вертикально-фрезерний)

Габаритні розміри столу 160х400мм

Діапазон повздовжньої подачі 25-1120мм/мин

Діапазон поперечної подачі 25-1120мм/мин

Діапазон вертикальної подачі 12,5-560мм/мин

Потужність головного двигуна 6 кВт

Габаритні розміри:

Довжина – 2575 мм

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина – 2170 мм
 Висота - 2250 мм
 Маса верстату 4250кг
 -RF 31/ В (радіально-свердлильний)
 Найбільший умовний діаметр свердління 75мм
 Габаритні розміри столу 250х250мм
 Найбільший ход шпинделю 380мм
 Частота обертання шпинделю 19-1900об/хв.
 Кількість швидкостей шпинделю 21
 Кількість подач шпинделю 12
 Подача шпинделю – ручна
 Потужність головного електродвигуна 7кВт
 Габаритні розміри:
 Довжина – 2720 мм
 Ширина – 1130 мм
 Висота – 3400 мм
 Маса верстату 6276кг
 3А174 (круглошліфувальний)
 Найбільший діаметр заготовки 800мм
 Найбільша довжина заготовки 6000мм
 Найбільший діаметр шліфуючої поверхні 710мм
 Найбільша довжина шліфуючої поверхні 5600мм
 Найбільша маса заготовки 5000 кг
 Висота центрів над столом 410мм
 Частота обертання круга 415-1150 об/хв.
 Частота обертання оброблюваної заготовки 170-1700об/хв
 Швидкість повздовжнього ходу столу 100-2500 мм/хв.
 Потужність двигуна шліфувальної бабки N=25кВт
 Потужність двигуна бабки стола N=11кВт

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-1Н65РФ3 (токарний з ЧПК)

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над станиною 1020мм

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки над супортом 650мм

Найбільша довжина оброблюваної заготовки 1600мм

Найбільша маса заготовки 8000 кг

Діапазон частот обертання 5-800об/хв.

Потужність верстата $N = 30\text{кВт}$

Габаритні розміри:

Довжина – 2300 мм

Ширина – 3000 мм

Висота - 2100 мм

Маса верстату 12800 кг

-МР-76М (фрезерно-центрувальний

Діаметр оброблюваної заготовки 25- 800мм

Довжина оброблюваної заготовки 250-1500мм

Фрезерна головка:

Кількість швидкостей 7

Діапазон частот обертання шпінделя 270-1254об/хв.

Подача 20-400мм/хв.

Свердлувальна головка:

Кількість швидкостей 6

Діапазон частот обертання шпінделя 238-1125об/хв.

Подача 20-300мм/хв.

Діаметр центрувального свердла 3Х10, 6Х15мм

Маса верстату 8700 кг

					6268ТЗ.39.ДП.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Вибір основних типів пристроїв.

При виборі верстатних пристроїв треба керуватися наступними чинниками, верстатний пристрій повинен забезпечити високу якість і точність обробки деталі, скоротити допоміжний час на установку і зняття деталі – тому слід використовувати пристрої з гідро чи пневмо затиском. Верстатний пристрій повинен по можливості розширити технічні можливості верстату і у той же час повинен бути простим і зручним в керуванні а також мати по можливості просту конструкцію.

Отже для кожної операції оберемо верстатний пристрій і зведемо до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6- Вибір верстатних пристроїв для обробки деталі вал-шестерня.

Номер і найменування операцій	Обладнання	Верстатний пристрій
1	2	3
010 Фрезерно-центрувальна	MP-76M	Пристрій спеціальний з призматичними губками
015 Токарно-гвинторізна	165	Патрон 3 ^x - кулачковий з пневмоприводом Центр А-4-1-НП 104 ГОСТ 8742-75
035 Токарно-гвинторізна	165	Патрон 3 ^x - кулачковий з пневмоприводом Центр А-4-1-НП 104 ГОСТ 8742-75
040 Токарно-гвинторізна	165	Патрон 3 ^x - кулачковий з пневмоприводом Центр А-4-1-НП 104 ГОСТ 8742-75. Люнет

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 3.6.

1	2	3
045 Зубофрезерна (чорнова)	KY - 331	Головка ділительна універсальна 7036-0056 ГОСТ 8615-89. Центр 7032-0027 ГОСТ 13214-79
080 Токарна з ЧПК	1Н65РФ3	Патрон 3 ^х - кулачковий 7102-029 ГОСТ 24351-80. Центр спеціальний. Люнет.
085 Круглошліфувальна	3А174	Патрон повідковий 6152-0133 ГОСТ 13334-61. Центр А-4-1-НП 104 ГОСТ 8742-75.
095 Зубофрезерна (чистова)	KY - 331	Головка ділительна універсальна 7036-0056 ГОСТ 8615-89. Центр 7032-0027 ГОСТ 13214-79
105 Зубошевінгувальна	RFw-10S	Патрон спеціальний 9650-1276. Фланець спеціальний для кріплення вала-шестерні БЗП – 368 - 96

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 2.6.

1	2	3
150 Радіально-свердлувальна	RF-31/B	Підставка 9640-13874 Кондуктори спеціальні Рим-болт ГОСТ 4751-73
155 Вертикально-фрезерна	6P12П	Головка ділительна універсальна 7036-0056 ГОСТ 8615-89. Центр7032-0027 ГОСТ13214-79
165 Круглошліфувальна	3A174	Патрон повідковий 6152-0133 ГОСТ13334-61. Центр А-4-1-НП 104 ГОСТ 8742-75.
170 Зубофрезерна	КУ - 331	Головка ділительна універсальна 7036-0056 ГОСТ 8615-89. Центр7032-0027 ГОСТ13214-79
185 Радіально-свердлувальна	RF-31/B	Підставка 9640-13874

3.5 Проектування операційної технології

3.5.1 Вибір різального інструмента

Різальним інструментом можуть бути спеціальні фасонні різці, фрези, свердла, зенкери, розвертки, протяжки та ін. При виборі треба враховувати тип

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва, метод обробки, розміри конфігурацію, матеріал оброблюваної деталі, тип верстата, задані шорсткість поверхні і точність обробки.

Особливе значення має вибір матеріалу різальної частини інструменту.

Обираємо ріжучий інструмент для чорнової токарної обробки поверхні $\varnothing 295_{-0,5}^{+0}$ мм номер операції по технологічному процесу 015. Так як матеріал заготовки, сталь 38ХНЗМФА з твердістю 302...363НВ, $\sigma_B=835$ МПа, по технології оброблюємо зовнішню циліндричну поверхню. Обираємо токарний прохідний упорний різець з пластинкою з твердого сплаву ГОСТ 18879-73.

При чорновому точінні по корці з відносно рівним перерізом зрізу вуглецевих та легованих сталей згідно підручників [8] і [9] рекомендується марки твердих сплавів Т15К6, Т14К6 найбільше задовольняє умовам різання твердий сплав Т15К6, його і приймаємо.

Оберемо переріз державки $h \times b=40 \times 25$ мм, $L=200$ мм, $m=12$ мм, $R=0,8$ мм, кут врізки 10° . [1, стр.247].

3.5.2. Вибір вимірювального інструменту.

Вимірювальні засоби, що використовуються для проміжного контролю та вимірювання заготовки й остаточного приймання деталі можуть бути стандартними та спеціальними. Наприклад: гладкі граничні калібри, різьбові шліцові, для контролю довжини, взаємного розміщення та інші; прилади для вимірювання відхилення від прямолінійності, круглості, й ексцентричності поверхонь.

При виборі вимірювального інструменту слід урахувати такі фактори: точність виміру, тип виробництва, розмір вимірювальної поверхні та їх якість. Обов'язковими показниками процесу контролю є: точність вимірювання, достовірність, трудомісткість і вартість процесу.

Обираємо вимірювальний інструмент для контролю чорнової токарної обробки поверхні $\varnothing 295_{-0,5}^{+0}$ мм номер операції по технологічному процесу 015. Зважаючи на те, що поверхня $\varnothing 295$ мм виконується по 14 квалітету точності з

					4261м.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допуском $-0,5\text{мм}$, Можна обирати в якості вимірювального інструменту штангенциркуль ШЦ-III по ГОСТ 166-89, з межею вимірювання від 0 до 400мм, ціна поділки 0,1 мм, основна похибка $\pm 0,1\text{мм}$, та скобу індикаторну СИ-300 по ГОСТ 11098-75, з межею вимірювання від 0 до 300мм, ціна поділки 0,01 мм, основна похибка $\pm 0,015\text{мм}$

Так як у штангенциркуля ШЦ-III виліт губок всього 80мм, оберемо скобу індикаторну СИ-300 по ГОСТ 11098-75 - вона повністю задовольняє умовам контролю даної поверхні.

3.6 Розрахунок припусків на механічну обробку.

Припуск – шар матеріалу, що видаляє з поверхні заготовлі з метою досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні.

Операційний припуск – припуск, що видаляє при виконанні однієї технологічної операції.

Проміжний припуск – припуск, що видаляє при виконанні одного технологічного переходу.

Загальний припуск – сума операційних припусків, що видаляють при виконанні всіх технологічних операцій, чинених над даною поверхнею.

Припуск на обробку поверхонь деталі може бути призначений по відповідних довідкових таблицях, ГОСТах або на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків. Припуски призначаються по таблицях у загальному випадку є завищеними, містять резерви зниження витрати матеріалу й трудомісткості виготовлення деталі. Область застосування цього методу – одиничне й дрібносерійне виробництво. При розрахунково-аналітичному методі розрахунковою величиною є припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході погрешностей обробки й дефектів поверхневого шару, отриманих на попередньому переході й компенсації погрешностей, що виникають на виконуваному переході. Застосування розрахунково-аналітичного методу скорочує в середньому відхід

					4261м.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

металу в стружку, сприяє підвищенню технологічної культури виробництва.

Розрахуємо розрахунково-аналітичним методом елементарну поверхню зовнішній діаметр $\varnothing 180h_{6-0,025}$. Розрахунок ведемо в табличній формі.

Таблиця -3.6. Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах поверхні $\varnothing 180h_{6-0,025}$

Операція (перехід)	Елементи припуску, мкм				Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мкм	
	R_z	h	Δ	ξ_i		$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Поковка	160	350	890	—	7100	183,982	191,1	—	—
Точіння чорнове	100	100	53	800	700	180,569	181,269	3413	9831
Точіння напівчистове	20	30	2,7	48	300	180,026	180,326	543	943
Точіння чистове	10	20	—	2,4	25	179,975	180	51	326

1. Сумарне відхилення розташування заготовки при установці в патроні:

$$\Delta \Sigma = \sqrt{\Delta_{cm}^2 + \Delta_{\eta}^2},$$

де Δ_{cm} — місцеве відхилення вісі від прямолінійності, мкм;

$\Delta_{cm} = \Delta K(L - e)$, де L — загальна довжина заготовки, мм, e відстань від перетину, для якого визначають кривизну до місця кріплення, мм;

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$\Delta_{\tilde{n}i} = 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot (1421 - 891) = 0,636 \text{ мм} = 636 \text{ мкм};$$

Δ_y – зсув осі заготовки, мкм.

$$\Delta \Sigma = \sqrt{636^2 + 622^2} = 890 \text{ мкм.}$$

Величину залишкових відхилень для чорнового точіння визначаємо по формулі:

$$\Delta_{\tilde{n}o} = \hat{E}_o \cdot \Delta \Sigma = 0,06 \cdot 890 = 53 \text{ мкм},$$

де K_y – коефіцієнт уточнення.

Для токарної напівчистої обробки:

$$\Delta_{\tilde{n}o} = 0,05 \cdot 53 = 2,7 \text{ мкм},$$

При чистовій обробці значення Δ_{oct} надзвичайно мале, тому можна ним знехтувати.

2. Похибка установки заготовки:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{\Delta \varepsilon_o^2 + \Delta \varepsilon_z^2},$$

де $\Delta \varepsilon_o$ – похибка базування, мкм;

$\Delta \varepsilon_z$ – похибка закріплення, мкм.

Для токарної чорної обробки:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 800^2} = 800 \text{ мкм.}$$

Для токарної напівчистої обробки:

$$\Delta \varepsilon_y = 800 \cdot 0,06 = 48 \text{ мкм.}$$

Для токарної чистової обробки: $\Delta \varepsilon_y = 48 \cdot 0,05 = 2,4 \text{ мкм.}$

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Розраховуємо величину мінімального й максимального припусків для кожного переходу:

$$2Z_{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\varepsilon_i^2 + \Delta \varepsilon_y^2} \right],$$

де $R_{z_{i-1}}$ – висота мікронерівностей на попередньому переході, мкм;

h_{i-1} – величина дефектного шару з попереднього переходу, мкм;

$\Delta \varepsilon_{\Sigma_{i-1}}$ – сумарні відхилення розташування поверхонь (відхилення від паралельності, перпендикулярності, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційне), мкм;

ξ_i – похибка установки заготовки на виконуваному переході, мкм.

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_{i-1} - Td_i,$$

де Td_{i-1} і Td_i – допуски розмірів відповідно на попередньому та виконуваному переходах.

Значення R_z та h , а також відхилення та похибки вибираємо по таблицях [10, с.186-188].

Чорнове точіння:

$$2Z_{\min} = 2 \left[(160 + 350) + \sqrt{890^2 + 800^2} \right] = 3413 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 3413 + 7100 - 700 = 9831 \text{ мкм}.$$

Напівчистове точіння:

$$2Z_{\min} = 2 \left[(100 + 100) + \sqrt{53^2 + 48^2} \right] = 543 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 543 + 700 - 300 = 943 \text{ мкм}.$$

Чистове точіння:

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\min} = 2 \left[(30 + 20) + \sqrt{2,4^2 + 0,25^2} \right] = 51 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 51 + 300 - 25 = 326 \text{ мкм}.$$

4. Перевірка:

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = Td_{i-1} - Td_i$$

Чорнове точіння:

$$9831 - 3413 = 7100 - 700$$

$$6400 = 6400$$

Напівчистове точіння:

$$943 - 543 = 700 - 300$$

$$400 = 400$$

Чистове точіння:

$$326 - 50 = 300 - 25$$

$$275 = 275$$

5. Визначаємо граничні розміри:

- токарна чистова $d_{\max} = 180 + 0 = 180 \text{ мм}$,
 $d_{\min} = 180 - 0,025 = 179,975 \text{ мм}$;
- токарна напівчистова $d_{\max} = 180 + 0,326 = 180,326 \text{ мм}$,
 $d_{\min} = 179,975 + 0,051 = 180,026 \text{ мм}$;
- токарна чорнова $d_{\max} = 180,326 + 0,943 = 181,269 \text{ мм}$,
 $d_{\min} = 180,026 + 0,543 = 180,569 \text{ мм}$;
- заготівельна $d_{\max} = 181,269 + 9,831 = 191,1 \text{ мм}$,
 $d_{\min} = 180,569 + 3,413 = 183,982 \text{ мм}$.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.7 Розрахунок режимів різання.

При призначенні елементів режимів різання враховують характер обробки, тип і розміри інструмента, матеріал його ріжучої частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан обладнання.

Швидкість різання розраховують за допомогою емпіричної формули:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ де}$$

C_v – коефіцієнт, враховуючий властивості обробляючого матеріалу;

m, x, y – коефіцієнти, які є показниками ступеню;

T – середнє значення стійкості інструменту, мм;

K_v – виправний коефіцієнт, визначається за формулою:

$$K_v = k_{mv} \cdot k_{nv} \cdot k_{uv}, \text{ де}$$

k_{mv} – коефіцієнт, враховуючий якість обробленої поверхні;

k_{nv} – коефіцієнт, враховуючий стан поверхні заготовки;

k_{uv} – коефіцієнт, враховуючий якість матеріалу;

t – глибина різання, мм;

S – подача, при чорновому точінні, мм/об.

Коефіцієнти визначаємо по таблицях [3, с. 261-281].

1. Чорнове точіння, операція 015

Ø295 мм глибина різання $t = 6$ мм, подача $S = 1,04$ мм/об, обробка ведеться

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на верстаті токарно-гвинторізному 165, різцем з пластинкою Т5К10.

$$V = \frac{420}{60^{0,20} \cdot 6^{0,15} \cdot 1,04^{0,35}} \cdot 0,35 = 49,8 \text{ м/хв}$$

Визначення розрахункової частоти обертання n, об/хв:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot d_{\text{зад}}} = \frac{49,8 \cdot 1000}{3,14 \cdot 365} = 43,5 \text{ об/хв}$$

Приймаємо згідно паспорту верстата 165 n = 40 об/хв. За вибраною величиною числа обертів шпинделя знаходимо дійсну швидкість різання:

$$V_a = \frac{\pi \cdot d_{\text{зад}} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 365 \cdot 40}{1000} = 45,8 \text{ м/хв}$$

2. Свердлування, операція 150.

Ø10,5 мм глибина різання t = 5,25 мм, подача S = 0,21 мм/об, обробка ведеться на радіально-свердлильному верстаті RF 31/В свердлом Т5К12В.

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^{Y_v}} K_v$$

Визначення розрахункової частоти обертання n, об/хв:

$$v_{\text{д}} = \frac{3,5 \cdot 10,5^{0,50}}{6^{0,12} \cdot 0,21^{0,45}} \cdot 1,27 = 24 \text{ м/хв}$$

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо розрахункову частоту обертів шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 10,5} = 727,9 \text{ об/хв}.$$

Корегуємо частоту обертання за паспортом верстата $n = 700 \text{ об/хв}$.

Тепер визначаємо дійсну швидкість різання виходячи із прийнятої частоти обертання:

$$v = \frac{n \pi D}{1000} = \frac{700 \cdot 3,14 \cdot 10,5}{1000} = 23,08 \text{ м/хв}.$$

3.8 Технічне нормування операцій.

Нормування в машинобудуванні – це встановлення технологічно обґрунтованих норм часу. Нормування технологічних процесів здійснюють для кожної операції. В залежності від методів розроблених норм витрат праці підрозділяються на: дослідно-статистичний, та технічне нормування.

Технічне нормування розроблюється шляхом інженерно – економічного розрахунку. В серійному виробництві за технічно обґрунтовану норму часу приймаємо штучно – калькуляційний час:

$$T_{шт.-к.} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n},$$

де $T_{шт.-к.}$ – штучно-калькуляційний час на операцію, хв;

$T_{шт}$ – штучний час на операцію, хв. Технічно обґрунтована норма штучного часу складається з:

$$T_{шт} = T_{он} + T_{обс} + T_{від};$$

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де T_{on} – оперативний час, хв, дорівнює сумі основного $T_{осн}$ (витрачається безпосередньо на виготовлення деталі, тобто зміни форми, розмірів, стану заготовки) і допоміжного $T_{доп}$ часу (витрачається на установку, закріплення, зняття деталі та ін. допоміжні операції, пов'язані з основною роботою);

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, хв, – час, що робочий витрачає на догляд за верстатом та оснащенням;

$T_{від}$ – час на відпочинок та особисті потреби робочого, хв.

Час на обслуговування робочого місця $T_{обс}$, відпочинок і особисті потреби $T_{від}$, визначається на операцію в хвилинах або у відсотках до основного часу.

n – обсяг партії запуску деталей, шт.

$$T_{опер.} = T_{осн.} + T_{доп.}$$

Визначення штучно – калькуляційного часу на токарно-гвинторізну операцію 015 на токарно-гвинторізному верстаті 165.

Визначення основного часу $T_{осн.}$, хв., проводиться за слідуючою формулою:

$$T_{осн} = \frac{L}{nS} i = \frac{\pi D(l_1 + l_2)}{1000 v S} i, \text{ де}$$

l_2 – величини врізання та перебігу, мм [3];

l_1 – загальна довжина, оброблювальної поверхні, мм;

i – число проходів інструменту в напрямку подачі;

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\dot{O}_{\text{ін.}} = \frac{(1405 + 3) \cdot 3,14 \cdot 365}{1000 \cdot 45,8 \cdot 1,04} \cdot 1 = 33,8 \text{ хв.}$$

Аналогічно розраховуємо основний час на інші переходи.

Основний машинний час на операцію складає: $T_{\text{осн}}=33,8$ хв.

За нормативами [5], обираємо норми часу: $T_{n-3}=25$ хв (з урахуванням часу на наладку); $T_{\text{обс}}=0,025 \cdot T_{\text{осн}}$; $T_{\text{від}}=0,04 \cdot T_{\text{осн}}$.

Допоміжний час дорівнює:

$$T_{\text{дон}}=19,9 \text{ хв};$$

$$\dot{O}_{\text{од. - в.}} = 33,8 + 19,9 + (0,025 + 0,04) \cdot 33,8 + \frac{25}{6} = 60 \text{ хв.}$$

3.9 Розрахунок очікуваної точності обробки

Розрахунок очікуваної точності зводиться до визначення сумарної похибки обробки. Визначимо сумарну похибку чистового точіння двох поверхонь діаметром $\varnothing 280_{-0,473}^{-0,450}$ у 3^х-кулачковому патроні та в центрі верстата з ЧПК 1Н65РФ3. Наш заготовка із сталі 38ХН3МФА має $\sigma_b = 720$ МПа, твердість 302...363НВ, у попередній операції оброблена напівчистовим точінням по IT9. Застосований інструмент – різець прохідний із пластиною з твердого сплаву Т15К6 має $\varphi = 90^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$, переріз державки – 25х25 мм;

Режим обробки: мінімальна глибина різання $t_{\text{min}}=0,5$ мм; подача $S = 0,15$ мм/об; швидкість різання $v = 250$ м/хв..

Число заготовок у партії $N = 3$ од.

1. Визначимо похибку Δ_n унаслідок налагодження технологічної системи на розмір обробки.

Похибка настроювання для верстатів із ЧПК є домінуючою.

Ріжучі інструменти встановлюють у спеціальні блоки. Настроюють ріжучі кромки на нульову точку на спеціальних вимірювальних мікроскопах поза

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верстатом, а потім настроєні блоки встановлюють у спеціальні гнізда на верстаті.

Похибку налагодження для верстатів із ЧПК будемо визначати за формулою:

$$\Delta_{\text{н}} = \sqrt{\Delta_{\text{н.і}}^2 + \Delta_{\text{н.б}}^2 + \Delta_{\text{н.ф}}^2 + \Delta_{\text{н.вим}}^2},$$

де $\Delta_{\text{н.і}}$ – похибка від настроювання інструмента в блоці, залежить від точності приладів для розмірного настроювання, виду та засобу закріплення інструмента в блоці, вильоту настрою вального інструмента. Для токарних різцевих блоків $\Delta_{\text{н.і}}$ – 8...10 мкм, приймаємо $\Delta_{\text{н.і}} = 10$ мкм; $\Delta_{\text{н.б}}$ – похибка внаслідок установки настроєного блока у відповідне гніздо на верстаті, $\Delta_{\text{н.б}}$ – 10...15 мкм, приймаємо $\Delta_{\text{н.б}} = 12$ мкм; $\Delta_{\text{н.ф}}$ – похибка через фіксацію револьверної головки верстата $\Delta_{\text{н.ф}} = 10$ мкм, (по паспортним даним верстата); $\Delta_{\text{н.вим}}$ – похибка через вимірювання; при настроюванні залежить від точності вимірювальних приладів та умов вимірювання; $\Delta_{\text{н.вим}} = \kappa_{\text{вим}} \Delta_{\text{вим}}$, де коефіцієнт $\kappa_{\text{вим}} = 1,2$; $\Delta_{\text{н.вим}} = 5 \times 1,2 = 6$ мкм. Тоді похибка налагодження:

$$\Delta_{\text{н}} = \sqrt{10^2 + 12^2 + 10^2 + 6^2} = 20 \text{ мкм.}$$

2. Визначаємо похибки $\Delta_{\text{вс}}$ унаслідок геометричних неточностей верстата.

$$\Delta_{\text{вс}} = \frac{Cl_{\text{п}}}{l};$$

де C – допустиме відхилення від паралельності вісі шпинделя напрямним станини в площині стримувального розміру на довжині l ; $l_{\text{п}}$ – довжина оброблювальної поверхні.

Для токарних верстатів нормальної точності при найбільшому діаметрі оброблюваної поверхні до 500 мм на довжині $l = 300$ мм; $C = 20$ мкм (по паспортним даним станка). При довженні обробки $l_{\text{п}} = 250$ мм

$$\Delta_{\text{вс}} = \frac{20 \cdot 250}{300} = 17 \text{ мкм.}$$

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Визначаємо похибку $\Delta_{\text{пр}}$ унаслідок пружних деформацій технологічної системи.

$$\Delta_{\text{пр}} = W_{\text{max}} P_{y \text{ max}} - W_{\text{min}} P_{y \text{ min}}$$

де W_{max} і W_{min} – найбільша і найменша податливість системи;

$P_{y \text{ max}}$ і $P_{y \text{ min}}$ – найбільше і найменше значення складової сили різання, яка збігається з напрямком розміру, який потрібно отримати.

Для верстата з 1Н65РФ3 нормальної точності і найбільшого діаметра заготовки, який можна на цьому верстаті отримати ($D = 500$ мм), знаходимо найбільші і найменші допустимі зміщення Y повздовжнього супорта під дією сили $P_{\text{вип}} = 7,84$ кН [4.с.104 табл.21]; $[Y_{\text{суп}}^{\text{з.б}}] = 350$ мкм; $[Y_{\text{суп}}^{\text{п.б}}] = 270$ мкм.

При установці вала-шестерні 3^х-кулачковому патроні та в центрі верстата мінімальна податливість системи визначається при положенні різака біля передньої бабки верстата.

$$W_{\text{min}} = \frac{[Y_{\text{суп}}^{\text{п.б}}]}{P_{\text{вип}}} = \frac{270}{7,84} = 34 \text{ мкм/кН}$$

Максимальне значення податливості визначається при положенні різака посередині вала. Тоді:

$$W_{\text{max}} = W_{\text{вс max}} + W_{\text{заг max}},$$

де $W_{\text{вс max}} = \frac{[Y_{\text{суп}}^{\text{п.б}}] + [Y_{\text{суп}}^{\text{з.б}}]}{2P_{\text{вип}}}$ – найбільша податливість верстата;

$W_{\text{заг max}}$ – найбільша податливість заготовки.

$$W_{\text{вс max}} = \frac{270 + 350}{2 \cdot 7,84} = 40 \frac{\text{мкм}}{\text{кН}}.$$

Найбільше значення податливості заготовки при установці вала-шестерні 3^х-кулачковому патроні та в центрі верстата :

$$W_{\text{заг max}} = \frac{2}{d_{\text{пр}}} \left(\frac{l_{\text{в}}}{d_{\text{пр}}} \right)^3$$

За кресленням деталі $l_{\text{в}} = 1405$ мм. Наведений діаметр розраховується за формулою:

$$d_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n d_i^2 l_i}{\sum_1^n l_i}};$$

$$d_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{165^2 \cdot 4 + 170^2 \cdot 92 + 178^2 \cdot 60 + 180^2 \cdot 104 + 200^2 \cdot 22 + 278^2 \cdot 40 + 280^2 \cdot 220 + 354^2 \cdot 500 + 310^2 \cdot 80 + 250^2 \cdot 33}{1405}} = 294 \text{ мм}$$

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{\text{заг max}} = \frac{2}{294} \cdot \left(\frac{1405}{294} \right)^3 = 0,74 \frac{\text{мкм}}{\text{кН}}$$

Тоді найбільше значення податливості технологічної системи

$$W_{\text{max}} = 40 + 0,74 = 40,74 \frac{\text{мкм}}{\text{кН}}.$$

Найбільшу і найменшу нормальні складові сили різання розраховуємо за формулами:

$$P_{y \text{ max}} = 10 C_p t_{\text{max}}^x S^y v^n K_p;$$

$$P_{y \text{ min}} = 10 C_p t_{\text{min}}^x S^y v^n K_p;$$

Коливання глибини різання [4.с.104 табл.22]; відповідно $t_{\text{min}} = z_{\text{min}} = 0,5 \text{ мм}$; $t_{\text{max}} = 0,73 \text{ мм}$.

$$P_{y \text{ max}} = 2,43 \cdot 0,73^{0,9} \cdot 0,15^{0,6} \cdot 250^{-0,3} = 0,11 \text{ кН};$$

$$P_{y \text{ min}} = 2,43 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,15^{0,6} \cdot 250^{-0,3} = 0,07 \text{ кН};$$

тоді:

$$\Delta_{\text{пр}} = 40,74 \cdot 0,11 - 34 \cdot 0,07 = 2 \text{ мкм};$$

З урахуванням коефіцієнта динамічності:

$$\Delta_{\text{пр,д}} = 1,2 \Delta_{\text{пр}} = 3 \text{ мкм}.$$

4. Визначимо похибку $\Delta_{\text{зн}}$ (на радіус), яка утворюється від розмірного зносу різця.

$$\Delta_{\text{зн}} = \frac{L}{1000} u_{\text{екс}}^2$$

Шлях різання L_N для партії заготовок $N=3$ од. визначимо за

$$L_N = L_3 N = \frac{\pi D l_3 N}{1000 S} = \frac{3,14 \cdot 280 \cdot 250 \cdot 3}{1000 \cdot 0,15} = 4396 \text{ м},$$

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний шлях рівняння з урахуванням початкового зносу різця ($L_{\text{поч}} = 1000$ м)

$$L = L_n + L_{\text{поч}} = 4396 + 1000 = 5396 \text{ м,}$$

Для сплаву Т15К6 інтенсивність зношування $u_{\text{вкс}}^{\text{в}} = 6 \text{ мкм/км}$ [4.с.104 табл.26]

Тоді
$$\Delta_{\text{зн}} = \frac{5396}{1000} \cdot 6 = 26 \text{ мкм,}$$

5. Визначимо похибку Δ_T унаслідок температурних деформацій технологічної системи.

Похибка від температурних деформацій системи рівною 0,15% від суми інших похибок:

$$\Delta_T = 0,1 \left(2\sqrt{(1 \cdot 3)^2 + (1,73 \cdot 26)^2 + (1 \cdot 20)^2 + (1,73 \cdot 16)^2} \right) = 13 \text{ мкм}$$

6. Визначаємо похибку $\Delta_{\text{р.п}}$ за формулою:

$$\Delta_{\text{р.п}} = \sqrt{\Delta_{\text{р.п.пр}}^2 + \Delta_{\text{р.п.і}}^2}$$

де $\Delta_{\text{р.п.пр}}$ - похибка програмування;

$\Delta_{\text{р.п.і}}$ - похибка інтерполяції. Приймаємо $\Delta_{\text{р.п.пр}} = 5$ мкм; $\Delta_{\text{р.п.і}} = 10$ мкм [4. с. 129, табл. 38].

$$\Delta_{\text{р.п}} = \sqrt{5^2 + 10^2} = 11 \text{ мкм}$$

7. Визначаємо похибку відтворення програми $\Delta_{\text{р.в.}}$

$$\Delta_{\text{р.в}} = \sqrt{\Delta_{\text{р.в.пр}}^2 + \Delta_{\text{р.в.п.}}^2 + \Delta_{\text{р.в.поз}}^2};$$

де $\Delta_{\text{р.в.пр}}$ - похибка привода верстата, $\Delta_{\text{р.в.пр}} = 5$ мкм;

$\Delta_{\text{р.в.п.}}$ - похибка механізму подачі, $\Delta_{\text{р.в.п.}} = 4$ мкм;

$\Delta_{\text{р.в.поз.}}$ - похибка позиціювання, $\Delta_{\text{р.в.поз.}} = 2$ мкм,

$$\Delta_{\text{р.в}} = \sqrt{5^2 + 4^2 + 2^2} = 7 \text{ мкм.}$$

8. Визначаємо сумарну похибку обробки Δ_{Σ}

Сумарна похибка визначається за формулою:

$$\Delta_{\Sigma} = 2\sqrt{(1 \cdot 3)^2 + (1 \cdot 20)^2 + (1,73 \cdot 26)^2 + (1,73 \cdot 17)^2 + (1,73 \cdot 13)^2 + (1 \cdot 11)^2 + (1 \cdot 7)^2} = 120 \text{ мкм}$$

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок: допуск на IT9 в інтервалі розмірів 190...260 мм. складає 115 мкм, що не набагато менше очікуваної сумарної похибки обробки. Аналіз сумарної похибки обробки показує, що найбільший відсоток складають елементарні похибки: від зносу інструмента $\Delta_{з.н.} = 26$ мкм при обробці партії заготовок $N=30$; від настроювання мікрометра $\Delta_{н.} = 20$ мкм.

Щоб вийти на допуск 115 мкм на потрібно мати під радикалом сумарну величину – $\sqrt{\left(\frac{115}{2}\right)^2} = \sqrt{3306}$.

Якщо не враховувати похибку в наслідок настрою верстата $\Delta_{н.}$, під радикалом буде $\sqrt{2749}$.

Таким чином, можна вважати, що операція, яка проектується для досягнення заданої точності не повинна докорінно змінитися, треба тільки зменшити $\Delta_{н.}$.

Одним із методів, який дозволяє значно зменшити похибку настроювання, є метод двоступінчастого настроювання, коли після первинного настроювання інструментального блоку поза верстатом проводиться додаткове регулювання інструмента, встановленого на верстаті після обробки пробної деталі. Такий метод дозволяє зменшити сумарну похибку від настроювання до 7...15 мкм.

					4261.08.КРБ.07.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.Конструкторська частина

4.1 Конструювання 3^x – кулачкового патрона з пневмоприводом

У машинобудуванні найбільше поширення мають трьохкулачкові самоцентрувальні клинові та важільні патрони з гвинтовим приводом (як і на вибраному нами токарно-гвинторізному верстаті 165). Перед нами стоїть задача модернізувати трьохкулачковий патрон з гвинтовим приводом підібравши до нього пневмоциліндр.

Основні розміри трьохкулачкових патрон вибирають по ГОСТ 24351-80.

Розрахунок будимо висті по токарній чорновій операції.

Так як при цій операції одна з найбільших сил різання. Зовнішній діаметр оброблюємої поверхні обираємо $D_{o.п} = 295$ мм, діаметр заготовки $D_{п.к} = 305$ мм, довжина заготовки $L_3 = 1421$ мм. Глибина різання $t = 6$ мм, подача $S = 1,04$ об; Частота обертів шпинделя верстата $n = 80$ об/хвил; швидкість різання $V = 1,23$ м/с;

Розрахунок:

1. Визначаємо силу різання на даній операції:

$$P_z = C_p t^{x_p} S^{y_p} K_p^{n_p} = 300 \cdot 6 \cdot 1,04^{0,75} \cdot 7,61 = 14109 \text{ Н},$$

де C_p - коефіцієнт сили різання; $C_p = 300$; x_p , y_p , n_p – показники степені для тангенціальної сили різання P_z ,

$$x_p = 1,0; y_p = 0,75; n_p = 1,0.$$

2. Визначаємо поправочний коефіцієнт K_p

$$K_p = K_{мр} K_{\varphi_p} K_{\lambda_p} K_{r_p} = 6,09 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 7,61,$$

де $K_{мр}$ – коефіцієнт, врахуємо вплив механічних властивостей конструкційний сталей на сили різання,

$$K_{мр} = (\sigma_b / 75)^{n_p} = \left(\frac{835}{75} \right)^{0,75} = 6,09,$$

де σ_b – тимчасовий опір розриву, Н/мм. для сталі 45 $\sigma_b = 835$ Н/мм²; n_p – показник степені для розрахунку коефіцієнта $K_{мр}$, $n_p = 0,75$; K_{φ_p} , K_{λ_p} , K_{r_p} -

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поправочні коефіцієнти, враховуючи вплив геометричних параметрів ріжучих частин інструмента на складові сили різання при обробці сталі, $K_{\varphi_p} = 1,0$; $K_{\gamma_p} = 1,25$; $K_{\lambda_p} = 1,0$; $K_{r_p} = 1,0$.

3. Визначимо коефіцієнт запасу для самоцентруючого трьохкулачкового патрона з пневматичним приводом затиску

$$K_{\text{зап}} = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 3,24$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу при всіх випадках обробки

4. Визначаємо силу затиску деталі одним кулачком патрона

$$W_k = P_z \frac{\sin \alpha / 2 D_{o.п}}{n_k f_{т.п} D_{п.к}} K_{\text{зап}} = \frac{1 \cdot 295}{3 \cdot 0,8 \cdot 305} \cdot 3,24 = 18285,26 \text{ Н,}$$

де $D_{o.п}$ – діаметр оброблюваної поверхні деталі, мм. $D_{o.п} = 295 \text{ мм}$, n_k – число кулачків в патроні, $n_k = 3$ шт.; $f_{т.п}$ – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях кулачків, $f_{т.п} = 0,8$; $D_{п.к}$ – діаметр поверхні що затискають, мм, $D_{п.к} = 305 \text{ мм}$.

5. Визначаємо силу $Q_{шт}$ на штоці механізованого приводу трьохкулачкового патрона:

$$Q_{шт} = W_k n_k K_{тр} \left(1 + \frac{3 a_k}{h_k} f_k \right) \frac{l_1}{l_k} = 18285,26 \cdot 3 \cdot 1,05 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 40}{65} \cdot 0,1 \right) \frac{20}{100} = 13593,26 \text{ Н,}$$

де $K_{тр}$ – коефіцієнт ,враховуючий допоміжні сили тертя в патроні, $K_{тр} = 1,05$; a_k – виліт кулачка від середини його опори в пазу патрона до центра прикладення сили затиску на одному кулачку, $a_k = 40 \text{ мм}$; h_k – довжина направляючої частини кулачка, $h_k = 65 \text{ мм}$; f_k – коефіцієнт тертя кулачка, $f_k = 0,1$; l_1 і l_k – розміри короткого і довгого плечей двоплечевого важеля (конструктивно $l_1 = 20 \text{ мм}$ і $l_k = 100 \text{ мм}$ до осі штока);

6. Визначаємо діаметр поршня циліндра і вибираємо найближчий більший стандартний розмір пневматичного обертаючого циліндра

$$D_{п} = 1,44 \sqrt{Q_{шт} / p} = 1,44 \cdot \sqrt{13593,26 / 0,4} = 265 \text{ мм,}$$

де p – тиск стиснутого повітря, Мн/м, $p = 0,4 \text{ Мн/м}$. приймаємо діаметр пневмоциліндра $D_{ц} = 300 \text{ мм}$.

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Визначаємо дійсну силу затиску деталі за прийнятим діаметром пневмоциліндра:

$$Q_{ш,д} = \frac{\pi D_{ц}^2}{4} p \eta = \frac{3,14 \cdot 300^2}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 24021 \text{ Н},$$

де η - коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,85$.

8. Визначаємо час зпрацювання пневмоциліндра

$$T_c = \frac{D_{ц} l_x}{d_b^2 v_b} = \frac{32 \cdot 3,5}{1,0^2 \cdot 2000} = 0,056 \text{ с},$$

де l_x – довжина ходу поршня, см (для діаметру $D_{ц} = 320$ мм $l_x = 35$ мм);
 $d_b = 10$ мм; v_b швидкість переміщення зтиснутого повітря, см/с, $v_b = 2000$ см/с.

3.2 Проектування черв'ячної модульної фрези.

При конструюванні черв'ячних фрез необхідно головним чином визначити розмір профіля фрези в нормальному перерізі. Окрім визначення розмірів профіля фрези необхідно розрахувати кути підйому витків фрези і нахилу виткових канавок, а також кут установки фрези на станку.

Зовнішній діаметр фрези, тип основного червяка, число заходів, діаметр базового отвору є конструктивним елементом, і слід їх вибирати за стандартами або брати за паспортними даними вибраного станка.

Із збільшенням зовнішнього діаметру черв'ячної фрези зменшуються похибки профілірованої фрези. У фрез для чорнової обробки – діаметр зменшують.

Розрахуємо фрезу:

Вхідні дані: модуль $m = 6$; число зубців $z = 49$; висота головки зубця $h_a = 5,55$ мм; висота ножки зубця $h_f =$ мм; їх кут нахилу $\beta = 30^\circ$; кут профілю зубців рейки $\alpha = 20^\circ$; ступінь точності 4 – В.

1. Знаходимо лінійні розміри профілю зубця фрези у нормальному перетині.

1.1 Знаходимо модуль нормальний $m_i = m$; $m = 6$.

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Розрахунковий профельний кут вхідної рейки у нормальному перерізі: $\alpha_t = \alpha_g = 20^\circ$.

1.3 Визначаємо крок зубців у нормальному перерізі $P_{п.о.}$.

$$P_{п.о.} = P_t = \pi m = 3,14 \cdot 6 = 18,849 \text{ мм};$$

1.4 Визначаємо товщину зубця фрези у нормальному перерізі $S_{п.о.}$.

Для чорнових фрез $S_{п.о.} = P_{п.о.} - (S_t + \Delta S'_{п.о.})$,

де S_t – товщина зуба колеса по дузі діаметральної окружності;

$\Delta S'_{п.о.}$ – припуск на подальшу чистову обробку.

$$S_{п.о.} = 18,849 - (9,35 + 0,5) = 9 \text{ мм.}$$

1.5 Розраховуємо висоту головки зубця фрези $h_{a.o.}$:

$$h_{a.o.} = (h_a^* + C^*)m,$$

де h_a^* - коефіцієнт головки зубця; $h_a^* = 1,2$;

C^* - коефіцієнт радіального зазору, $C^* = 0,325$

$$h_{a.o.} = (1,2 + 0,325) \cdot 6 = 9,15 \text{ мм.}$$

1.6 Розраховуємо висоту ножки зубця $h_{fo.}$:

$$h_{fo.} = h_a + C,$$

$$C = C^* \cdot m = 0,325 \cdot 6 = 1,95$$

де C – радіальний зазор передачі

$$h_{fo.} = 5,55 + 1,95 = 7,5 \text{ мм.}$$

1.7 Визначаємо висоту зубця

$$h_o = h_{ao} + h_{fo} = 9,15 + 7,5 = 16,65 \text{ мм.}$$

1.8 Знаходимо радіус закруглення головки зубця $P_{ao.}$:

$$P_{ao.} = 0,27 \cdot 6 = 1,67 \text{ мм}$$

1.9 Приймаємо радіус закруглення ножки зубця $P_{fo.} = 0,5$.

1.10 Розраховуємо товщину зуба на верхівці зуба фрези $S_{na.}$:

$$S_{na} = S_{по} - 2 h_{ao} \operatorname{tg} \alpha = 9 - 2 \cdot 9,15 \cdot \operatorname{tg} 20 = 2,41 \text{ мм.}$$

1.11 Знаходимо ширину впадини між зубцями фрези.

$$S_{nb} = P_n - (S_{no} + 2 h_{fo} \operatorname{tg} \alpha) = 18,85 - (9 + 7,5 \cdot \operatorname{tg} 20) = 7,3 \text{ м.}$$

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.12 Вибираємо параметри затилованої канавки на дні впадини гвинтового гребню:

- глибина канавки $h_k=0,85$ мм;
- радіус закруглення канавки $r'_k=0,6$ мм;
- ширина канавки $b_k = 2,5$ мм.

4.2. Визначаємо конструктивні розміри фрези.

2.1 Кут підйому гвинтової лінії черв'ячної нарізки ділительному циліндру визначається за формулою:

$$\sin \gamma_{mo} = \frac{m}{d_{mo}} = \frac{6}{147,7} = 0,04$$

2.2 Зовнішній діаметр фрези вибираємо за ГОСТ 9324 – 80Е, приймаємо:
 $d_{ao} = 106$ мм.

2.3 Число зубців фрези в торцевому перерізі.

Орієнтовне число зубців Z_u у торцевому перерізі для черв'ячних фрез визначаємо за формулою:

$$Z_u \approx b \frac{360^\circ}{\arccos \frac{d_{ao} - 2h_o}{d_{ao}}},$$

де b – коефіцієнт враховуючий вид обробки; для чорнової фрези приймаємо $b=1,3$

$$Z_u \approx 1,3 \frac{360^\circ}{\arccos \frac{160 - 2 \cdot 16,65}{160}} = 12,38$$

Приймаємо $Z_u=12$.

2.4 Величина затиловання K

$$K = \frac{\pi d_{ao}}{Z_u} \operatorname{tg} \alpha_b,$$

де α_b – задній кут на верхівці зубів; для чорнової фрези $\alpha_b = 10-13^\circ$

$$K = \frac{3,14 \cdot 160}{12} 0,17 = 7,1$$

Приймаємо $K=7$

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Величина першого затилювання K_I . Для фрези загального призначення

$$K_I = (1,2 - 1,4)K = 1,4 \cdot 7 = 9,8.$$

Приймаємо $K_I = 10$

2.6 Глибина стружечної канавки H

$$H = h_o + \frac{K + K_1}{2} + r_k,$$

де r_k – радіус затилювання для стружечної канавки, $r_k = 1 \dots 3$ мм

$$H = 16,65 + \frac{7 + 10}{2} + 1 = 26,15;$$

Приймаємо $H = 26$

2.7 Кут профелю впадени стружечної канавки ϵ

ϵ вибирається з ряду його значень: 22° , 25° , 30° та 35° .

Приймаємо $\epsilon = 25^\circ$.

2.8 Діаметр посадкового отвору d .

$$d = (0,2 \dots 0,45)d_{\text{по}} = 0,35 \cdot 160 = 56 \text{ мм},$$

За ГОСТ 9472 – 70 оберемо кінечне значення посадкового отвору $d=60$ мм

2.9 Довжина нарізаної частини фрези L_1

$$L_1 = 2\sqrt{(d_{ao} - h)h} + 2S_{xo} + 2P_{xo}$$

де S_{xo} – товщина зубця в осьовому перетині по діаметральному циліндру;

P_{xo} - осьовий крок фрези

$$L_1 = 2\sqrt{(960 - 16,65)16,65} + 2 \cdot 22 + 2 \cdot 18,8 \approx 145 \text{ мм},$$

2.10 загальна довжина фрези L

$$L = (L_1 + 2l_1)$$

де l_1 – ширина буртіків; $l_1 = 3 \dots 5$ мм.

Приймаємо $l_1 = 5$ мм.

$$L = (145 + 2 \cdot 5) = 155 \text{ мм}.$$

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.11 Діаметр буртіків d_1 ,

$$d_1 = d_{ao} - 2H - 3 = 160 - 2 \cdot 26 - 3 = 90 \text{ мм.}$$

2.12 Розрахунковий діаметр ділильної окружності

$$d_{mo} = d_{ao} - 2h_{ao} - 2\delta K$$

де δ – коефіцієнт; $\delta = 0,1 \dots 0,25$, приймаємо $\delta = 0,1$

$$d_{mo} = 160 - 2 \cdot 9,15 - 2 \cdot 0,1 \cdot 7 = 140,3$$

2.13 Розрахунковий кут підйома гвинтової лінії черв'ячної нарізки по діаметральному циліндру γ_{mo}

$$\sin \gamma_{mo} = \frac{mz_{\text{заг}}}{dm_o} = \frac{6 \cdot 1}{160} = 0,0375$$

$$\gamma_{mo} = 2^\circ 27' 29''$$

2.14 Кут нахилу стружущих канавок λ_{mo}

$$\lambda_{mo} = \gamma_{mo} = 2^\circ 27' 29''$$

3.15 Крок гвинтової стружущої канавки P_k

$$P_k \frac{\pi d_{mo}}{tg \lambda_{mo}} = \pi d_{mo} ctg \lambda_{mo} = 3,14 \cdot 160 \cdot ctg 2^\circ 27' 29'' = 10,7 \text{ мм.}$$

3.16 осьовий крок зубців фрези P_{xo}

$$P_{xo} = \frac{P_{mo}}{\cos \gamma_{mo}} = \frac{\pi m}{\cos \gamma_{mo}} = \frac{3,14 \cdot m}{\cos 2^\circ 27' 29''} = 18,661 \text{ мм.}$$

4.3 Розрахунок люнету на зубофрезерну операцію.

В якості додаткової опори при зубофрезерній операції застосуємо рухомий люнет.

Кулачки люнета по своїй суті являють собою гвинтові зажими.

Гвинтові зажими є найбільш простими для верстатних пристосувань. Вони широко застосовуються в одиничному та в серійному типах виробництва.

Головним недоліком гвинтових зажимів є повільність дії, великі втрати на тертя та безпосередньо заживної сили.

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При конструюванні заживних елементів пристроїв необхідно визначити силу зажима оброблюємої заготовки (чи деталі).

Силу зажиму знаходимо за формулою,

$$W_b = \frac{M_{кр}}{[r_{сер} \operatorname{tg}(\alpha_{п} + \varphi_{т})]} + K_{\phi} \cdot f_{т},$$

де $r_{сер}$ – середній радіус різьби, мм (в нашому випадку при гвинті з різьбою М20 $r_{сер} = 9,19$ мм); $\alpha_{п}$ – кут підйому витка різьби $\alpha_{п} = 2^{\circ}30'$; φ – кут тертя різьбовому з'єднанні $\varphi = 6^{\circ}34'$; $K_{сер}$ – коефіцієнт, який залежить від форми і розмірів поверхні дотику затиснутого елемента з затисненою поверхнею

$$K_{\phi} = 0,6 f_{т} r_{т},$$

де $f_{т}$ – коефіцієнт тертя на торці гвинта, $f_{т} = 0,15$;

$r_{т}$ – радіус опорного торця гвинта мм,

$$r_{т} = 0,4 d_{вн} = 0,4 \cdot 20 = 8 \text{ мм.}$$

$$K_{\phi} = 0,6 \cdot 0,15 \cdot 8 = 0,72$$

Знайдемо крутний момент прикладений до головки зажима $M_{кр} = Q_p L_p$

Приймаємо прикладену силу до головки зажиму $Q_p = 100 \text{ Н}$; $L_p = 14 \text{ мм}$;

$$D_{різби} = 14 \cdot 20 = 280 \text{ мм.}$$

$$M_{кр} = 280 \cdot 100 = 28000 \text{ Н.}$$

Тоді сила зажима утворена гвинтом:

$$W = \frac{28000}{[9,19 \cdot \operatorname{tg}(2^{\circ}30' + 6^{\circ}34')] + 0,72 \cdot 0,15} = 17948 \text{ Н.}$$

4.4 Проектування кондуктора для свердління 12 отворів Ø10,5

Свердління отворів під подальше нарізання різьби М12х1,5 – 6Н виконується свердлом Ø10,5. Кондуктор забезпечує точне розташування отворів відносно поверхні Н.

Корпус кондуктора 2 встановлюється на поверхню Н з перехідною посадкою. Потім за допомогою гвинта М10 кондуктор стягується.

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином кондуктор базується на поверхні К.

Розрахуємо забезпечення кондуктором необхідну точність розташування осей отворів відносно поверхні Н, затиск відбувається теж по поверхні Н.

Допуск на цей розмір буде складатися з допуску на відстань між віссю кондукторної втулки та торцем корпуса кондуктора, та половиною допуску отвору у кондукторній втулці.

Відстань між віссю кондукторної втулки та торцем корпуса згідно з кресленням дорівнює $28,2^{+0,052}$ мм ($L_{\max}=28,252$ мм; $L_{\min}=28,2$ мм). Діаметр отвору втулки $\varnothing 10,5F8$ мм ($D_{\max}=10,543$ мм; $D_{\min}=10,516$ мм). Діаметр отвору у деталі $\varnothing 10,5H11$ мм ($D_{\max}=10,61$ мм; $D_{\min}=10,5$ мм).

Тоді відстань від поверхні Н до осі отвору після свердління дорівнює:

$$L_{\text{розр}} = L + 1/2 D_{\text{в}} - 1/2 D_{\text{д}}$$

Розрахуємо для двох найгірших варіантів:

- $L_{\text{розр}1} = L_{\max} + 1/2 D_{\max} - 1/2 D_{\min}$
 $L_{\text{розр}1} = 28,252 + 1/2 \cdot 10,543 - 1/2 \cdot 10,61 = 28,2523$ мм
- $L_{\text{розр}2} = L_{\min} - 1/2 D_{\max} + 1/2 D_{\min}$
 $L_{\text{розр}2} = 28,2 - 1/2 \cdot 10,516 + 1/2 \cdot 10,5 = 28,1049$ мм

Таким чином $L_{\text{розр}} = 28,2^{+0,042}_{-0,095}$

Згідно з кресленням деталі (6261.39.ДП.12.01.) $L = 28,2^{+0,183}_{-0,240}$, отже пристосування забезпечує необхідну точність обробки.

4.5 Проектування кондуктора для свердління 9 отворів $\varnothing 10,5$

Свердління отворів під подальше нарізання різьби М12х1,5 – 6Н виконується свердлом $\varnothing 10,5$. Кондуктор забезпечує точне розташування отворів відносно поверхні П.

Кільце кондуктора 2 встановлюється на поверхню П з рухомою посадкою, а корпус 1 на поверхню $\varnothing 250$. Закріплення кондуктора відбувається на поверхні $\varnothing 250$ за допомогою гвинтів М10.

					4261.08.КРБ 07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо забезпечення кондуктором необхідну точність розташування осей отворів відносно поверхні П, затиск відбувається теж по поверхні П.

Допуск на цей розмір буде складатися з допуску на відстань між віссю кондукторної втулки та торцем корпуса кондуктора, та половиною допуску отвору у кондукторній втулці.

Відстань між віссю кондукторної втулки та торцем корпуса згідно з кресленням дорівнює $35^{+0,04}$ мм ($L_{\max}=35,04$ мм; $L_{\min}=35$ мм). Діаметр отвору втулки $\varnothing 10,5F8$ мм ($D_{\max}=10,543$ мм; $D_{\min}=10,516$ мм). Діаметр отвору у деталі $\varnothing 10,5H11$ мм ($D_{\max}=10,61$ мм; $D_{\min}=10,5$ мм).

Тоді відстань від поверхні Н до осі отвору після свердління дорівнює:

$$L_{\text{розр}} = L + 1/2 D_{\text{в}} - 1/2 D_{\text{д}}$$

Розрахуємо для двох найгірших варіантів:

1. $L_{\text{розр}1} = L_{\max} + 1/2 D_{\max} - 1/2 D_{\min}$

$$L_{\text{розр}1} = 35,04 + 1/2 \cdot 10,543 - 1/2 \cdot 10,543 = 35,0403 \text{ мм}$$

2. $L_{\text{розр}2} = L_{\min} - 1/2 D_{\max} + 1/2 D_{\min}$

$$L_{\text{розр}2} = 35 - 1/2 \cdot 10,516 + 1/2 \cdot 10,5 = 34,9049 \text{ мм}$$

Таким чином $L_{\text{розр}} = 35^{+0,040}_{-0,20}$

Згідно з кресленням деталі (6261.39.ДП.12.01.) $L = 35^{+0,24}_{-0,20}$, отже пристосування забезпечує необхідну точність обробки.

4.6 Опис пристрою та роботи мікрометра зубомірного

Мікрометр зубомірний застосовується для контролю довжини загальної нормалі циліндричних зубчастих колес.

Перевірка проводиться у нормальному перерізі. Рівномірно по колу колеса робиться не менше чотирьох вимірів загальної нормалі на кожному зубчастому вінці.

За окремими вимірами підраховується середня довжина загальної нормалі для кожного зубчастого вінця:

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{mr} = \frac{(W_1 + W_2 + W_3 + W_4)}{4}$$

Отримане значення повинно бути у полі допуску, визначаєме найменше відхилення середньої довжини загальної нормалі ($-E_{wms}$), та допуском на середню довжину загальної нормалі (T_{wm}), таким чином для нарізання зубців чинне: $W_m - E_{wms} \geq W_{mr} \geq W_r - (|E_{wms}| - T_{wm})$. знак « $-$ » вказує на те, що середня довжина загальної нормалі, повинна бути меншою за нормальну (розрахункову).

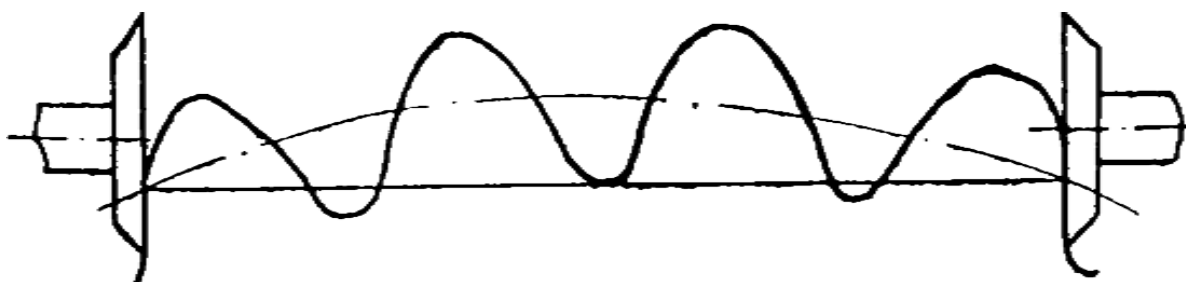


Рис.4.1 Схема вимірювання середньої довжини загальної нормалі.

Хоча промисловість випускає спеціальні зубомірні мікрометри, вони досить коштовні. Можна переробити звичайний гладкий мікрометр в зубомірний. Додатково встановлюються спеціальні вимірюючі тарілочки (п'ятки), та переробляється гвинт мікрометра. Головна вимога паралельність вимірюючих тарілочок (п'яток).

Проведемо переробку мікрометра 1-го класу точності МК-150-175 з допустимою похибкою вимірювання $\delta_{вим} = 0,006$ мм.

Мікрометр після переробки складається із: скоби 4; мікрометричного гвинта 3; задньої п'ятки 2; передньої п'ятки 1; барабана із шкалою.

Допустиме відхилення від площини та паралельності вимірюючих п'яток становить 0,002 мм, що збільшує похибку вимірювання до 0,008 мм.

					4261.08.КРБ.07.03.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Охорона праці при токарній обробці вала-шестерні

5.1. Вступ.

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, які спрямовані на збереження здоров'я та працездатності людини під час праці (“ Закон України про охорону праці ”).

Умови праці – це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на стан та працездатність людини під час праці.

Покращення умов праці сприяє на зростання престижу професій, зниження плинності кадрів, підвищення трудової дисципліни, а головне зниження втрат від захворювання та травматизму, що також має велике соціально-економічне значення.

Ця система має :

- аналіз шкідливих факторів та небезпек, які діють на людину;
- розробка заходів для усунення неблагополучного впливу на людину та утворення нормальних умов праці.

До комплексу заходів по охороні праці увійшли :

- заходи для техніки безпеки;
- комплекс організаційно-технічних заходів, які запобігають вплив на людину шкідливих та небезпечних факторів;
- забезпечення безпеки пожежі та вибуху ;
- система організаційно-технічних заходів, які спрямовані на профілактику, сигналізацію та запобіг пожеж.

					4261.08.КРБ.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Шкідливих та небезпечних чинники, які впливають на працівників дільниці.

Під час виготовлення вала-шестерні на виробничій дільниці механічної обробки можливе виникнення ряд небезпечних та шкідливих факторів , які взагалі можна поділити на три групи:

- фізичні;
- хімічні;
- психофізичні.

Розглянемо фізичні фактори, які є на дільниці:

1. Рухомі елементи обладнання: різальний інструмент, оброблювальна деталь, планшайба, робочий стіл верстату та ін. Суттєва небезпека складається з того, що під час недотримання правил установаження деталі або різального інструменту , їх закріплювання , а також , під час перевищення установлених режимів різання можливо зрив деталі, яка оброблюється, захоплювання одягу або волосся робітника рухомими частинами обладнання.
2. Стружка ,яка утворюється під час обробки металів різанням. Вона представляє небезпеку, так як можливе попадання її в зону різання та травмувати робітника. Велика температура стружки здатна під час зіткнення з тілом робітника спричинити опіки.
3. Електрообладнання. Уявляє небезпеку ураження електричним струмом під час недотримання техніки безпеки , або у випадку аварії. Небезпека ураження електричним струмом залежить від деяких факторів: напруга в сіті, схема сіті , ступінь ізоляції струмовступної частини, заземлення та інше.
4. Недостатність та нерівнозахідність освітлення робочої зони. Це можливо призвести до порушення зору, стомлення організму , виникнення надмірного роздратування , послаблення уваги та погіршення координації рухів . До того ж, яскраве освітлення

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сліпоти, до разі в очах та ін. Від освітлення робочої зони найбільш залежить продуктивність праці та якість

продукції, яку випускають, тому нормування освітлення робочих місць має важливе значення для виробництва. Освітленість визначається залежно від діючих норм СНІП 2. 04. 79.

5. Вібрації машин та обладнання. Вплив вібрації погіршує самопочуття робітника, та знижує продуктивність праці, але частіше приводить до тяжкого професійного захворювання – віброхвороби. Тому питанням боротьби з вібрацією надають велике значення.

6. Наявність шуму. Шум на виробництві наносить велику шкоду, шкідливо впливає на організм людини. Стонання робітників та операторів через сильний шум збільшує кількість помилок під час роботи, сприяє виникненню травм. Тому боротьба з шумом є важливим завданням.

7. Висока температура поверхні оброблюваних деталей і інструментів.

При дотику це може привести до опіків не захищених ділянок тіла.

При підписанні трудового договору працівник повинен бути проінформований під розпис про умови праці на підприємстві, наявності на робочому місці, де він буде працювати, небезпечних і шкідливих виробничих факторів - які ще не усунуті, можливих наслідках їхніх впливів на організм, і його правах на пільги й компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства й колективним договором.

5.3 Загальні вимоги охорони праці при токарній обробці вала-шестерні

7.7.1 До роботи на токарних верстатах допускаються особи обох полів яким виповнилось 18 років, та які пройшли:

- Медичний огляд та не мають медичних протипоказань;
- Навчання та перевірку знань по безпечній експлуатації обладнання, охорони праці;

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Інструктаж по питанням охорони праці, в тому числі виконанні робіт з підвищеною небезпекою, наданню першої до лікарняної допомоги, потерпілим при нещасних випадках, про правила поведінки в аварійних ситуаціях.

7.7.2 Приступати до роботи перед отриманням інструменту на робочому місці забороняється. Крім устрою верстата та роботи на ньому, токар повинен знати безпечні прийоми стропильних робіт при встановленні та знятті з верстата деталі. Забороняється піднімати та переносити вручну важкі предмети, вага яких перевищує 50 кг - для чоловіків. Для жінок: підйом та

переміщення вантажів при чергуванні з іншою роботою (до 2-х раз у годину) - 10кг. Підйом і переміщення вантажів постійно в площині робочої зміни - 7кг. Сумарна вага в площині кожної години: з робочої поверхні - 350кг, з підлоги - 175кг. Установка й зняття з верстата заготовель, деталей, пристосувань вручну заборонені, якщо маса перевищує - 16кг.

7.7.3. Токар зобов'язаний:

- уміти користуватися засобами колективного й індивідуального захисту;

- дотримувати зобов'язань по охороні праці, передбачені колективним договором (трудовим договором, угодою) і правилами внутрішнього трудового розпорядку комплексу в тому числі:

- вчасно починати й закінчувати роботу, дотримувати часу технологічної й обідньої перерви;

- не виконувати роботи, не передбачені змінним завданням;

- не перебувати на робочому місці в неробочий час без відповідного дозволу керівника;

- знаходження сторонніх осіб на робочому місці токаря забороняється.

7.7.4. З метою захисту організму від різних механічних впливів і забруднень, відповідно до типового (галузевим) нормам, токареві видається спец. одяг, взуття й засоби індивідуального захисту:

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- костюм б/п;
- черевики шкіряні;
- рукавиці комбіновані;
- окуляри захисні;
- респіратор (тільки для токаря по обробці абразивних виробів).

7.7.5. До стропильних робіт допускаються особи старше 18 років, що пройшли медичний огляд, навчання й атестацію у кваліфікаційній комісії на право самостійної роботи, що мають відповідне посвідчення.

7.7.6. До керування піднімальними механізмами (тельферами, кран-балками й т.д.), керованими з підлоги, допускаються особи яким виповнилося 18 років, що пройшли медичний огляд, навчання, перевірку знань і навичок по керуванню піднімальними механізмами й обов'язці (зачіпці) вантажів.

7.7.7. Роботи, на токарських верстатах, пов'язані з небезпекою травмування виступаючими й обертовими частинами верстатів, стружкою, інструментом і т.п. Недостатня освітленість зони обробки виробу може також з'явитися причиною травм.

7.7.8. Безпека роботи на токарському верстаті досягається знанням його пристрою, принципу роботи, точним виконанням вимог інструкцій з охорони праці й технологічної документації.

7.7.9. Токареві **забороняється:**

- працювати при відсутності на підлозі під ногами дерев'яних ґрат по довжині верстата, що виключає влучення взуття між рейками й стружки, що забезпечує вільне проходження;
- працювати на верстаті з обірваним заземлюючим проводом, а також при відсутності або несправності блокувальних пристроїв;
- проходити в місцях, не призначених для проходу людей;
- заходити без дозволу за огороження технологічного встаткування;
- знімати огороження небезпечних зон працюючого встаткування;
- мити руки в мастильно-охолодних рідинах, маслі, гасі, ацетоні, і т.п. і витирати їхніми обтиральними кінцями, забрудненими стружкою;

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зберігати й приймати їжу на робочому місці;

7.7.10 Токареві дозволяється працювати тільки на верстатах, до яких він допущений, і виконувати роботу, що доручена йому адміністрацією цеху.

7.7.11 Спецодяг і спецвзуття містите в чистоті й справності. Робочий одяг залишайте у своїй гардеробній шафці, зберігаєте її окремо від одягу повсякденної носки.

7.7.12 Після закінчення робочої зміни прийміть душ.

7.7.13 Про кожний нещасний випадок токар зобов'язаний негайно довести до відома майстра й при необхідності звернутися в медичний пункт.

5.4 Вимоги охорони праці перед початком роботи

7.8.1. Перед початком роботи токар **зобов'язаний:**

- прийняти верстат від змінника, перевірити чи добре прибрані верстат і робоче місце.

- не приступати до роботи до усунення виявлених недоліків;

- надягти спецодяг, застебнути рукава й куртку, надягти головний убір, перевірити наявність окулярів;

- перевірити наявність і справність захисного кожуха затискного патрона, захисного екрана, запобіжних пристроїв захисту від стружки, охолодних рідин;

- відрегулювати місцеве висвітлення так, щоб робоча зона була досить освітлена, і світло не зліпило ока;

- перевірити кріплення й міцність спеціальних огорожень, що забезпечують безпеку й зручність обслуговування по всій окружності столів (планшайб) карусельних верстатів, розташованих на рівні 0.5м і вище над підлогою;

- перевірити кріплення й міцність обладнаної спеціальної площадки для безпечного спостереження за зоною обробки внутрішніх поверхонь великогабаритних деталей на карусельних верстатах;

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зручного відкидного пристрою, що обгороджує планшайбу токарно-лобового верстата з боку робочого місця;
- міцних щитів (настилів) на прямках і токарно-лобових верстатах при установці деталей;
- перевірити змащення верстата. При змащенні варто користуватися тільки спеціальними пристосуваннями;
- перевірити на холостому ходу верстата:
 - а) справність органів керування;
 - б) справність системи змащення й охолодження;
 - в) справність фіксації важелів включення й перемикачів;
 - г) спрацювання захисту - патрон повинен зупинитися при відкинутому кожусі, верстат не повинен включитися, поки кожух не буде поставлений у вихідне положення.

7.8.2 Токареві **забороняється**:

- працювати в тапочках, сандаліях, босоніжках і т.п.;
- застосовувати несправні й неправильно заточені різальні інструмент і пристосування;
- доторкатися до струмоведучих частин електроустаткування, відкривати дверцята електрошаф. У випадки необхідності варто звертатися до електромонтера.

7.8.3 Про всі виявлені несправності встаткування, пристроїв, пристосувань, інструмента, засобів захисту й т.п. повідомити майстрові.

5.5 Вимоги охорони праці під час роботи

7.9.1 При закріпленні деталі в кулачковому патроні або використанні планшайб варто захоплювати деталь кулачками на можливо більшу довжину. Не допускати, щоб після закріплення деталі кулачки виступили з патрона або планшайби за межі їхнього зовнішнього діаметра. Якщо кулачки виступають, замінити патрон або встановити спеціальне огороження.

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.9.2 При установці (нагвинчуванні) патрона або планшайби на шпіндель підкладати під них на верстат дерев'яні прокладки з виїмкою за формою (планшайби).

7.9.3 При кріпленні деталей використати тільки спеціальні прокладки, несправні планки й кубарі не застосовувати;

7.9.4 Установку інструмента робити тільки при виключеному шпинделі;

7.9.5 Не згвинчувати патрон (планшайбу) раптовим гальмуванням шпинделя. Згвинчування патрона (планшайби) ударами кулачків об підставку допускається тільки при ручному обертанні патрона; у цьому випадку варто застосовувати підставки з довгими ручками (для втримання рукою);

7.9.6 Надійно й жорстко закріплювати деталь на верстаті незалежно від її розміру й маси;

7.9.7 Після закріплення деталі в патроні вийняти торцевий ключ;

7.9.8 При використанні гідравлічних, пневматичних і електромагнітних пристосувань для закріплення деталей, ретельно оберігати від механічних ушкоджень трубки подачі повітря й рідини, а також електропроводку;

7.9.9 Під час роботи токар зобов'язаний:

7.9.9.1 Установлювати й знімати важкі деталі з верстата тільки за допомогою вантажопідйомних пристроїв і спеціальних загарбних пристосувань;

7.9.9.2 Не опиратися на верстат під час його роботи й не дозволяти робити це іншим;

7.9.9.3 Подані на обробку й оброблені деталі укладати стійко на підкладках;

7.9.9.4 Для обробки тендітних і курних матеріалів використати пилестружкоприймач.

7.9.9.5 При виникненні вібрації зупинити верстат, перевірити кріплення заготівлі, різального інструменту й пристосувань, вжити заходів до усунення вібрації;

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.9.9.6 Включати спочатку обертання шпинделя, а потім подачу; при цьому оброблювану деталь варто привести в обертання до зіткнення її з різцем, врізання робити плавно, без ударів;

7.9.9.7 Перед зупинкою верстата спочатку виключити подачу, відвести різальний інструмент від деталі а потім виключити обертання шпинделя;

7.9.9.8 Різцеву головку відводити на безпечну відстань при виконанні наступних операцій: центруванні деталей на верстаті, зачищенні, шліфуванні деталей наждаковим полотном, обпилюванні, шабруванні, вимірі деталей, а при зміні патрона й деталі відсувати подальше також задній центр (задню бабку);

7.9.9.9 При обробці деталей з металів стрічкову стружку, користуватися стружкоподрібнювачем;

7.9.10 Остерігатися намотування стружки на оброблювану деталь або різець і не направляти кучеряву стружку на себе;

7.9.9.11 При обробці грузлих матеріалів використати різець із канавкою, що дробить стружку;

7.9.9.12 Для видалення стружки з верстата використати спеціальні гачки й щітки-кмітливості. Не допускати прибиральникові до збирання у верстата під час його роботи;

7.9.9.13 Зупинити верстат і виключити електроустаткування в наступних випадках:

- А) ідучи від верстата навіть на короткий час;
- Б) при тимчасовому припиненні роботи;
- В) при перерві в подачі електроенергії;
- Г) при збиранні, змащенні, чищенні верстата;
- Д) при виявленні якої-небудь несправності, що грозить небезпекою;
- Е) при підтягуванні болтів, гайок і інших кріпильних деталей;

7.9.9.14 У кулачковому патроні без підпори задньої бабки можна закріплювати тільки короткі, довжиною не більше двох діаметрів,

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

урівноважені деталі; в інших випадках для підпори варто користуватися задньою бабкою;

7.9.9.15 При обробці в центрах деталей, рівним 12 діаметром і більше, а також при швидкісному й силовому різанні деталей, рівним 8 діаметрам і більше, застосовувати додаткові опори (люнет);

7.9.9.16 При роботі з більшими швидкостями застосовувати обертовий центр, прикладений до верстата;

7.9.9.17 Оброблювану поверхню розташовувати якнайближче до опорного або затискного пристосування;

7.9.9.18 При обточуванні довгих деталей стежити за центром задньої бабки: періодично центр варто змазувати й перевіряти осьовий затискач;

7.9.9.19 Стежити за правильною установкою різця й не підкладати під нього різні шматки металу, використати підкладки, рівні площі різця;

7.9.9.20 Різець кріпити не менш чим трьома болтами так, щоб виліт його був мінімальним і не перевищував більш ніж в 1,5 рази висоту державки різця;

7.9.9.21 При нарізуванні різьблення використати пристрій для автоматичного відводу різця

7.9.9.22 При підводці різця в оправленню або планшайбі дотримувати обережності й уникати надмірно глибокої подачі різця;

7.9.9.23 При надяганні планшайби на кінець шпинделя очистити її від стружки й забруднення;

7.9.9.24 При роботі на багатопозиційних напівавтоматах і агрегатних верстатах, що працюють по автоматичному циклі, установку й знімання деталей робити тільки на завантажувальній позиції;

7.9.9.25 При установці, знятті й вимірі деталі в патроні або цанзі відведену револьверну головку ставити так, щоб оправлення з різальним інструментом не були на одній осі з оброблюваною деталлю.

7.9.10 Під час роботи на верстаті токареві забороняється:

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.9.10.1 Працювати на верстаті в рукавицях або рукавичках, а також із забинтованими пальцями без гумових напальчників;

7.9.10.2 Видаляти стружку безпосередньо руками й інструментом;

7.9.10.3 Обдувати стисненим повітрям зі шланга оброблювану деталь;

7.9.10.4 Користуватися місцевим висвітленням напругою вище 42У;

7.9.10.5 Брати й подавати через працюючий верстат які-небудь предмети, підтягувати гайки болти й інші сполучні деталі верстата;

7.9.10.6 Доторкатися руками або одягом до оброблюваної деталі;

7.9.10.7 Гальмувати обертання шпинделя натиском руки на обертіві частини верстата або деталі;

7.9.10.8 На ходу верстата робити виміри, перевіряти рукою чистоту поверхні оброблюваної деталі, шліфування шкуркою або абразивом;

7.9.10.9 Відкривати або знімати огороження й запобіжні пристрої;

7.9.10.10 Перебувати між деталлю й верстатом при установці деталі вантажопідйомним краном;

7.9.11 Забороняється заточувати короткі різці без відповідного оправлення.

7.9.12 Користуватися затискними патронами, якщо зношені робочі площини кулачків.

7.9.13 При відрізання важких частин деталі або заготівель притримувати відрізаємий кінець руками.

7.9.14 Застосовувати центр зі зношеними або забитими конусами. Розміри токарських центрів повинні відповідати отворам оброблюваної деталей.

7.9.15 Залишати ключі, пристосування й інші інструменти на працюючому верстаті.

7.9.16 Працювати на верстаті без закріплення патрона сухарями, що запобігають самовідгвинчування при реверсі.

7.9.17 Залишати в револьверній головці інструмент, не використовуваний при обробці даної деталі.

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.9.18 Про всі виявлені несправності встаткування, пристроїв, пристосувань, інструмента, засобів захисту й т.п. повідомити старшому майстрові.

7.10 Вимоги охорони праці після закінчення роботи

7.10.1 Виключити верстат і відключити його електроживлення.

7.10.2 Упорядкувати робоче місце, забрати повністю наявні патьоки СОЖ. Звільнити проходи до верстата. Забрати з верстата стружку, інструмент, пристосування, очистити верстат і змазати його. Чищення й змащення верстата до його повної зупинки заборонені.

7.10.3 Не застосовуйте стиснене повітря для обдування заготівель, виробів устаткування й одягу.

7.10.4 Забрати інструмент у відведене для цієї мети місце. Дотримуйте чистоти й порядок в інструментальній тумбочці.

7.10.5 Укладайте деталі так, щоб вони не захарашували робоче місце, не могли впасти й заподіяти травму.

7.10.6 Здати верстат змінникові або майстрові й повідомити про всі несправності верстата.

7.10.7 Зняти спецодяг і повісити її в шафу, вимити особа й руки теплою водою з милом або прийняти душ.

7.11 Вимоги охорони праці при виникненні аварійних ситуацій

7.11.1 У випадку появи аварійної ситуації, небезпеки для свого здоров'я або здоров'я людей варто відключити верстат, покинути небезпечну зону й повідомити про небезпеці безпосередньому керівникові.

7.11.2 При захвату під час роботи в механізм, що рухається, якого-небудь предмета витягати його на ходу забороняється. Негайно зупините механізм і повільно, вручну обертаючи деталі механізму, звільните затягнутий предмет.

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.11.3 У випадку виявлення порушення ізоляції електропроводів, відкритих струмоведучих частин електроустаткування або порушення заземлення негайно відключите встаткування й сповістите про це своєму начальникові для усунення несправностей.

7.11.4 При роботі з вогненебезпечними матеріалами дотримуйте протипожежних вимог і забезпечте на робочому місці засобу гасіння пожежі (пісок, воду, вогнегасники й т.п.).

7.11.5 У випадку загоряння замасленого дрантя, устаткування або виникнення пожежі необхідно негайно відключити електроживлення верстата, повідомити про те що сталося адміністрацію й іншим працівникам цеху й приступитися до ліквідації вогнища загоряння протипожежними засобами, що мають на ділянці. **При пожежі телефонуєте 101.**

7.11.6 Електропроводку, електроустаткування гасите вуглекислотними вогнегасниками. Палаючі масла й інші рідини гасите піском, пінними вогнегасниками.

7.11.7 При загорянні одягу не допускайте швидких рухів. одяг, Що Зайнявся, щільно закрийте азбестовою ковдрою.

7.11.8 Про будь-який нещасний випадок, що виник з Вами, або поруч працюючими, негайно сповістите свого майстра, а при необхідності надайте потерпілому першу допомогу.

					4261.08.КРБ.07.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Магістерська робота на тему ««Проектування технології виготовлення вал-шестерні роликового транспортера ($m = 6$ мм, $z = 49$; $d = 342$ мм, $L = 1405$ мм)» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД. Вал шестерня виготовлений зі сталі 35 ДСТУ 7809:2015, являє собою циліндричну деталь зі східчастим наскрізним отвором, з високою точністю обробки поверхонь. У цілому конструкція деталі технологічна для серійного виробництва і допускає різні методи обробки. Для глибокого свердління необхідно застосовувати спеціальне обладнання і спеціальне пристосування, інструмент. В кваліфікаційній роботі надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, керуючу програму, а також розглянуті питання використання інструменту для глибокого свердління. В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: розрахунок свердла для обробки глибоких отворів, опис і розрахунок установочно-затискного пристосування для свердління отворів, опис і принцип дії скоби універсальної.

Спроектована ділянка з виготовлення деталі та розраховані її техніко-економічні показники і доцільність її проектування. Наведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які впливають на виробничий персонал ділянки, розрахунок вентиляційної системи ділянки, ергономіка й організація робочого місця свердлувальника. Розроблено аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля та розглянуті заходи з охорони навколишнього середовища.

Література

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування Проектування та виробництво заготовок. - Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. - Навчальний посібник. – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. – Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
5. Довідник технолога-машинобудівника. в 2-х т. /Під заг.ред. А.Г.Косилової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., переробл. і доп. – Київ, Техніка, 1990. -
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
7. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. - Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
8. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування. – Підручник для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи». – Житомир, Держ.університет «Житомирська політехніка», 2009. –
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. Під заг.ред. А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.

10. Паливода Ю.Є., Дячун А.Е., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки. – Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: Тернопільський нац.техн.університет ім. Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

11. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг.редк.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.

12. Руденко П.О., Харламов Ю.А. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – Навчальний посібник. Під ред. В.М.Плескача. – Київ, Вища школа, 1991. – 247 с.

13. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Навчальний посібник для машинобудівних спец.вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.

14. Соловйов С.М., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Бобошко В.О., Козленко О.О. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навчальний посібник . Під заг.ред. проф. С.М.Соловйова. – Миколаїв, НУК, 2016. – 172 с.

15. Технологія машинобудівних підприємств. - Підручник /В.Л.Дикань, Ю.Є.Калабухін, Н./Каличева та ін. За заг.ред. В.Л.Диканя. – Харків, УкрДЧЗТ, 2020. – 386 с.

16. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. – Навчальний посібник/І.І.Юрчишин, Я.М.Литвиняк, І.Е.Грицай, М.Л.Кухляк, Я.М.Кусій, В.В.Ступницький, В.А.Яцюк, А.М.Кук, Е.М.Махоркін, В.П.Свізінський. За заг.ред.І.І.Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

17. Ткаченко І.Г., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є. Технологія машинобудування: Вступ до спеціальності. – Навчальний посібник. – Тернопіль, Тернопільський нац.тех.університет ім.Івана Пулюя, 2013. – 84 с.
18. Ткачук К.Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – ДО, Техніка, 1991.
19. Тубальцев А.М. Виробниче освітлення та його розрахунок. – навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2001. – 84 с.
20. Хлопенко Б.К., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Козленко О.О. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей. – Навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2003. – 56 с.
21. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування. – Навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.
22. GEAR WHEEL PRODUCTION TRENDS, LMT-Tools.com / LMT Tool Sytems// підрозділ по нарізанню зубчастих колес, Шварценбек – Німеччина