

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри ММіР
к.т.н., доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
« ____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:
**«Розробка технології виготовлення деталі
Шестерня ведуча НШ32А-3-04»**

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 КР

Виконав здобувач вищої освіти 3ск
курсу групи ПМ(ТМ)-21-3СК
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Микола ПЕРЕВАЛОВ

Керівник роботи к.т.н., доцент
_____ Іван ВАЛЯВСЬКИЙ

Рецензент:

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
РОЗДІЛ 1	Іван ВАЛЯВСЬКИЙ		
РОЗДІЛ 2	Іван ВАЛЯВСЬКИЙ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	Квітень 2024	вик.
2	РОЗДІЛ 1	Квітень 2024	вик.
3	РОЗДІЛ 2	Квітень-травень 2024	вик.
4	Висновки	Травень 2024	вик.
5	Графічна частина та оформлення	Червень 2024	вик.

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи _____ Іван ВАЛЯВСЬКИЙ
(підпис)

Завдання прийнято до виконання « ____ » _____ 2024 р.

Здобувач вищої освіти _____ Микола ПЕРЕВАЛОВ
(підпис)

Анотація

Микола ПЕРЕВАЛОВ. Розробка технології виготовлення деталі Шестерня ведуча НШ32А-3-04. Кваліфікаційна робота для освітнього ступеня «бакалавр», прикладна механіка: ЦНТУ, м. Кропивницький, 2024. - 42 с. Матеріали презентації - 4 слайди.

Метою роботи є раціоналізація технологічного процесу обробки деталі «Шестерня ведуча НШ32А-3-04».

В роботі виконано аналіз точності і технологічності деталі, аналіз матеріалу деталі та вибрано метод отримання заготовки. Проаналізовано базовий технологічний процес та визначені його недоліки, розроблено маршрут виготовлення деталі. Вибрані технологічні бази. Розроблено структуру та зміст технологічних операцій, вибрано обладнання для їх здійснення. Вибрано затискні і вимірювальні пристрої, різальний інструмент. Розраховано припуски та операційні розміри. Розраховано режими різання для обробки на токарно-копіювальному верстаті. Виконано технічне нормування операцій.

Актуальність: удосконалений технологічний процес дозволяє отримати більш якісну обробку поверхонь профіля зубців.

Практичне значення: виконано раціоналізацію базового технологічного процесу обробки деталі Шестерня ведуча НШ32А-3-04, в результаті якої зменшився штучний час виготовлення деталі та підвищилась якість обробки поверхонь.

Ключові слова: технологічний процес, шестерня, вал-шестерня, штучний час

Annotation

Mykola PEREVALOV. Development of the manufacturing technology of the part Driving gear NSh32A-3-04. Bachelor's thesis: CNTU, 2024 - 42 p. Presentation materials 4 il.

The purpose of this work is to optimize the technological process for machining the part "Driving Gear NSh32A-3-04".

The work includes an analysis of the accuracy and manufacturability of the part, an analysis of the material, and the selection of the method for obtaining the blank. The basic technological process is analyzed, its shortcomings identified, and a manufacturing route for the part is developed. Technological bases are selected. The structure and content of the technological operations are developed, and the equipment for their implementation is chosen. Clamping and measuring devices, as well as cutting tools, are selected. Allowances and operational dimensions are calculated. Cutting modes for machining on a lathe-copying machine are calculated. Technical standardization of the operations is carried out.

Relevance: the improved technological process allows for higher quality surface machining of the gear teeth profile.

Practical value: the optimization of the basic technological process for machining the part "Driving Gear NSh32A-3-04" has resulted in reduced manufacturing time and improved surface machining quality.

Keywords: technological process, gear, gear shaft, manufacturing time

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра «Машинобудування, мехатроніки і робототехніки»

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на тему:**

**«Розробка технології виготовлення деталі
Шестерня ведуча НШЗ2А-3-04»**

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Виконав здобувач вищої освіти 3ск
курсу групи ПМ(ТМ)-21-3СК
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг
технологій, робототехніка і 3D-друк»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Микола ПЕРЕВАЛОВ

Керівник роботи к.т.н., доцент

_____ Іван ВАЛЯВСЬКИЙ

Зміст

ВСТУП	9
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	10
1.1 Характеристика вузла та деталей	10
1.2 Службове призначення деталі шестерня ведуча	11
1.3 Аналіз точності і технологічності деталі та технічних умов на її виготовлення	11
1.4 Аналіз матеріалу деталі і вибір заготовки	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1 Аналіз базового технологічного процесу	18
2.2 Розробка маршрутів виготовлення деталі	20
2.3 Вибір технологічних баз.....	22
2.4 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір обладнання для їх здійснення	24
2.5 Вибір затискних пристроїв	30
2.6 Вибір різальних інструментів	32
2.7 Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів	32
2.8 Розрахунок припусків і операційних розмірів	32
2.9 Розрахунок режимів різання	36
2.10 Технічне нормування операцій	39
ВИСНОВКИ	41
Література	42

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Перевалов М.В.			Пояснювальна записка
Перевірів		Валявський І.А.			Літера
Реценз.					Аркуш
Н. контр.					8
Затв.		Гречка А.І.			Аркушіє
					42
					ЦНТУ гр. ПМ(ТМ)-21-ЗСК

ВСТУП

Машинобудівна галузь відіграє ключову роль у подальшому економічному зростанні держави, забезпечуючи матеріальну основу для технічного прогресу в інших секторах національної економіки. Нині машинобудування є потужною базою, що виробляє більше чверті всієї промислової продукції країни. Передбачається випереджальний розвиток машинобудування та металообробки в умовах зростаючого дефіциту енергетичних ресурсів і металу, паралельно зі збільшенням випуску машинобудівної продукції та прогресивними тенденціями як до розширення номенклатури виробів, так і оновлення її структури.

Продукція машинобудування швидко морально застаріває, а для впровадження нових виробів на кожну тисячу деталей необхідно розробити понад 1500 різних видів технічної документації. Це вимагає подальшого підвищення науково-технічного рівня та якості виробів, постійного вдосконалення технологій, методів організації та управління виробничими процесами.

Машинобудування відіграє провідну роль у прискоренні науково-технічного прогресу, і його необхідно в стислі терміни підняти на вищий технічний рівень. У зв'язку з цим нагальним завданням є розробка та масове використання сучасних систем автоматизованого проектування (САПР). Основною метою машинобудування є оновлення виробництва, підвищення якісних характеристик машин та обладнання, а також вдосконалення робочих місць.

Метою даної кваліфікаційної роботи є раціоналізація технологічного процесу обробки деталі «Шестерня ведуча НШ32А-3-04».

					<i>КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика вузла та деталей

Насос шестеренний НШ32А-3-04 використовується в сільськогосподарській та промисловій мобільній техніці. Технічна характеристика насоса шестеренного НШ32А-3-04 наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика насоса шестеренного НШ32А-3-04

Найменування параметру	Норма для типорозміру
Номінальний робочий об'єм, см ³	32
Тиск на виході, МПа (номінальний / максимальний)	16 / 21
Тиск на вході, МПа (номінальний / максимальний)	0,08 / 0,15
Частота обертання, с ⁻¹ (номінальна / мінімальна / максимальна)	40 / 8,3 / 50
Номінальна об'ємна подача, л/хв, не менше	68,6
Коефіцієнт подачі, не менше	0,94
Загальний ККД, не менше	0,83
Номінальна потужність, кВт, не більше	26,6
Маса, кг, не більше	7,0
Габаритні розміри, мм	185×146×159
Температура зовнішнього середовища, °С (мінімальна / максимальна)	- 60 / + 50
Характеристика робочої рідини: 1) кінематична в'язкість, мм ² /с (номінальна / мінімальна / короткочасно, при запуску, не більше) 2) температура, °С (мінімальна / максимальна)	55...70 / 15 / 1000 0 / + 80

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

10

Насос має торцеву та радіальну компенсацію зазорів, які в поєднанні з обмеженою зоною високого тиску забезпечують надійну роботу на малов'язких робочих рідинах при збереженні високого ККД.

Робоча рідина в шестеренному насосі нагнітається за допомогою ведучої 2 (рисунок 1.1) та веденої 3 шестерень, розташованих в розточках корпусу 1. Шестерні розташовуються між металофторопластовими втулками 5, 6, 7, 8, які виконують роль підшипників і одночасно є компенсаторами зазорів. Компенсатори ущільнюються в розточках корпусу 1 та кришки 2 за допомогою манжет 9 та 10. Ведучий вал ущільнюється манжетною 11, яка фіксується в кришці 2 за рахунок натягу по діаметру. Кришка приєднується до корпусу болтами 12, під якими встановлені пружинні шайби 13. Герметичність по площині роз'єму корпус-кришка досягається установкою гумового кільця 14.

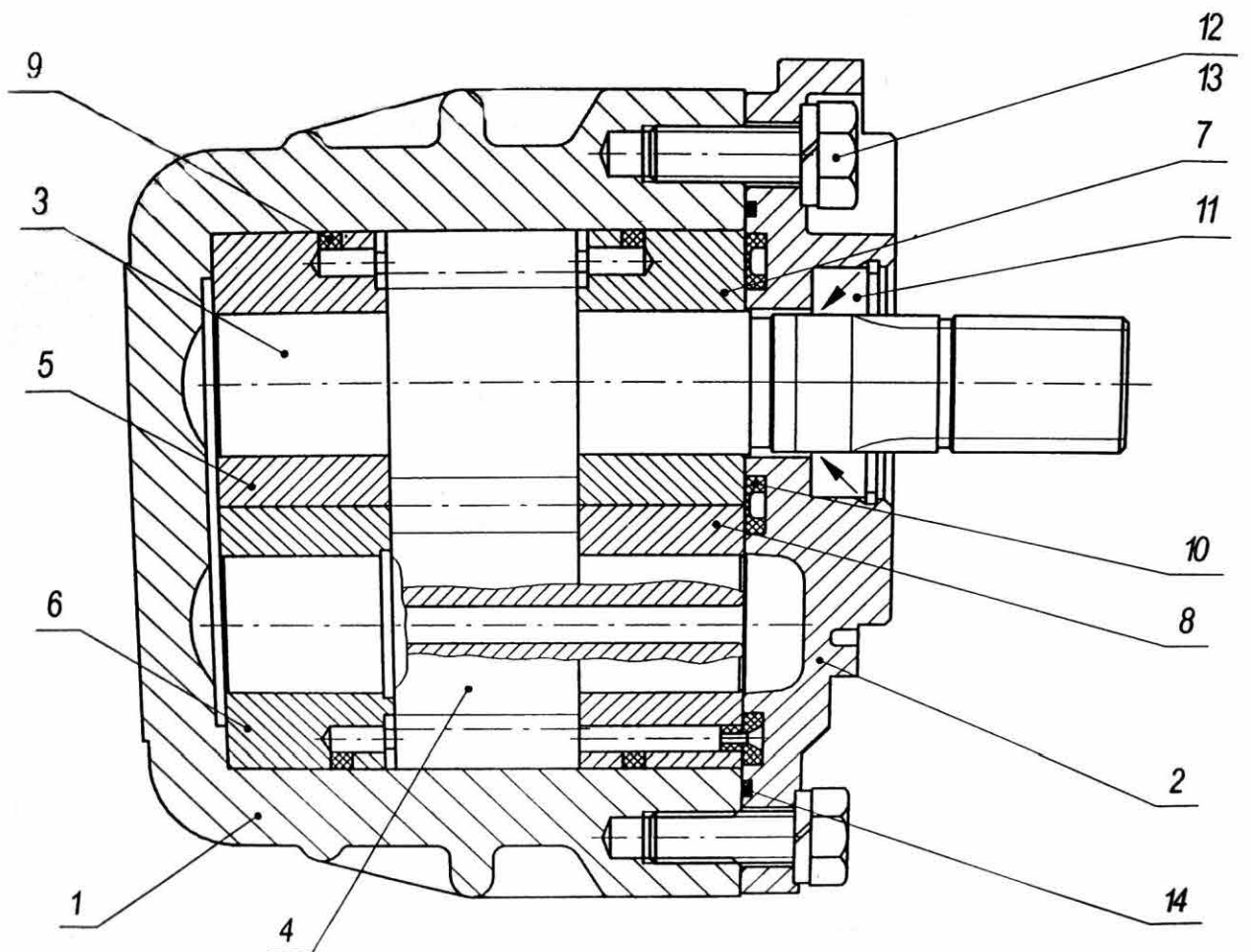


Рисунок 1.1 – Конструкція насоса шестеренного НП32А-3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

11

1.2 Службове призначення деталі шестерня ведуча

Шестерня ведуча НШ32А-3-04 разом із шестернею веденою утворюють хитаючий вузол насоса шестеренного. Для передачі крутного моменту від двигуна на приводному валу нарізані шліци. Шийки шестерні $\varnothing 26f8$ призначені для базування деталі на підшипники ковзання і мають високі параметри точності та шорсткості. Сальникова частина валу $\varnothing 25e9$ має велику шорсткість для забезпечення щільного спряження деталі та гумової манжети.

Вимоги точності коректні і відповідають діючим стандартам. Метод простановлення розмірів – комбінований. Твердість та місця маркування визначені додатковими технічними умовами.

1.3 Аналіз точності і технологічності деталі та технічних умов на її виготовлення

Деталь (рисунок 1.2) має багато нетехнологічних елементів. Наприклад, це зубчатий вінець. Для виготовлення деталі необхідно використовувати заготовку з зубчатим вінцем, отриманим методами пластичного деформування. Це значно зменшить трудомісткість обробки. Конфігурація деталі ускладнює використання прохідних різців. Торці зубчатого колеса шліфуються з піднутрінням, що викликане необхідністю зменшити до мінімуму витоки мастила крізь торцеві зазори між шестернею та втулкою під час роботи насоса. Обробка шліців також є достатньо трудомісткою. Жорсткість вала є достатньою для отримання розмірів високої точності.

Деталь є достатньо складною, з високими вимогами по точності і особливо, по шорсткості. Шийки шестерні $\varnothing 26f8$ та торці зубчатого вінця 34h8 мають параметр шорсткості $R_a 0.16$. Сальникова ділянка приводного вала, яка контактує з ущільнювачем та шліцевий вал мають розмір $\varnothing 25e9$ та параметри шорсткості $R_a 0.32$ та $R_a 1.25$ відповідно. Зубчатий вінець $\varnothing 55f7$; $R_a 1.25$.

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шорсткість поверхні зубців складає $R_a 2.5$. Перераховані поверхні є найбільш складними та вимагають використання шліфувальних та суперфінішних верстатів. Інші поверхні оброблюються за 11-14 квалітетами і мають параметри шорсткості $R_a 3.2-12.5$ що можна досягти лезовою обробкою.

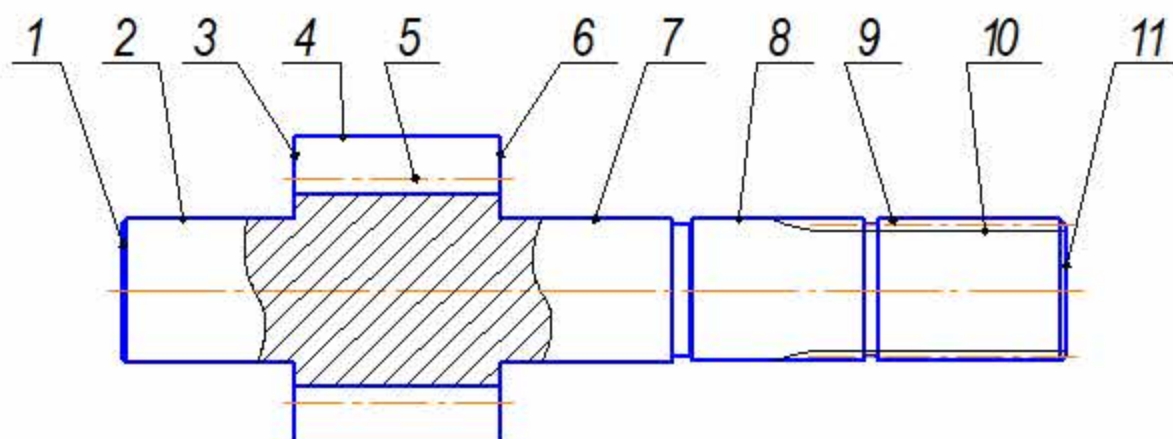


Рисунок 1.2 – Ескіз деталі шестерня ведуча НШ32А-3-04

Деталь базується по осі за допомогою центрових отворів. Це технологічно.

Обробка деталі виконується на агрегатних, спеціальних верстатах, що є нетехнологічним.

Взагалі деталь можна вважати нетехнологічною.

Дані аналізу приведено в таблиці 2.2.

Технічні умови на виготовлення деталі:

1. Маса заготовки 1,65 кг, не більше.
2. Цементувати $h 0,7 \dots 1,3$ мм, 57...63 HRC; серцевина 25...45 HRC.
3. Допускається виготовлення із сталі 25ХГТ ДСТУ 7806:2015.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

13

Таблиця 1.2 – Аналіз точності параметрів деталі шестерня
ведуча НШ32А-3-04

№ поверхні	Назва поверхні	Розміри з відхиленнями, задані на кресленні	Точність поверхні (квалітет)	Допуск на розташування, мм	Допуск форми, мм	Шорсткість поверхні, мкм
1, 11	Торці шестерні	165 _(-0,3)	h14	В межах допуску на розмір	В межах допуску на розмір	12,5
2,7	ЗЦП	Ø26 _(^{-0,055}_{-0,070})	f8			0,16
3,6	Торці зубчастого вінця	34 _(-0,04)	h8			0,16
4	Зовнішній діаметр вінця	Ø55 _(^{-0,02}_{-0,05})	f7		В межах допуску на розмір	1,25
5	Ділильний діаметр вінця	Ø39,7 _(-0,34)	h13	В межах допуску на розмір	В межах допуску на розмір	2,5
8	Сальникова шийка	Ø25 _(^{-0,040}_{-0,092})	e9	В межах допуску на розмір	В межах допуску на розмір	0,32
9	Шліцева поверхня	Ø25 _(^{-0,040}_{-0,092})	e9	В межах допуску на розмір	В межах допуску на розмір	1,25
10	Шліци	Ø20,1 _(-0,700)	h14	В межах допуску на розмір	В межах допуску на розмір	3,2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

14

4. Гострі кромки по профілю евольвенти та западини зубця заокруглити $R_{0,05} \dots 0,15$ мм.

5. Допускається неплосцинність поверхонь И та К з вогнутістю в тіло шестерні 0,012мм, не більше, та випуклістю 0,005мм, не більше.

6. Допускається заниження розміра Н до 4,75мм на двох шліцях в місці змикання інструмента.

7. Допускається заниження розміра Л до $\varnothing 25,90$ мм.

8. Невказані граничні відхилення розмірів: $h_{14}; \pm(t/2)$.

Аналізуємо деталь на технологічність. Обробка деталі напрохід не можлива через великі перепади діаметрів. Забезпечується вільний доступ інструменту до оброблюваних поверхонь. Є два центрові отвори, розташовані на торцях шестерні. На деталі є фаски, призначенні для полегшення процесу збирання, та кільцеві канавки для виходу шліфувальних кругів. Жорсткість деталі достатня для обробки в центрах без підтримуючого лонета. Неможливо обробляти деталь на підвищених режимах різання.

1.4 Аналіз матеріалу деталі і вибір заготовки

Деталь шестерня ведуча відноситься до класу валів. Виготовляється із сталі 18ХГТ. Допускається виготовлення із сталі 25ХГТ. Клас точності виготовлення поковки – Т5. Група сталі поковки – М2. Ступінь складності поковки – С2. Характеристики матеріалу та його хімічний склад наведено в таблицях 1.3 і 1.4.

В базовому технологічному процесі метод отримання заготовки – об'ємна штамповка, який має переваги перед іншими методами, наприклад, перед ковкою. Об'ємною штамповкою можна отримувати заготовки складної форми з високою якістю поверхонь (параметр шорсткості $R_z 80 \dots 20$), з невеликими припусками. Цей метод є дуже продуктивним.

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Механічні властивості матеріалу деталі

Марка матеріалу	σ_b , МПа	Q_T , МПа	Твердість, НВ
18ХГТ	70	80	229

Таблиця 1.4 – Хімічний склад матеріалу деталі

Марка матеріалу	Склад елементів, %				
	C	Si	Mn	Cr	Ti
18ХГТ	0,18-0,23	0,06-0,12	0,8-1,1	1,0	0,06-0,12

Заготовки піддають термічній обробці – відпалу, метою якої є усунення дефектів (результати нагріву та обробки тиском), зниження твердості, усунення остаточних напружень, покращення оброблюваності різанням, а також підготовка структури матеріалу для кінцевої термічної обробки після обробки різанням.

Деталь очищують від окалини на дробоструйних апаратах. Це виконується для підвищення терміну використання ріжучого інструменту при обробці поковок, а також для полегшення контролю якості.

Після лезової обробки деталь піддають кінцевій термічній обробці – дифузійному насиченню неметалами. Цементування виконується на глибину $h = 1,1 \dots 1,35$ мм; твердість поверхні 57...63 HRC, серцевина 25...45 HRC.

Розраховуємо вартість отримання заготовки методом об'ємної штамповки. Характеристики заготовки наведені в таблиці 1.5.

					<i>КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5 – Характеристика заготовки

Метод	Маса деталі, кг	Маса заготовки, кг	Коефіцієнт використання матеріалу
Об'ємна штамповка	0,81	1,65	0,50

$$S_{заг} = \left(\frac{C}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_M \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{від}}{1000}$$

де:

C – базова вартість 1 т заготовок, грн.;

k_m, k_c, k_e, k_M, k_n – коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, ваги, марки матеріалу та об'єму виробництва заготовок;

Q – вага заготовки, кг;

q – вага деталі, кг;

$S_{від}$ – вартість 1 т відходів, грн.

$$S_{заг} = \left(\frac{2424}{1000} \cdot 1,65 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 1,15 \cdot 1,21 \cdot 0,8 \right) - (1,65 - 0,81) \cdot \frac{183}{1000} = 3,77$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

17

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз базового технологічного процесу

Базовий технологічний процес обробки деталі наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Базовий технологічний процес обробки деталі
шестерня ведуча НШ32А-3-04

№ операції	Найменування операції	Обладнання	T _{шт.} , хв
005	Фрезерно-центрувальна	МР-76	0,58
010	Токарно-копіювальна	СА 022Л	0,48
015	Токарно-копіювальна	СА 022Л	0,96
020	Токарно-копіювальна	СА 023	0,95
025	Токарно-копіювальна	СА 023	0,69
030	Токарно-копіювальна	СА 023	0,70
035	Зубофрезерна	5В312	2,57
040	Зубодовбальна	5122	2,97
045	Зубошевінгувальна	5702В	2,76
050	Шліцефрезерна	5350А	1,43
055	Круглошліфувальна	3А151	0,59
060	Круглошліфувальна	3А151	0,70
065	Круглошліфувальна	3М151	0,99
070	Шліфувальна	АД15-700 ЕР45	1,63
075	Шліфувальна	АД15-700 ЕР45	1,63
080	Суперфінішна	3879	0,50
085	Доводочна	020-011	0,35

В технологічному процесі застосовуються верстати автомати та напівавтомати.

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Перша операція – фрезерно-центрувальна. Використовується спеціальний автомат МР-76, який виконує обробку обидвох торців одночасно, що підвищує продуктивність.

Чорнова та чистова токарна обробка поверхонь деталі виконується на чотирьох токарних автоматах, які згруповані попарно в автоматичні лінії. Верстати мають кілька супортів, що розширює їх технологічні можливості. Диференціація операцій є ефективним методом підвищення продуктивності обробки.

Обробка зубчатого колеса складається з трьох операцій. Основний припуск знімається на зубофрезерному верстаті. Зубофрезерування – одна з найбільш трудомістких операцій технологічного процесу, підвищити продуктивність якої можна за рахунок режимів різання та збільшення кількості заходів фрези. Наступна операція – зубодовбальна (прийнята як напівчистова). Цей метод обробки дозволяє отримати високу точність профіля зуба та параметр шорсткості поверхні. Третя операція – зубошевінгування дисковим шевером – призначена для чистової обробки зубців, підвищення точності зубчатого зачеплення та параметра шорсткості поверхні профілю зубців.

Обробка шліців здійснюється на шліцефрезерному верстаті спеціальною черв'ячною фрезою, що дозволяє підвищити продуктивність. Спеціально розрахований профіль фрези дозволяє отримати високий параметр шорсткості поверхні шліців.

Чистова обробка циліндричних поверхонь деталі після термообробки виконується на круглошліфувальних верстатах, а обробка торців шестерні та опорних шийок валу – на торцекруглошліфувальних верстатах одночасно. Особливо слід відмітити розкатку центрових отворів після термообробки, оскільки вся послідовна обробка здійснюється при затиску деталі в центрах.

Для поверхонь торців шестерні та опорних шийок валу застосовують спеціальні суперфінішні верстати.

					<i>КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Серед недоліків базового технологічного процесу можна відмітити відсутність чистової обробки профіля зубців після термообробки та використання відносно низьких режимів різання.

2.2 Розробка маршрутів виготовлення деталі

Маршрут обробки деталі будують з урахуванням обраних маршрутів обробки окремих поверхонь, типу виробництва, технологічних можливостей вибраних металорізальних верстатів, технічних вимог та розмірних зв'язків на кресленні деталі.

001 Заготівельна

1. Заготовку отримуємо поковкою на ГKM

002 Транспортна

1. Транспортувати заготовки на дільницю механічної обробки.

005 Фрезерно-центрувальна

1. Фрезерувати два торці 1, 11 одночасно.
2. Сверлити центровочні отвори одночасно.

010 Токарно-копіювальна

1. Точити фаску та поверхні 2,4 начорно.
2. Підрізати торець 3 начорно.

015 Токарно-копіювальна

1. Точити поверхні 7, 8, 9 начорно.
2. Підрізати торець 3 начорно.

020 Токарно-копіювальна

1. Підрізати торці 3, 6 начисто і вирізати канавки.

025 Токарно-копіювальна

1. Точити поверхню 7 начисто і вирізати канавку.

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

030 Токарно-копіювальна

1. Точити поверхню 2 начисто і вирізати канавку.

035 Зубофрезерна

1. Фрезерувати зубці 5.

040 Зубодовбальна

1. Довбати зубці 5.

045 Зубошевінгувальна

1. Шевінгувати зубці 5.

050 Шліцефрезерна

1. Фрезерувати шліці 10.

055 Промивка

1. Промити деталь.

060 Контрольна

1. Перевірити розміри

062 Транспортна

1. Транспортувати деталь на ділянку термічної обробки.

065 Термічна

1. Цементувати деталь.

070 Дробоструйна

1. Очистити деталь.

072 Транспортна

1. Транспортувати деталь на ділянку абразивної обробки.

080 Круглошліфувальна

1. Шліфувати поверхні 4.

085 Круглошліфувальна

1. Шліфувати поверхні 8, 9.

090 Круглошліфувальна

1. Шліфувати поверхні 2 і торець 3.

					<i>КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

095 Круглошліфувальна

1. Шліфувати поверхні 7 і торець 6.

100 Очистка електрохімічна

1. Притупити гострі кромки по профілю евольвенти та западини зубців шестерні з двох сторін.

105 Промивка

1. Промити деталь.

110 Суперфінішна

1. Суперфінішувати поверхні 2, 7, 8.

115 Доводочна

1. Довести торці 3, 6 одночасно.

120 Заточна

1. Зачистити торець цапфи шестерні, зачистити заусенці в шліцах.

125 Промивка

1. Промити деталь.

130 Протирка

1. Протерти всі поверхні деталі.

135 Контрольна

1. Перевірити розміри.

140 Контрольна

1. Розділити деталі по групах селективності.

2.3 Вибір технологічних баз

Технічні вимоги, що висуюються до деталі, забезпечуються вибором раціональної схеми базування деталі під час механічної обробки.

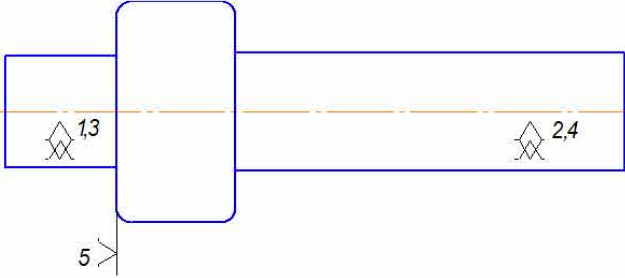
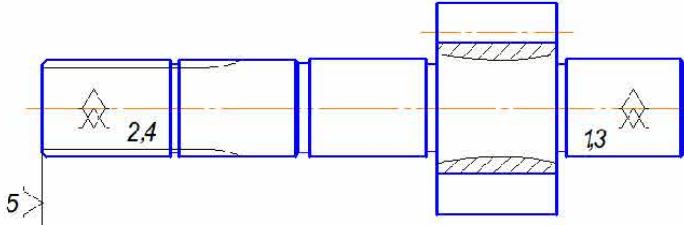
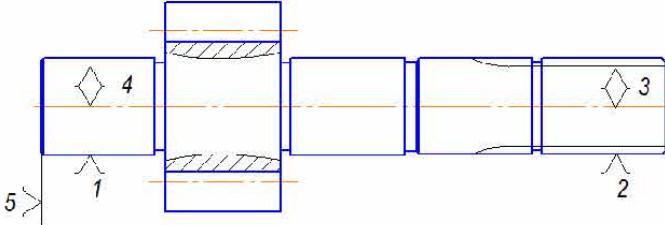
В якості чорнової бази приймемо зовнішню циліндричну поверхню заготовки та торець 4. На першій операції виконується підготовка чистової технологічної бази для всієї послідууючої механічної обробки – центрування

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталі. При токарній обробці, обробці зубців та шліців деталь базується в центрах. На операції обробки центрових отворів після термообробки деталь закріплюється в поводковому патроні за зубчасту поверхню. Кінцева абразивна обробка також здійснюється при базуванні деталі в центрах. Виняток складає суперфінішна операція, де деталь встановлюється на валки верстата.

Прийняті схеми базування приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Прийняті схеми базування

Номер операції	Ескіз базування
005	
010 - 070	
075	

2.4 Розробка структури та змісту технологічних операцій, вибір обладнання для їх здійснення

На підставі технологічного маршруту обробки деталі, маршрутів обробки окремих поверхонь та аналізу розмірів з урахуванням технічних вимог до окремих поверхонь, розробляємо структуру та зміст кожної операції з зазначенням її номера та найменування. Операції приводяться у послідовності їх виконання.

Тип та модель використовуваних металорізальних верстатів визначаємо відповідно обраному методу обробки поверхонь, їх точності та типу виробництва, враховуючи розміри заготовки.

Моделі верстатів та їх технічні характеристики для обробки деталей шестерня ведуча НШЗ2А-3-04 приведені відповідно в таблиці 10.

Таблиця 2.3 – Зміст технологічних операцій

№ та найм. опер.	Найменування та модель верстата	Ескіз обробки та схема базування	Зміст операції
1	2	3	4
0005 Фрезерно центрувальна	Фрезерно-центрувальний МР-76		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Фрезерувати два торці 1, 11, витримуючи розміри 6, 7 одночасно. 3. Центрувати торці з двох сторін, витримуючи розміри 1, 2, 3, 4, 5 одночасно. 4. Відкрипити, зняти і покласти в тару.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

24

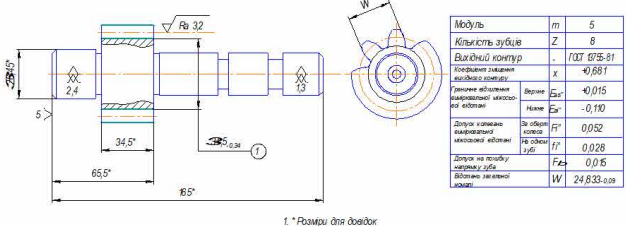
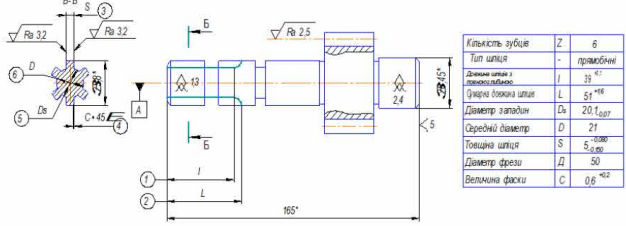
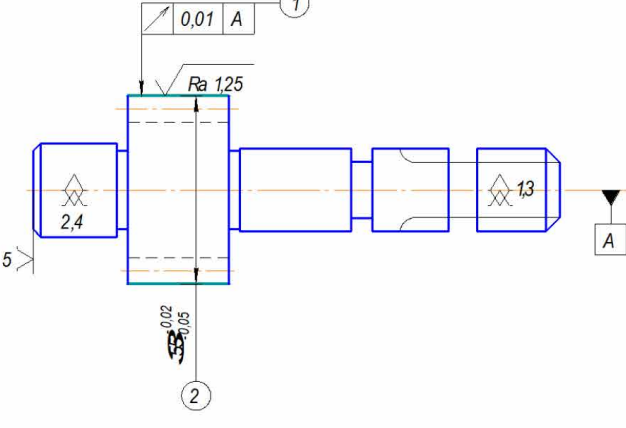
Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
0010 Токарно - копіювальна	Токарно-копіювальний автомат СА 022Л		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Точити фаску та поверхні 2,4 послідовно, витримуючи розміри 1, 4, 5, шорсткість Ra 12,5 та допуск 3, 7 3. Підрізати торець 3, витримуючи розмір б та допуск 2, шорсткість Ra 12,5 4. Відкрипити, зняти і покласти в тару.
0015 Токарно - копіювальна	Токарно-копіювальний автомат СА 023		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь. 2. Точити поверхні 7, 8, 9, витримуючи розміри 4, 5, 6, шорсткість Ra 12,5 и допуск 2 3. Підрізати торець 6, витримуючи розміри 7 та допуск 1, шорсткість Ra 12,5 4. Відкрипити, зняти і покласти в тару.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4																														
045 Зубошевінгувальна	Зубошевінгувальний 5702В	 <table border="1" data-bbox="1005 291 1181 470"> <tr><td>Модуль</td><td>m</td><td>5</td></tr> <tr><td>Кількість зубців</td><td>Z</td><td>9</td></tr> <tr><td>Відхилення контуру</td><td>-</td><td>ГОСТ 6776-81</td></tr> <tr><td>Корекція заміну</td><td>x</td><td>+0,081</td></tr> <tr><td>Висота головки</td><td>h</td><td>0,015</td></tr> <tr><td>Глибина впадини міжзубової мікроскопічної</td><td>h_ф</td><td>-0,100</td></tr> <tr><td>Допуск на ширину</td><td>F_т</td><td>0,052</td></tr> <tr><td>Допуск на товщину</td><td>F_к</td><td>0,028</td></tr> <tr><td>Допуск на товщину</td><td>F_к</td><td>0,015</td></tr> <tr><td>Відхилення</td><td>W</td><td>24,833±0,09</td></tr> </table> <p>1.* Розміри для довідки</p>	Модуль	m	5	Кількість зубців	Z	9	Відхилення контуру	-	ГОСТ 6776-81	Корекція заміну	x	+0,081	Висота головки	h	0,015	Глибина впадини міжзубової мікроскопічної	h _ф	-0,100	Допуск на ширину	F _т	0,052	Допуск на товщину	F _к	0,028	Допуск на товщину	F _к	0,015	Відхилення	W	24,833±0,09	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь 2. Шевінгувати зубці 5, витримуючи розміри за таблицею на ескізі 3. Відкрипити, зняти і покласти в тару.
Модуль	m	5																															
Кількість зубців	Z	9																															
Відхилення контуру	-	ГОСТ 6776-81																															
Корекція заміну	x	+0,081																															
Висота головки	h	0,015																															
Глибина впадини міжзубової мікроскопічної	h _ф	-0,100																															
Допуск на ширину	F _т	0,052																															
Допуск на товщину	F _к	0,028																															
Допуск на товщину	F _к	0,015																															
Відхилення	W	24,833±0,09																															
0050 Шліцефрезерна	Шліцефрезерний 5350А	 <table border="1" data-bbox="1005 862 1181 1041"> <tr><td>Кількість зубців</td><td>Z</td><td>6</td></tr> <tr><td>Тип шлиця</td><td>-</td><td>прямобічний</td></tr> <tr><td>Висота шлиця з лезом</td><td>L</td><td>39^{+0,1}</td></tr> <tr><td>Висота шлиця з лезом</td><td>L</td><td>51^{+0,1}</td></tr> <tr><td>Діаметр заготовки</td><td>D_з</td><td>20 ± 0,027</td></tr> <tr><td>Середній діаметр</td><td>D</td><td>21</td></tr> <tr><td>Товщина шлиця</td><td>S</td><td>5^{+0,02}</td></tr> <tr><td>Діаметр фрези</td><td>D</td><td>50</td></tr> <tr><td>Величина фаски</td><td>C</td><td>0,6^{+0,02}</td></tr> </table> <p>1. Розміри 1, 4, 5, 6 заготовку інструменту 2. Допускається зменшений розмір 3 до 4,75 на втуку шлиця в яку завантажують інструменту. 2.* Розмір для довідки.</p>	Кількість зубців	Z	6	Тип шлиця	-	прямобічний	Висота шлиця з лезом	L	39 ^{+0,1}	Висота шлиця з лезом	L	51 ^{+0,1}	Діаметр заготовки	D _з	20 ± 0,027	Середній діаметр	D	21	Товщина шлиця	S	5 ^{+0,02}	Діаметр фрези	D	50	Величина фаски	C	0,6 ^{+0,02}	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь 2. Фрезерувати шлиці 10, витримуючи розміри за таблицею на ескізі 3. Відкрипити, зняти і покласти в тару. 			
Кількість зубців	Z	6																															
Тип шлиця	-	прямобічний																															
Висота шлиця з лезом	L	39 ^{+0,1}																															
Висота шлиця з лезом	L	51 ^{+0,1}																															
Діаметр заготовки	D _з	20 ± 0,027																															
Середній діаметр	D	21																															
Товщина шлиця	S	5 ^{+0,02}																															
Діаметр фрези	D	50																															
Величина фаски	C	0,6 ^{+0,02}																															
0055 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3А151		<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь 2. Шліфувати поверхні 4, витримуючи розмір 2 та допуск 1, шорсткість Ra 1,25 3. Відкрипити, зняти і покласти в тару. 																														

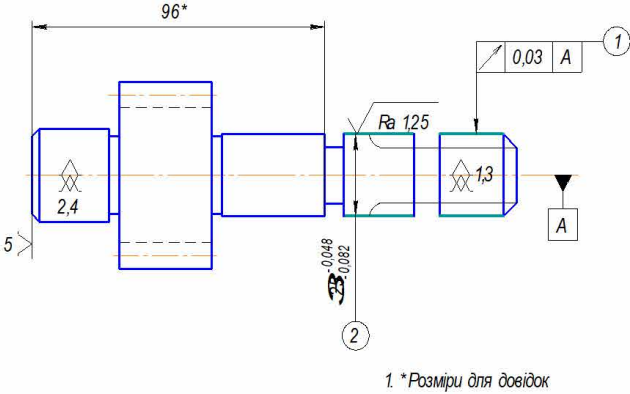
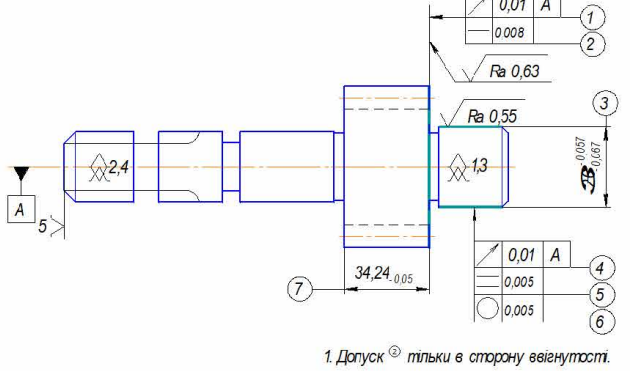
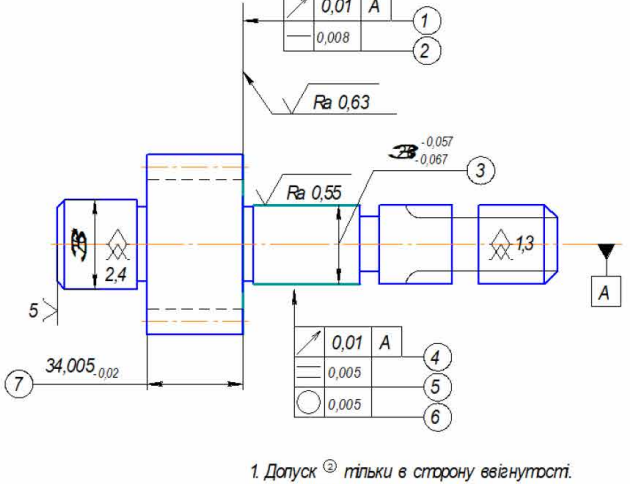
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

28

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
0060 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3A151	 <p>1. *Розміри для довідок</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь 2. Шліфувати поверхні 8, 9, витримуючи розмір 2 та допуск 1, шорсткість Ra 1,25 на двох поверхнях 3. Відкрипити, зняти і покласти в тару.
0065 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3A151	 <p>1. Допуск \ominus тільки в сторону ввігнутості.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь 2. Шліфувати поверхні 2, 3, витримуючи розмір 3, 7, та допуск 1, 2, 4, 5, 6, шорсткість Ra 0,55 та Ra 0,63 3. Відкрипити, зняти і покласти в тару.
0070 Круглошліфувальна	Шліфувальний АД15-700 EP45	 <p>1. Допуск \ominus тільки в сторону ввігнутості. 2. *Розмір для довідок.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити та закріпити деталь 2. Шліфувати поверхні 7, 6, витримуючи розмір 3, 7, та допуск 1, 2, 4, 5, 6, шорсткість Ra 0,55 та Ra 0,63 3. Відкрипити, зняти і покласти в тару

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
0075 Суперфінішна	Суперфінішний 3879		<p>1. Встановити та закріпити деталь</p> <p>2. Суперфінішувати поверхні 2, 7, 8, витримувати розміри 1, 2, 3 одночасно, шорсткість Ra 0,16 та Ra 0,32</p> <p>3. Відкрипити, зняти і покласти в тару</p>
0080 Доводочна	Доводочний 020-011	<p>1. Допуск \ominus, \oplus тільки в сторону вигнутості.</p>	<p>1. Встановити та закріпити деталь</p> <p>2. Довести торці 4, 8 одночасно, витримуючи розміри 5 та допуски 1, 2, 3, 4, шорсткість Ra 0,16</p> <p>3. Відкрипити, зняти і покласти в тару</p>

2.5 Вибір затискних пристроїв

Тип та конструктивні особливості затискних пристроїв для виконання кожної технологічної операції визначають з урахуванням обраної теоретичної схеми базування деталі та типу виробництва.

Стислі технічні характеристики пристроїв приведені в таблиці 2.4.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

30

Таблиця 2.4 – Затискні пристрої для обробки деталі
шестерня ведуча НШЗ2А-3-04

Номер операції	Найменування пристрою	Вид приводу
005	Призма ліва	Електромеханічний
005	Призма права	Електромеханічний
010	Центр передній	
010	Центр задній	Гідравлічний
015	Пристосування	Гідравлічний
015	Центр	
020	Пристосування	Гідравлічний
025	Центр передній	
025	Центр	
050	Поводок	
055	Центр	
055	Центр	
060	Центр передній	
060	Центр задній	
065	Центр передній	
065	Центр задній	
070	Центр передній 7032-4215	
070	Центр задній 7032-4214	
085	Валок ведучий 7662-4170-02	
085	Валок ведений 7662-4171-02	
090	Центр передній 7032-4293	
090	Центр задній ЗНК5	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

31

2.6 Вибір різальних інструментів

Враховуючи метод і стадію обробки, тип виробництва, фізико-хімічні характеристики матеріалів заготовок та інструменту, його міцність і стійкість, а також характер обробки обирають необхідний для кожного переходу різальний інструмент.

Для обробки деталі шестерня ведуча НШ32А-3-04 приймаємо інструмент оснащений твердим сплавом Т15К6. Зуборізний інструмент – із швидкорізальної сталі Р6М5К5.

2.7 Вибір вимірювальних пристроїв та інструментів

Засоби технічного контролю технологічних операцій обирають з урахуванням точності вимірювання, розміру та якості вимірювальної поверхні та типу виробництва.

Для контролю циліндричних поверхонь використовуються переважно калібр-скоби та калібр-пробки, а для найбільш точних поверхонь – важільні скоби з контрольними зразками. Для контролю технічних вимог використовуються спеціальні пристосування оснащені індикаторами різних типів. Для контролю шорсткості поверхонь використовується профілометр системи “М”.

2.8 Розрахунок припусків та операційних розмірів

Аналітичне визначення припусків здійснюємо для поверхні 3 – шийка вала деталі шестерня ведуча НШ32А-3-04. Для неї будуємо схему розміщення припусків та міжопераційних розмірів. На решту поверхонь деталей припуски визначаємо за довідковими таблицями. Вибрані величини припусків для деталі шестерня ведуча НШ32А-3-04 приведені в таблиці 2.5.

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 – Припуски на обробку деталі шестерня ведуча НШ32А-3-04

№ поверхні	Найменування поверхні	Найменування переходу	Припуск Z_{\min} (мм)	Технологічний допуск, мм
1,16	Торець	Фрезерування	4	0,4
2,7	Шийка вала	Точіння чорнове	1,78	0,21
		Точіння чистове	1	0,084
		Шліфування	0,21	0,021
		Суперфініш	0,005	0,009
3,6	Торець	Точіння чорнове	1,28	0,25
		Точіння чистове	1	0,1
		Шліфування	0,21	0,025
		Доводка	0,005	0,011
4	Зубчатий вінець	Точіння чорнове	1	0,3
		Точіння чистове	0,6	0,12
		Шліфування	0,4	0,03
5	Зубці	Фрезерування	9,7	0,3
		Довбання	1,3	0,074
		Шевінгування	0,12	0,03
8	Шийка вала	Точіння чорнове	2,28	0,21
		Точіння чистове	1	0,084
		Шліфування	0,21	0,021
		Суперфініш	0,005	0,009
9	Шийка вала	Точіння чорнове	2,28	0,21
		Точіння чистове	1	0,084
		Шліфування	0,21	0,021
10	Шліци	Фрезерування	2,9	0,046

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

33

Виконуємо розрахунок припусків для поверхні 2 – шийка вала. Маршрут обробки складається з чотирьох переходів: точіння чорнове, точіння чистове, шліфування та суперфінішування.

Для заготовки значення шорсткості, дефектного шару та короблення складають відповідно:

$$R_z = 0,4 \text{ мм} \quad T = 0,2 \text{ мм} \quad \Delta_k = 0,3 \text{ мм}$$

Допуск на розмір заготовки $\delta_{\text{зар}} = 2,4 \text{ мм}$.

Для точіння чорнового: $R_z = 0,08 \text{ мм} \quad T = 0,05 \text{ мм} \quad \delta_1 = 0,21 \text{ мм}$

Для точіння чистового: $R_z = 0,02 \text{ мм} \quad T = 0,025 \text{ мм} \quad \delta_2 = 0,084 \text{ мм}$

Для шліфування: $R_z = 0,008 \text{ мм} \quad T = 0,015 \text{ мм} \quad \delta_3 = 0,021 \text{ мм}$

Для суперфінішування: $R_z = 0,001 \text{ мм} \quad T = 0,005 \text{ мм} \quad \delta_4 = 0,009 \text{ мм}$

Мінімальний припуск розраховується за формулою:

$$2Z_{\text{min } i} = 2(R_z + T + \Delta_k),$$

де:

R_z – параметр шорсткості, мм;

T – товщина дефектного шару, мм;

Δ_k – просторові відхилення деталі, мм.

Значення мінімального припуску:

для точіння чорнового $2Z_{\text{min } 1} = 1,8 \text{ мм}$

для точіння чистового $2Z_{\text{min } 2} = 0,26 \text{ мм}$

для шліфування $2Z_{\text{min } 3} = 0,09 \text{ мм}$

для суперфінішування $2Z_{\text{min } 4} = 0,046 \text{ мм}$

Максимальний припуск розраховується за формулою:

$$2Z_{\text{ма}}$$

$$x = 2Z_{\text{min}} + \delta_{i-1} + \delta_i,$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

34

де:

δ_{i-1} – технологічний допуск на попередньому переході, мм;

δ_i – технологічний допуск на даному переході, мм.

Значення максимального припуску:

для точіння чорнового $2Z_{\max 1} = 4,41$ мм

для точіння чистового $2Z_{\max 2} = 0,55$ мм

для шліфування $2Z_{\max 3} = 0,2$ мм

для суперфінішування $2Z_{\max 4} = 0,076$ мм

Операційні розміри розраховуються за формулами:

$$D_{\min i-1} = D_{\max i} + 2Z_{\max i}$$

$$D_{\max i-1} = D_{\min i} + 2Z_{\min i}$$

для точіння чорнового $D_{\min 1} = 26,66$ мм

$$D_{\max 1} = 26,344$$
 мм

для точіння чистового $D_{\min 2} = 26,084$ мм

$$D_{\max 2} = 26,11$$
 мм

для шліфування $D_{\min 3} = 26,02$ мм

$$D_{\max 3} = 25,884$$
 мм

для суперфінішування $D_{\min 4} = 25,93$ мм

$$D_{\max 4} = 25,945$$
 мм

Схему розташування припусків міжопераційних розмірів та допусків обробки заданої поверхні наведено на рисунку 2.1.

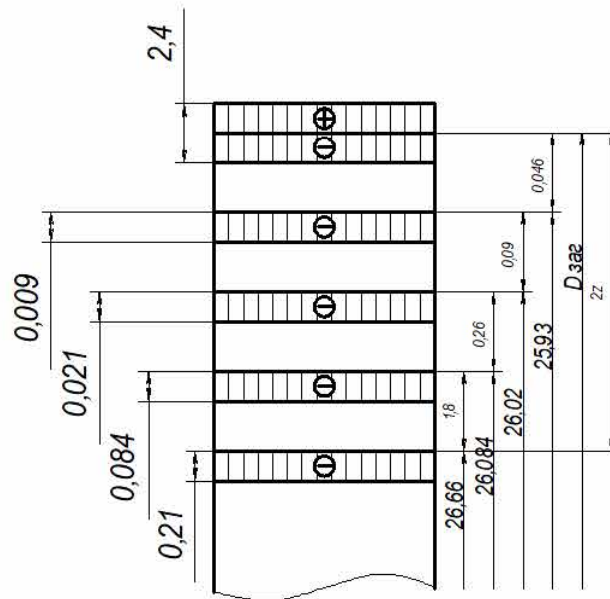


Рисунок 2.1 – Схему розташування припусків міжопераційних розмірів та допусків обробки

2.9 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання здійснюємо для технологічної операції 010 обробки деталі вал-шестерня. Деталь оброблюється на токарно-копіральному верстаті.

Глибину різання та подачу обираємо за допомогою нормативних таблиць. Швидкість різання визначається за формулою [1]:

$$v_p = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{328}{60^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,36^{0,35}} \cdot 0,896 = 153,78 \text{ м/хв}$$

де:

$C_v = 350$ – коефіцієнт;

$T = 60$ хв. – період стійкості;

$t = 3,5$ – глибина різання, мм;

$S = 0,36$ – подача, мм/об;

$m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – показники ступенів відповідно при T , t , S

[1].

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

K_v – коефіцієнт, розраховується за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

$$K_v = 0.7 \cdot 0.8 \cdot 1.6 = 0.896$$

де:

$K_{mv} = 0,7$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки;

$K_{nv} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні

$K_{uv} = 1,6$ – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструмента;

Розраховуємо розрахункові оберти шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 153}{3,14 \cdot 32} = 1522.69 \text{ об/хв,}$$

де: $D=32\text{мм}$ – діаметр заготовки;

За паспортом верстата вибираємо фактичні оберти шпинделя.

$$n_\phi = 1200 \text{ об/хв}$$

Перераховуємо швидкість різання за новими обертами:

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 1200}{1000} = 120.57 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо силу різання:

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot k = 10 \cdot 300 \cdot 3.5^1 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 160.7^{-0.15} \cdot 0.98 = 240.16 \text{ Н}$$

де $C_p=300$ – коефіцієнт;

$x=1$; $y=0,75$; $n=-0,15$ - показники степені відповідно t , s , v

Розраховуємо потужність різання:

$$N_{\text{риз}} = \frac{P_z \cdot v_\phi}{60 \cdot 102} = \frac{240.16 \cdot 120.57}{60 \cdot 102} = 4.7 \text{ кВт}$$

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний час визначаємо за формулою:

$$t_o = \frac{l+l_1+l_2}{n \cdot S} \cdot i = \frac{65.25+2+1,5}{1600 \cdot 0,4} \cdot 1 = 0,107 \text{ хв}$$

де:

l – довжина робочого ходу, мм;

n – частота обертання шпинделя, об/хв.;

S – подача, мм/об;

i – кількість проходів.

На останні операції режими різання приймаємо за табличними нормативами і зводимо їх в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Режими різання на операціях механічної обробки

Номер операції	t , мм	S , мм/об	v , м/хв	n , об/хв	$t_{шт}$, хв
005	4/6	1,6/0,05	180/22	630	0,58
010	3,5/3	0,36/0,4	63,3/107,2	560	0,48
015	4/3	0,4	63,3/107	560	0,96
020	0,5/0,6	0,1	71	800	0,95
025	0,45/1,1	0,16/0,1	72/70	900/800	0,69
030	0,45/1,5	0,16/0,07	72/60	900	0,70
035	9,7	2,17	28,2	118	2,57
040	1,3	0,39	23	305	2,97
045	0,12	23	20	50	2,76
050	2,9	1,2	56	224	1,43
055	0,4	1,2	34,6	200	0,70
060	0,23	0,012	50	160	0,99
065	0,21	0,01	18	200	1,63
070	0,21	0,01	16	200	1,63
075	0,005	600	17	300	0,55
080	0,005	0,0015	70	300	0,35

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ

Арк.

38

2.10 Технічне нормування операцій

На технологічну операцію 010 механічної обробки деталі вал-шестерня методику розрахунку норм часу викладаємо детально. На решту технологічних операцій приводимо тільки результати нормування, проведеного з використанням нормативних документів.

Операція 010 виконується на токарному-копіривальному верстаті. Розрахунок основного часу проведено в розділі розрахунків режимів різання.

$$t_{o(010)} = 0,107 \text{ хв.}$$

Розрахунок допоміжного часу:

$$t_{\partial} = t_{вст} + t_{кер} + t_{вим} = 0,08 + 0,01 + 0,07 = 0,16 \text{ хв}$$

де:

$t_{вст} = 0.08$ хв – час на встановлення та закріплення деталі;

$t_{кер} = 0.01$ – час на керування верстатом;

$t_{вим} = 0.07$ – час на контрольні виміри.

Визначаємо оперативний час:

$$T_{on} = T_{\partial} + T_o = 0,16 + 0,107 = 0,267 \text{ хв}$$

Час на організаційне обслуговування та відпочинок визначається відсотком від основного або оперативного часу.

Розрахунок часу на технічне обслуговування:

$$t_{m.o.} = 1.3 \text{ хв}$$

Розрахунок часу на організаційне обслуговування:

$$t_{o.o.} = \beta \cdot t_{on} = 0,021 \cdot 0,267 = 0,005 \text{ хв}$$

$\beta = 2,1\%$ – відсоток;

t_{on} – оперативний час.

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок часу на відпочинок:

$$t_{відп.} = \gamma \cdot t_{оп} = 0,06 \cdot 0,267 = 0,016 \text{ хв}$$

де:

$\gamma = 6\%$ – відсоток;

$t_{оп}$ – оперативний час.

Розрахунок штучного часу:

$$t_{шт.} = t_o + t_{\delta} + t_{м.о.} + t_{о.о.} + t_{відп.} = 0,107 + 0,16 + 1,3 + 0,005 + 0,016 = 1,588 \text{ хв}$$

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Деталь Шестерня ведуча НШ32А-3-04 в цілому є нетехнологічною, оскільки має багато нетехнологічних елементів. Наприклад, зубчатий вінець. Також неможлива обробка деталі напрохід.
2. В якості заготовки вибрана об'ємна штамповка зі сталі 18ХГТ. Це дуже продуктивний метод, яким можна отримувати заготовки складної форми з високою якістю поверхонь, з невеликими припусками.
3. Аналіз базового технологічного процесу виявив недоліки, серед яких можна відмітити відсутність чистової обробки профіля зубців після термообробки та використання відносно низьких режимів різання.

					<i>КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						41
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ЛІТЕРАТУРА

1. Буц Б.Д., Приходько В.Є., Ткачов Ю.В. Розрахунок режимів різання металів: навч. посіб. Д.: РВВ ДНУ, 2005. 76 с. URL: <https://files.fti.dp.ua/wp-content/uploads/tainacan-items/1746/3894/2005-calculation-of-metal-cutting-modes-2022-edition.pdf>
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження. Львів: Світ, 2001. 296 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 216 с.
4. Технологія машинобудування: посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт: навч. посібник / І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк та ін. ; за ред. І.І. Юрчишина. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2009. 528 с. URL: <https://ктеп.kiev.ua/wp-content/uploads/2019/12/YUrchishi-I.-I.-ta-in.-Tehnologiya-mashinobuduvannya.pdf>
5. Медвідь М.В., Шабайкович В.А. Теоретичні основи технології машинобудування / за ред. проф. М.В. Медвідя. Львів: Видавниче об'єднання «Вища школа», 1976. 299 с.
6. Железна А.М., Кирилович В.А. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: навчальний посібник. К.: Кондор, 2004. 796 с.
7. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. К.: Вища шк., 1993. 414 с.
8. Чумак М.Г. Матеріали та технологія машинобудування. К.: Либідь, 2000. 368 с.
9. Руденко П.О., Харламов Ю.О., Шустик О.Г. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин. К.: Вища школа, 1993. 288 с.

					КРБ.ПМ.24.83.000.00.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		