

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня
бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Верстатне та інструментальне забезпечення обробки деталі
«Вал-шестерня» 40015.15.00.001 вузла «Редуктор заднього моста»

Виконав: студент 4 курсу групи МВс-41
спеціальності _____

133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

_____ <small>(підпис)</small>	<u>Солярчик М.В.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
----------------------------------	---

Керівник _____ <small>(підпис)</small>	<u>Кобельник В.Р.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
--	--

Нормоконтроль _____ <small>(підпис)</small>	<u>Кобельник В.Р.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
---	--

Завідувач кафедри _____ <small>(підпис)</small>	<u>Кобельник В.Р.</u> <small>(прізвище та ініціали)</small>
---	--

Рецензент _____ <small>(підпис)</small>	_____ <small>(прізвище та ініціали)</small>
---	--

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Конструювання верстатів, інструментів та машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Кобельник В.Р.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня «бакалавр»
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Солярчику Михайлу Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Верстатне та інструментальне забезпечення обробки деталі
«Вал-шестерня» 40015.15.00.001 вузла «Редуктор заднього моста»

Керівник роботи Кобельник Володимир Романович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «19» 01 2022 року № 4/7-11

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2022

3. Вихідні дані до роботи Технічне креслення деталі «Корпус редуктора»

Базовий технологічний процес обробки деталі

Річна програма випуску N=21000 шт.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ 1. Характеристика об'єкту виробництва

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 2.1 Технологічний розрахунок

2.2 Верстатне забезпечення технологічної операції 2.3 Інструментальне забезпечення технологічної операції

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 3.1 Розробка кінематичної схеми верстату

3.2. Конструювання вузла верстату

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

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

Креслення деталі, креслення заготовки – 1 ф.А1

Розрахунково-технологічна карта – 1 ф.А1; Карта налагодження - – 1 ф.А1

Верстатне пристосування – 1 ф.А1. Загальний вигляд верстату - – 1 ф.А1

Кінематична схема верстату – 1 ф.А1.

Коробка швидкостей – 1 ф.А2.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	к.т.н., асистент Сенник А.А.		
Нормоконтроль	к.т.н., доцент Кобельник В.Р.		

7. Дата видачі завдання 19.01.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу	01.03.22	
2	Аналітичний розділ	01.03.22	
3	Технологічний розділ	01.04.22	
4	Конструкторський розділ	01.05.22	
5	Охорона праці та безпека життєдіяльності	01.06.22	
6	Графічна частина	01.06.22	
7	Підготовка до захисту	20.06.22	

Студент

(підпис)

Солярчик М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кобельник В.Р.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Характеристика об'єкту виробництва, його службового призначення, аналіз технічних умов на виготовлення.....	7
1.2 Розробка технологічної схеми складання вузла	8
1.3 Опис конструкції та службового призначення деталі виробу для проектування технологічного процесу механічної обробки. Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь	10
1.4 Характеристика матеріалу деталі	11
1.5 Визначення типу виробництва і величини партії деталей.....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу	13
2.1.1 Вибір технологічного обладнання і оснащення	17
2.1.2 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів	20
2.1.3 Розробка операційної технології.....	22
2.1.4 Вибір різального, допоміжного та контрольно- вимірного інструменту	27
2.1.5 Вибір режимів різання	32
2.2 Обґрунтування вибраного оснащення на операцію.....	39
2.2.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування ..	39
2.2.2 Вибір схеми базування і розрахунок похибки базування	39
2.2.3 Розрахунок сили затиску	41
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	43
3.1 Вибір діапазону регулювання виконавчих механізмів верстату.....	43

					КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Солярчик			Верстатне та інструментальне забезпечення обробки деталі «Вал шестерня 40015.15.00.001»	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Кобельник					4	
Реценз.						ТНТУ МВс-41 м.Тернопіль		
Н. Контр.		Кобельник						
Затверд.		Кобельник						

3.2 Кінематичний розрахунок приводу головного руху.....	43
3.3 Конструювання та розрахунок коробки швидкостей.....	50
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	58
4.1 Характеристика виробничої ділянки з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці	58
ВИСНОВКИ	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	65
ДОДАТКИ	67

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Метою даної кваліфікаційної роботи є набуття навичок самостійної роботи та закріплення знань, отриманих при вивченні спеціальних механічних дисциплін, закріплення вміння працювати з технічною літературою та нормативно-технічною документацією для вирішення інженерних задач.

Основною задачею дипломного проекту є теоретична і технічна підготовка техніків-технологів на основі конкретних основ виробництва.

Актуальність заданої теми полягає в тому, що розробка технологічного процесу механічної обробки деталі проводиться для конкретних умов виробництва і підтверджується конкретними розрахунками.

В останній час машинобудівний комплекс розкриває такі нові якості, як гнучкість і економічність, високий рівень автоматизації виробничих процесів і мінімальний розхід енергії і сировини. Використання верстатів-автоматів і верстатів з числовим програмним керуванням робить робочого і інженера творчою, вільною від рутинних дій.

Вихідними даними на дипломний проект є: робоче креслення деталі з вказаними технічними вимогами на виготовлення, річна програма випуску деталей.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика об'єкту виробництва, його службового призначення, аналіз технічних умов на виготовлення

Редуктор повинен бути виготовлений відповідно до вимог стандартів і технічних умов на редуктори конкретних типів за робочими кресленнями, затвердженими в установленому порядку. Редуктори повинні забезпечувати 90%-ний ресурс, зазначений в нормативній документації, при короткочасних перевантаженнях, що виникають під час пусків і перевищують номінальне навантаження не менше, ніж в два рази. Допустиме число циклів навантаження вхідного вала за час дії цих перевантажень, частота циклів що допускається в одиницю часу і загальна допускається тривалість часу перевантажень повинні бути вказані в стандартах, технічних умовах, каталогах і паспортах на редуктори конкретних типів.

Пляма контакту зубів по довжині і висоті зуба повинна бути не менше 50%; Сумарний осьовий зазор в підшипниках швидкохідного і тихохідного вала редуктора повинен бути в межах 0,04-0,07 мм.

Вали збірного редуктора повинні повертатись плавно без ривків і заїдань. Редуктор перед роботою повинен обкататся протягом однієї години під номінальним навантаженням;

На поверхні картера і його кришки при остаточному складанні нанести тонкий шар герметика УТ-34 ГОСТ 242885-80.

Покриття необроблених навантажених поверхонь корпусу редуктора виконати двошаровим. Покриття внутрішніх необроблених поверхонь корпусу редуктора, головку мастиловказівника і пробку виконати двошаровим;

Порожнини підшипників тихохідного і швидкохідного валів на 2/3 набиваються пластичним мастилом Літол-26 ТУ 21150. Масло змінюється не рідше одного разу на рік

Параметр шорсткості робочих поверхонь зубів по ГОСТ 2789 - повинен бути не більше: 1,25 мкм - зубів зубчастих коліс зовнішнього зачеплення з

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

модулем 5 мм; 2,5 мкм - зубів евольвентних коліс з модулем понад 5 мм і коліс з модулем менше 5 мм, виконаних заодно з валом і мають діаметр западини зубів менше діаметра поруч розташованих шийок.

Параметр шорсткості перехідних кривих і западин зубів зубчастих коліс по ГОСТ 2789 повинен бути не більше 40 мкм.

Номинальні діаметри отворів під фундаментні болти і граничні відхилення - по ГОСТ 11284.

Позиційний допуск осей отворів під фундаментні болти - по ГОСТ 14140. Допуск паралельності або перпендикулярності осі обертання тихохідного вала щодо опорної поверхні корпусу - по 12-му ступені точності ГОСТ 24643 для редукторів категорії точності 2 та по 10-му ступеню точності для редукторів категорії точності 1.

1.2 Розробка технологічної схеми складання вузла

Опис технологічної схеми складання вузла «Редуктор заднього моста» викладаємо у формі маршрутного технологічного процесу складання (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Опис технологічної схеми складання

№ опер	Назва операції	Зміст операції
005	Комплектовочна	Взяти деталі згідно специфікації на виріб і доставити на робоче місце
010	Підготовча	Продути деталі і підготувати їх до складання
015	Складання валу-шестерні (ск2)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Закріпити вал (дет.1). 2. Встановити підшипник (дет.20). 3. Встановити стакан (дет.3). 4. Встановити кільце (дет.12). 5. Встановити підшипник (дет.20). 6. Встановити кільце (дет.11). 7. Перевірити хід підшипників.
020	Встановлення валу-	1. Закріпити корпус (дет.1).

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

	шестерні (ск2)	2. Встановити підшипник (дет.21). 3. Встановити вал-шестерню (ск2).
025	Встановлення деталей опорних вузлів	1. Встановити кришку (дет.9) 2. Встановити шайби (дет.23). 3. Закрутити болти (дет.22). 4. Встановити манжету (дет.14) та шестерню (дет.22). 5. Встановити шайбу (дет.13) і закрутити гайку (дет.14).
025	Складання передачі (ск3)	1. Закріпити корпус (дет.8) 2. Встановити підшипник (дет.9). 3. Встановити кільце (дет.15) 4. Встановити шестерню (дет.7). 5. Встановити ступицю (дет.2). 6. Встановити вінець (дет.6) та закріпити його 6 болтами (дет.24). 7. Встановити шестерню (дет.7) і сателіт (дет.15). 8. Встановити корпус (дет.9). 9. Встановити підшипник (дет.19). 10. Закрутити 8 гайок (дет.30). 11. Встановити підшипники (дет.24).
030	Встановлення передачі (ск3)	1. Закріпити корпус (дет.10). 2. Встановити передачу в сборі (ск3).
035	Встановлення опорних деталей редуктора	1. Закрутити гайки (дет.10). 2. Встановити скобу (дет.16). 3. Закрутити болт (дет.28). 4. Приєднати вісі (дет.8). 5. Закрутити пробку (дет.17).

1.3 Опис конструкції та службового призначення деталі виробу для проектування технологічного процесу механічної обробки. Аналіз технічних вимог на оброблювану деталь.

Деталь «Вал-шестерня» 40015.15.00.001» служить для передачі обертового руху через зубчасте колесо, яке виконане разом з валом і

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

використовується в диференціалі. А сам диференціал використовується у вантажних автомобілях.

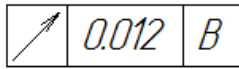
Деталь має форму циліндрично-ступінчасту з конічним зубчатим вінцем. Крім цього на циліндричній верхній поверхні нарізані шліцеві пази 8x32f7x38h7x6h8, на циліндрі М30 розташовується метрична різьба.


За формою, конструктивними і технологічними ознаками задану деталь можна віднести у відповідності класифікатора ЄСКД, до класу 71 - вали, осі.

Деталь має типову конструкцію, що достатньо широко застосовується у машинобудуванні.

Вивчаючи креслення деталі з точки зору якості поверхонь, можна виділити основні та допоміжні поверхні, що обробляються механічно. До основних поверхонь можна віднести:

- 2 циліндри $\varnothing 40k6$ з відхиленням , що служать для посадки на підшипники;

- циліндр $\varnothing 38h14 Ra6,3$ з відхиленням  що служать для посадки манжети;

- шліцеві пази 8x32f7x38h7x7h8 з відхиленням ;

- конічний зубчатий вінець.

До допоміжних поверхонь можна віднести:

- центровий отвір А4 ГОСТ14034-74;

- центровий отвір FM3 ГОСТ14034-74

- канавка $\varnothing 38^{(-0.62)}$ Ra 6,3, що служить для виходу шліфувального кола.

1.4 Характеристика матеріалу деталі

У відповідності до креслення деталь виготовляється з сталевого прокату Сталь 45 ГОСТ 1050-88 – сталь конструкційна вуглецева якісна.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Хімічний склад матеріалу вибираємо з [1] С.102, табл.156 і заносимо в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050-88, в %

P	Si	Mn	Ni	Cr	S
до 0,035	0,17-0,37	0,5-0,8	0,25	до 0,25	до 0,04

Механічні властивості матеріалу вибираємо з [1] С.102, табл.157 і заносимо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 45 ГОСТ 1050-88

σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	ψ , %
730	540	16	45

Використання в промисловості: вал-шестерні, колінчаті і розподільні вали, шестерні, шпинделі, бандажі, циліндри, кулачки і інші нормалізовані, покращувані деталі і такі що піддаються поверхневій термообробці, від яких вимагається підвищена міцність.

Матеріал добре обробляється механічно і забезпечує добрі експлуатаційні характеристики, важко зварюється.

Виходячи з поданої характеристики і умов роботи деталі, можна стверджувати, що матеріал деталі вибрано правильно.

1.5 Визначення типу виробництва

Попередньо визначаємо тип виробництва, виходячи з річної програми випуску деталей N=4900 шт. В рік передбачуваної завданням і маси деталі 2,20 кг. Згідно [2] С.14 табл.3.2.5.2 тип виробництва - середньосерійний.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Таблиця 1.4 – Вибір типу виробництва по програмі випуску

Тип виробництва	Число оброблюваних на рік деталей (виробів)		
	крупних (M > 50 кг)	середніх (50 кг ≥ M ≥ 1 кг)	дрібних (M ≤ 1 кг)
одиничне	До 5	До 10	До 100
серійне	більше 5 до 1 000	більше 10 до 5 000	більше 100 до 50000
масове	більше 1 000	більше 5 000	більше 50000

Даному типу виробництва характерно:

- форма організації виробничого процесу - предметно-поточкова;
- розміщення верстатів - за ходом тех процесу;
- кваліфікація робітників - різна;
- повторюваність операцій - періодична;
- технологічні процеси - типові, маршрутно-операційні;
- технологічне обладнання – універсальне та спеціалізоване;
- оснащення - універсальне і збірно-розбірне;
- різальний інструмент - універсальний і спеціальний;
- вимірювальний інструмент - калібри, шаблони;
- заготовки – прокат, відливки, штамповки, кованки;
- методи досягнення точності - методом часткової взаємозамінності;

собівартість продукції - середня.

Величину оптимальної партії деталей визначають за формулою:

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

- де N=7800 шт - річна програма випуску деталей;
- a=5днів - необхідний запас деталей на складі для безперебійної роботи складального цеху;
- F=257днів - число робочих днів в році, при 2^x днях відпочинку.

Отже величини оптимальної партії становить: $n = \frac{4900 \cdot 5}{257} = 95,6 \approx 96$ шт

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутного технологічного процесу

Перед розробкою повного технологічного процесу необхідно скласти послідовність обробки заданої деталі - маршрут обробки.

В свою чергу, маршрут обробки можна скласти, намічаючи можливі технологічні методи обробки кожної поверхні деталі.

Методи і маршрути обробки вибираємо з урахуванням характеру та точності вихідної заготовки, габаритних розмірів її, точності та якості деталі, типу виробництва та інших факторів. Як правило, для досягнення однієї і тієї ж кінцевої мети можливі декілька варіантів методів обробки. При цьому число переходів при обробці кожної поверхні в різних варіантах може виявитись різним. Перевагу віддають тому маршруту, який забезпечує найкоротший шлях для досягнення необхідних розмірів, точності, шорсткості, тобто необхідно прагнути до можливо меншого числа переходів.

В той же час можливі варіанти маршрутів обробки поверхонь необхідно перевірити на технологічну сумісність та можливість застосування їх для обробки інших поверхонь за одну установку.

Вибір і обґрунтування методу одержання заготовки

Техніко-економічне обґрунтування заключається у визначенні і порівнянні собівартості кількох типів заготовок.

Враховуючи конструкцію і матеріал деталі, а також середньосерійний тип виробництва, вибираємо для заданої деталі два варіанта заготовок:

- прокат з наступним розрізанням різцем на токарно-відрізному верстаті;
- штампування у закритих формах, група сталі М2, ступінь складності С3, клас точності Т3, вихідний індекс 9.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

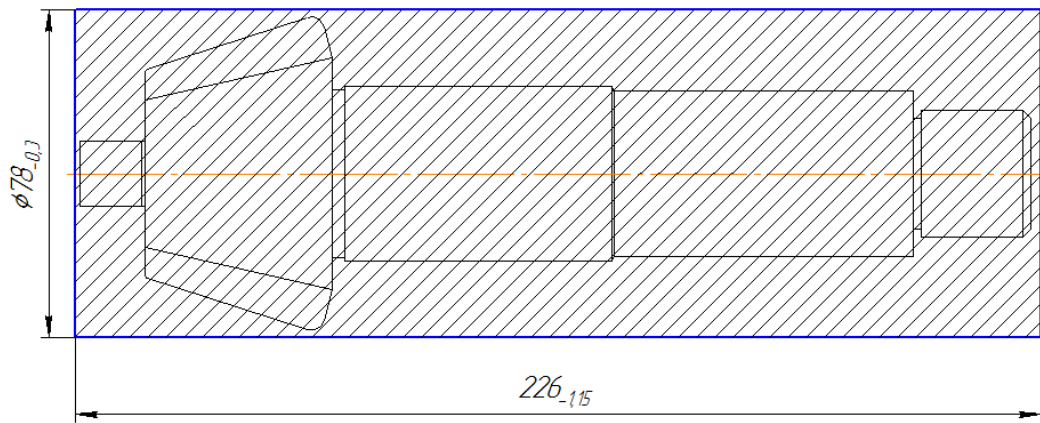


Рисунок 2.1 – Ескіз заготовки прокат розрізаний різцем

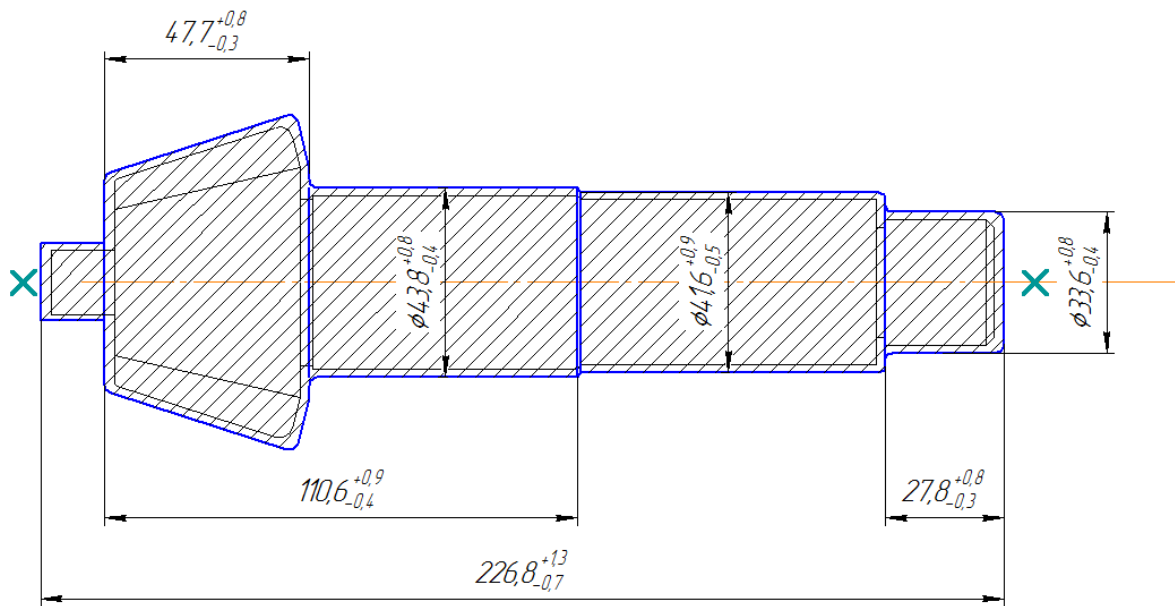


Рисунок 2.2 – Ескіз заготовки штамповка

Основні показники розрахунку заносимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1 - Порівняльна таблиця методів одержання заготовки

Назва позиції	перший варіант	другий варіант
Вид заготовки	Прокат відрізаний різцем	Штамповка
Маса заготовки, кг	7,82	2,99
Вартість заготовки, грн	278,72	268,19
<i>Кв.м.</i>	0,28	0,74

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

КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ

Арк.

14

Висновок: заготовка штамповка отримується дешевше, з вищим коефіцієнтом використання матеріалу, що відповідає рекомендаціям для даної програми випуску деталей - середньосерійного типу виробництва. Отже заготовку першого варіанту слід прийняти для подальшої розробки технологічного процесу.

Даний пункт виконуємо в такій послідовності:

- 1) визначаємо поверхні заготовки, які підлягають обробці.
- 2) потім для кожної з поверхонь намічаємо можливі методи і стадії обробки, які забезпечують виконання технічних вимог до цих поверхонь, згідно таблиць економічної точності.

На основі цих даних, а також керуючись принципами постійності баз, суміщення баз та технологічної сумісності операцій та переходів, складаємо маршрутний технологічний процес виготовлення деталі «вал» у дрібносерійному виробництві.

Операція 005. Фрезерно-центрувальна

Підрізання та центрування торцевих поверхонь 1 і 2 в розмір 206-1,15, сверління центрових отворів 5 і 6.

Операція 010. Токарна з ЧПК

Попередньо точити поверхню 4.

Точити торець 7 в розмір 17,2-0,43.

Попередньо точити конічну поверхню 20.

Попередньо точити поверхню 17 в розмір $\varnothing 30,4-0,84$,

торець 16 в розмір 27,5-52.

Попередньо точити поверхні 14 і 13 в розмір $\varnothing 39-0,43$.

Попередньо точити поверхню 11 в розмір $\varnothing 41-0,62$.

Точити торець 3 в розмір 43,2-0,62.

Попередньо точити поверхню 8 в розмір 42,2-0,62.

Остаточньо точити поверхню 4, нарізати фаску 10

Остаточньо точити торець 7 в розмір 17-0,43.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Остаточно точити конічну поверхню 20.

Остаточно точити поверхню 17 в розмір $\varnothing 30_{-0,52}$

Підрізати торець 16 в розмір $28_{-0,52}$.

Остаточно точити поверхню 14 в розмір $\varnothing 38,8_{-0,10}$

Остаточно точити поверхню 13 в розмір $\varnothing 38_{-0,62}$

Точити фаску 12.

Остаточно точити поверхню 11 в розмір $\varnothing 40,8_{-0,010}$

Остаточно точити торець 3 в розмір $43_{-0,62}$.

Остаточно точити поверхню 8 в розмір $42_{-0,62}$.

Нарізати канавку 15 в розмір $2_{-0,25} \varnothing 11$.

Нарізати канавку 9 в розмір $3_{-0,25}$

Нарізати канавку 19 в розмір $3_{-0,25}$

Операція 015. Вертикально-свердлильна.

Свердлити отвір 6 в розмір $\varnothing 2,8 L=11,5$.

Нарізати різь М3 L=9 в отворі 6.

Операція 020. Шліцефрезерна

Нарізати шліци $8 \times 32 f7 \times 38 h7 \times 6 h8$ на поверхні 14.

Операція 025. Зубонарізна

Нарізати зубчатий вінець на поверхні 10.

Операція 030. Круглошліфувальна

Шліфувати поверхні 4, 11 і шліців 14 попередньо.

Операція 035. Термообробка

Цементувати поверхню 11 до твердості 55-60 HRC на глибину 0,8 мм.

Операція 040. Круглошліфувальна

Шліфувати поверхні 4, 11 і шліців 14 остаточно

Операція 045. Контроль

Контролювати розміри відповідно до креслення

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2.1.1 Вибір технологічного обладнання і оснащення

Обладнання обирають за головним критерієм, що найбільшою мірою виявляє його функціональне призначення і технічні можливості. Таким критерієм є вид обробки, на який розраховано верстат, відповідно до його службового призначення. Другим за важливістю критерієм є габаритні розміри робочої зони верстата, які повинні відповідати габаритним розмірам заготовки з врахуванням розмірі пристосування. Третім критерієм є відповідність верстату необхідній точності обробки.

Забезпечення дотримання цих трьох основних вимог, подальший наліз ведемо в напрямку відповідності верстат продуктивності, можливості його механізації та автоматизації, тобто відповідності типу виробництва.

При виборі оптимального варіанту пристосування повинні враховуватись технічні вимоги на виготовлення деталі, кількість оброблюваних деталей, необхідна продуктивність, вимоги техніки безпеки та промислової санітарії, затрати на виготовлення пристосування.

Враховуючи конструкцію деталі, технічні вимоги, методи і стадії оброблення деталі «вал-шестерня», тип виробництва, в технологічному процесі застосуємо наступне обладнання і оснащення з відповідними технічними характеристиками.

Для **операції 005** – фрезерно-центрувальна вибираємо фрезерно-центрувальний напівавтомат моделі МР-71М.

Для **операції 010** – токарна з ЧПК вибираємо токарний верстат з ЧПК.

Для **операцій 015** – вертикально-свердлильної, для свердління отвору 6 і нарізання різьби вибираємо вертикально-свердлильний верстат 2Н135. Пристосування для кріплення заготовки спеціальне із базуванням деталі на торець і бічну поверхню з механічним затиском.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Для операції 020 – шліцефрезерної приймаємо шліцефрезерний верстат 5530А. Пристосування для кріплення заготовки - центр ГОСТ 13214-79, напівцентр ГОСТ 2576-79, хомутик ГОСТ 16488-70

Для операцій 025 – зубонарізної вибираємо верстат зуборізний 525. Пристосування для кріплення заготовки – оправка з комплекту верстату.

Для операції 030 - круглошліфувальної, для попереднього шліфуванн. циліндричних поверхонь, приймаємо круглошліфувальний верстат з ЧПК пристосований для роботи з врізним шліфуванням, моделі ЗМ151Ф2.

Заготовка встановлюється на центра з повідковим приводом. Застосовується в умовах серійного виробництва.

Для операції 040 - круглошліфувальної, для попереднього шліфуванн. циліндричних поверхонь, приймаємо круглошліфувальний верстат з ЧПК пристосований для роботи з врізним шліфуванням, моделі ЗМ151Ф2.

Заготовка встановлюється на центра з повідковим приводом. Застосовується в умовах серійного виробництва.

Таблиця 2.2 - Вибір обладнання та оснащення

№ операції	Назва операції	Назва та модель верстату	Пристосування
005	Фрезерно-центрувальна	Фрезерно-центрувальний капівавтомат МР-71М	Спеціальне пристосування із базуванням деталі на циліндр з опорою в торець і пневматичним затиском
010	Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК	Центр передній плаваючий. Центр задній
015	Вертикально-свердлильна	Сверлильний верстат моделі 2Н135	Спеціальне пристосування із базуванням деталі на бічну поверхню і

			торець з механічним затиском
020	Шліцефрезерна	Шліцефрезерний верстат 5530А	Центр ГОСТ 13214-79, напівцентр ГОСТ 2576-79, хомутик ГОСТ 16488-70
025	Зубонарізна	Верстат зуборізний 525	Оправка з комплекту верстату
030	Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат з ЧПК 3М151Ф2	Центр ГОСТ 13214-79, напівцентр ГОСТ 2576-79, хомутик ГОСТ 16488-70
040	Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат з ЧПК 3М151Ф2	Центр ГОСТ 13214-79, напівцентр ГОСТ 2576-79, хомутик ГОСТ 16488-70

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2.1.2 Визначення між операційних припусків і проміжних розмірів

За завданням визначення припусків необхідно виконати табличним методом на всі оброблювальні поверхні які не отримуються від конструктивного розміру різального інструменту.

Припуски дуже важливі параметри у розробці технологічного процесу. Припуски це проміжні розміри, які фігурують в технологічній документації, в залежності від яких підбирається ріжучий інструмент, проектується оснащення, визначаються режими різання і норми часу.

Міжопераційні та проміжні припуски вибираємо із [2] С.277 табл.VI, с.236 табл.V2 і зводимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Розрахунок проміжних припусків і розмірів за табличним методом

Технологічні операції і переходи обробки поверхні	Точність (квалітет, ступінь)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Проміжні розміри з граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Обробка циліндричної поверхні Ø40k6					
Шліфування остаточне	6	Ra2,5	0,016	0,4	Ø40 ^{+0,018} _{+0,002}
Шліфування попереднє	8	Ra2,5	0,039	0,4	Ø40,4 _{-0,039}
Точіння чистове	10	Ra3,2	0,10	0,2	Ø40,8 _{-0,010}
Точіння чорнове	14	Ra25	0,62	2,8	Ø41 _{-0,62}
Заготовка	Звичайна	Rz160	1,2	3,8	Ø43,8 ^{+0,8} _{-0,4}

Продовження табл.2.3

Обробка циліндричної поверхні Ø38h7					
Шліфування остаточне	7	Ra0,8	0,025	0,4	Ø38-0,025
Шліфування попереднє	8	Ra2,5	0,039	0,4	Ø38,4-0,039
Точіння чистове	10	Ra3,2	0,10	0,2	Ø38,8-0,10
Точіння чорнове	14	Ra25	0,62	2,6	Ø39-0,43
Заготовка штампівка	Звичайна	Rz160	1,4	3,6	Ø41,6 ^{+0,9} _{-0,5}
Обробка циліндричної поверхні Ø15k6					
Шліфування остаточне	6	Ra2,5	0,016	0,4	Ø15 ^{+0,012} _{+0,001}
Шліфування попереднє	8	Ra2,5	0,027	0,4	Ø15,4-0,027
Точіння чистове	10	Ra3,2	0,07	0,2	Ø15,8-0,07
Точіння чорнове	14	Ra25	0,43	2,8	Ø16-0,43
Заготовка	Звичайна	Rz160	1,2	3,8	Ø18,8 ^{+0,8} _{-0,4}
Обробка циліндричної поверхні Ø38h14					
Точіння напівчистове	14	Ra6,3	0,62	0,2x2=0,4	Ø38-0,62
Точіння чорнове	15	Ra12,5	1,0	1,6x2=3,2	Ø38,4-0,7

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Продовження табл.2.3

Заготовка штамповка	Звичайна	Rz160	1,4	3,6	$\varnothing 41,6^{+0,9}_{-0,5}$
Обробка циліндричної поверхні $\varnothing 30h14$					
Точіння напівчистове	14	Ra6,3	0,52	$0,2 \times 2 = 0,4$	$\varnothing 30_{-0,52}$
Точіння чорнове	15	Ra12,5	0,84	$1,6 \times 2 = 3,2$	$\varnothing 30,4_{-0,84}$
Заготовка штамповка	Звичайна	Rz160	1,2	2	$\varnothing 33,6^{+0,8}_{-0,4}$

2.1.3 Розробка операційної технології

Основні вимоги, які пред'являються до технологічних процесів, полягають у тому, щоб він розроблявся в раціональній організаційній формі, з повним використанням всіх технологічних можливостей верстата, інструмента і пристосування. За завданням необхідно розробляти операційну технологію, тобто встановити раціональну послідовність основних і допоміжних переходів.

Операція 005 – фрезерно-центрувальна.

Для виконання цієї операції прийнято фрезерно-центрувальний капівавтомат МР-71М. Технологічними базами на даній операції є торець деталі та циліндричні поверхні заготовки.

Як пристосування використовується спеціальне пристосування із базуванням деталі на призми з опорою в торець.

Операція складається з таких переходів:

1. Встановити деталь в пристосування.
2. Фрезерувати торцеві поверхні 1, 2 в розмір 222-1.1.
3. Свердлити центрові отвори

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

4. Зняти деталь.

5.Перевірити розміри 231-1,1.

В якості інструмента використовується торцева фреза з твердосплавними пластинами $\varnothing 80$; $z=7$, $B=50$, F75AP-D80-27 DIN1835, свердло центрувальне 2317-0008 ГОСТ 14952-75.

Вимірювальний інструмент штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862.

Операція 010 – токарна з ЧПК.

Для виконання цієї операції прийнято токарний верстат з ЧПК. Пристосування для закріплення заготовки на операції 010 – передній плаваючий центр, задній центр. Технологічними базами на даній операції є центрові отвори

Операція складається з таких переходів:

1. Встановити деталь.
2. Попередньо точити поверхню 4 в розмір $\varnothing 16_{-0,43}$, торець 7 в розмір $17,2_{-0,43}$.
3. Попередньо точити конічну поверхню 20 $L=42,7$.
4. Попередньо точити поверхню 17 в розмір $\varnothing 30,4_{-0,84}$, торець 16 в розмір $27,5_{-0,52}$.
5. Попередньо точити поверхні 14 і 13 в розмір $\varnothing 39_{-0,43}$.
6. Попередньо точити поверхню 11 в розмір $\varnothing 41_{-0,62}$, торець 3 в розмір $43,2_{-0,62}$.
7. Попередньо точити поверхню 8 в розмір $42,2_{-0,62}$.
8. Остаточо точити поверхню 4 в розмір $\varnothing 15,8_{-0,07}$, нарізати фаску, точити торець 7 в розмір $17_{-0,43}$.
9. Остаточо точити конічну поверхню 20.
- 10.Остаточо точити поверхню 17 в розмір $\varnothing 30_{-0,52}$, торець 16 в розмір $28_{-0,52}$.
- 11.Остаточо точити поверхню 14 в розмір $\varnothing 38,8_{-0,10}$

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- 12.Остаточно точити поверхню 13 в розмір $\varnothing 38_{-0,62}$
- 13.Остаточно точити поверхню 11 в розмір $\varnothing 40,8_{-0,010}$, нарізати фаску 12, торець 3 в розмір $43_{-0,62}$.
- 14.Остаточно точити поверхню 8 в розмір $42_{-0,62}$.
- 15.Нарізати канавку 15 в розмір $2_{-0,25} \varnothing 11$.
- 16.Нарізати канавку 9 в розмір $3_{-0,25}$
- 17.Нарізати канавку 19 в розмір $3_{-0,25}$
- 18.Зняти деталь.
- 19.Контролювати розміри: $\varnothing 15,8_{-0,07}$, $\varnothing 30_{-0,52}$, $\varnothing 38,8_{-0,10}$, $\varnothing 38_{-0,62}$, $17_{-0,43}$, $28_{-0,52}$, $43_{-0,62}$, $42_{-0,62}$, $2_{-0,25}$, $3_{-0,25}$

В якості інструмента використовуються:

Різець токарний ISO SCLCR 2525 M12 пластина ISO CNMG120408-MP

Різець токарний ISO SCLCL 2525 M12 пластина ISO CNMG120408-MP

Різець ISO СКJNR 2525 M16, пластина KNUX1604

Різець ISO СКJNL 2525 M16, пластина KNUX1604

Різець канавковий спеціальний.

Вимірювальний інструмент штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05
DIN862

Операція 015 – вертикально-свердлильна.

Для виконання цієї операції прийнято вертикально-свердлильний верстат моделі 2Н135. Технологічними базами на даній операції є торець деталі та циліндричні поверхні 11 і 17. Як пристосування використовується спеціальне пристосування із базуванням деталі на торець і бічну поверхню з механічним затиском.

Операція складається з таких переходів:

1. Встановити деталь в пристосування.
2. Свердлити отвір 6 в розмір $\varnothing 4,2 L=17$.
3. Нарізати різь М5 L=11,5 в отворі 6.
4. Зняти деталь.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

5.Перевірити розміри М5.

В якості інструмента використовується сверло спіральне $\varnothing 4,2$ L=105 DIN 338 тип N, мітчик різбовий М5 TA157A6 ISO DIN 371.

Допоміжний інструмент патрон цанговий 1-50-6-90 ГОСТ 26539-85 DIN 6349, патрон різбонарізний.

Вимірювальний інструмент штангенциркуль тип CR 2032 250-0,05 DIN862.

Операція 020 – шліценарізна.

Для виконання цієї операції приймаємо шліцефрезерний верстат 5530А. Для закріплення деталі використовуємо центр ГОСТ 13214-79, напівцентр ГОСТ 2576-79, хомутик ГОСТ 16488-70.

Операція складається з таких переходів:

1. Встановити деталь на верстаті.
2. Нарізати шліци $8 \times 32f7 \times 38h7 \times 6h8$ на поверхні 14.
3. Контролювати розміри $8 \times 32f7 \times 38h7 \times 6h8$ на поверхні 14.

Різальний інструмент - фреза Р6М5.

Операція 020 – зубонарізна.

Для виконання цієї операції приймаємо верстат зуборізний 525.

Операція складається з таких переходів:

1. Встановити деталь на верстаті.
2. Нарізати зубчатий вінець на поверхні 20.
3. Контролювати розміри.

Різальний інструмент - головка зуборізна $d=100$ мм ГОСТ 11902-77.

Операція 025 – кругло-шліфувальна.

Для виконання цієї операції прийнято круглошліфувальний верстат з ЧПК ЗМ151Ф2. Технологічними базами на даній операції є центрові отвори на торцях деталі. Як пристосування використовується оправка з комплекту верстата.

Операція складається з таких переходів:

1. Встановити деталь на верстаті.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2. Шліфувати циліндр 11 в розмір $\varnothing 40,4_{-0,039}$ L=65 мм.

3. Шліфувати циліндр 14 в розмір $\varnothing 38,4_{-0,039}$ L=47 мм

4. Шліфувати циліндр 4 в розмір $\varnothing 15,4_{-0,027}$ L=15 мм

5. Зняти деталь.

4.Перевірити розміри $\varnothing 40,4_{-0,039}$ $\varnothing 38,4_{-0,039}$.

В якості інструмента використовується круг абразивний ПП 600x30x305 25A25ПСМ 5К5 50м/с А1кл ГОСТ 2424-83.

Вимірювальний інструмент калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 38,4_{-0,039}$ DIN 2230, калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 40,4_{-0,039}$ DIN 2230, зразки шорсткості DIN 7168.

Операція 040 – кругло-шліфувальна.

Операція складається з таких переходів:

1. Встановити деталь на верстаті.

2. Шліфувати циліндр 11 в розмір $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$ L=65 мм.

3. Шліфувати циліндри 14 в розмір $\varnothing 40k6^{+0,018}_{+0,002}$ L=47 мм

4. Шліфувати циліндр 4 в розмір $\varnothing 38h7_{-0,025}$ L=15 мм.

5. Зняти деталь.

4.Перевірити розміри. $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$ $\varnothing 40k6^{+0,018}_{+0,002}$, $\varnothing 38h7_{-0,025}$

В якості інструмента використовується круг абразивний ПП 600x30x305 25A25ПСМ 5К5 50м/с А1кл ГОСТ 2424-83.

Вимірювальний інструмент калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 15k6$ DIN 2230, калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 40k6$ DIN 2230, калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 38h7$ DIN 2230, зразки шорсткості DIN 7168.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

2.1.4 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірного інструменту

Проаналізувавши попередні пункти і виходячи із середньосерійного типу виробництва, вибраних методів обробки, типів верстатів, розмірів деталі, проводимо вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірного інструментів та записуємо у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 — Вибір ріжучого, допоміжного та вимірного інструменту

Номер, назва операції та переходу	Інструмент		
	Ріжучий	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
005 Фрезерно-центрувальна			
Перехід 2 Фрезерувати торці 1 і 2 в розмір 332-1,4	Торцева фреза з твердосплавними пластинами Ø80; z=7, B=50, F75AP-D80-27 DIN1835	Оправка з продовженою шпонкою і конічним хвостовиком DIN 2080	Лінійка NIRO 300, DIN 866B
Перехід 3 Свердлити центрові отвори	Свердло центрувальне 2317-0008 ГОСТ 14952-75, 2шт [11] С.300 табл.22	Оправка з продовженою шпонкою і конічним хвостовиком DIN 2080	Лінійка NIRO 300, DIN 866B
010 Токарна з ЧПК			
Перехід 2. Попередньо точити поверхню 4 в розмір Ø16-0,43, торець 7 в розмір 17,2-0,43	Різець токарний ISO SCLCL 2525 M12 пластина ISO CNMG120408-MP	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862

Продовження таблиці 2.4

Перехід 3. Попередньо точити конічну поверхню 20 L=42,7	Різець токарний ISO SCLCL 2525 M12 пластина ISO CNMG120408-MP	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862 Шаблон
Перехід 4. Попередньо точити поверхню 17 в розмір $\varnothing 30,4-0,84$, торець 16 в розмір 27,5-0,52.	Різець токарний ISO SCLCR 2525 M12 пластина ISO CNMG120408-MP	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
Перехід 5. Попередньо точити поверхні 14 і 13 в розмір $\varnothing 39-0,43$	Різець токарний ISO SCLCR 2525 M12 пластина ISO CNMG120408-MP	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
Перехід 6. Попередньо точити поверхню 11 в розмір $\varnothing 41-0,62$, торець 3 в розмір 43,2-0,62	Різець токарний ISO SCLCR 2525 M12 пластина ISO CNMG120408-MP	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
Перехід 7. Попередньо точити поверхню 8 в розмір 42,2-0,62	Різець токарний ISO SCLCR 2525 M12 пластина ISO CNMG120408-MP	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
Перехід 8. Остаточньо точити поверхню 4 в розмір $\varnothing 15,8-0,07$, нарізати фаску 10, точити торець 7 в розмір 17-0,43.	Різець ISO СКJNL 2525 M16, пластина KNUX1604	Різцетримач з комплекту верстату	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 15,8-0,07$ DIN 2230

Продовження таблиці 2.4

Перехід 9. Остаточню точити конічну поверхню 20	Різець ISO SKJNL 2525 M16, пластина KNUX1604	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862 Шаблон
Перехід 10. Остаточню точити поверхню 17 в розмір $\varnothing 30_{-0,52}$ торець 16 в розмір 28 _{-0,52} .	Різець ISO SKJNR 2525 M16, пластина KNUX1604	Різцетримач з комплекту верстату	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 30h14$ DIN 2230
Перехід 11. Остаточню точити поверхню 14 в розмір $\varnothing 38,8_{-0,10}$	Різець ISO SKJNR 2525 M16, пластина KNUX1604	Різцетримач з комплекту верстату	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing \varnothing 38,8_{-0,10}$ DIN 2230
Перехід 12. Остаточню точити поверхню 13 в розмір $\varnothing 38_{-0,62}$	Різець ISO SKJNR 2525 M16, пластина KNUX1604	Різцетримач з комплекту верстату	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 38h14$ DIN 2230
Перехід 13. Остаточню точити поверхню 11 в розмір $\varnothing 40,8_{-0,010}$, нарізати фаску 12, торець 3 в розмір 43 _{-0,62} .	Різець ISO SKJNR 2525 M16, пластина KNUX1604	Різцетримач з комплекту верстату	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 40,8_{-0,010}$ DIN 2230
Перехід 14. Остаточню точити поверхню 8 в розмір 42 _{-0,62}	Різець ISO SKJNR 2525 M16, пластина KNUX1604	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
Перехід 15. Нарізати канавку 15 в розмір 2 _{-0,25} $\varnothing 11$	Різець канавковий спеціальний	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862

Продовження таблиці 2.4

Перехід 16. Нарізати канавку 9 в розмір 3-0,25	Різець канавковий спеціальний	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
Перехід 17. Нарізати канавку 19 в розмір 3-0,25	Різець канавковий спеціальний	Різцетримач з комплекту верстату	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
015 Вертикально-свердлильна			
Перехід 2 Свердлити отвір 6 в розмір Ø4,2 L=17	Сверло спіральне Ø4,2 L=45 DIN 338 тип N	Патрон спеціальний з комплекту, 2шт	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
Перехід 3 Нарізати різь М6 L=13,5 в отворі 6.	Мітчик різьбовий M5 TA157A6 ISO DIN 371	Патрон спеціальний з комплекту, 2шт	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
020 Зуборізна			
Перехід 2 Нарізати зубчатий вінець на поверхні 20	Головка зуборізна d=100 мм ГОСТ 11902-77	Оправка з комплекту верстата	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
025 Шліценарізна			
Перехід 2. Нарізати шліци на поверхні 19.	Фреза червячна шліцева P6M5K5	Оправка з комплекту верстата	Штангенциркуль Тип CR 2032 250-0,05 DIN862
030 Круглошліфувальна з ЧПК			
Перехід 2 Шліфувати циліндр 11 в розмір Ø40,4-0,039 L=65	Круг абразивний ПП 600x30x305 25A25ПСМ 5K5 50м/с А1кл ГОСТ 2424-83 [6] С.253 табл.170	Оправка з комплекту верстата	Калібр-скоба односторонній двохграничний Ø40,4-0,039 Биттемір ПБ-500 DIN 879

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Продовження таблиці 2.4

Перехід 3 Шліфувати циліндр 14 в розмір $\varnothing 38,4_{-0,039}$ L=47	Круг абразивний ПП 600x30x305 25A25ПСМ 5К5 50м/с А1кл ГОСТ 2424-83 [6] С.253 табл.170	Оправка з комплекту верстата	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 38,4_{-0,039}$ DIN 2230 Биттемір ПБ-500 DIN 879
Перехід 4 Шліфувати циліндр 4 в розмір $\varnothing 15,4_{-0,027}$ L=15	Круг абразивний ПП 600x30x305 25A25ПСМ 5К5 50м/с А1кл ГОСТ 2424-83 [6] С.253 табл.170	Оправка з комплекту верстата	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 15,4_{-0,027}$ DIN 2230 Биттемір ПБ-500 DIN 879
040 Круглошліфувальна з ЧПК			
Перехід 2 Шліфувати циліндр 11 в розмір $\varnothing 15k6_{+0,012}^{+0,001}$ L=65	Круг абразивний ПП 600x30x305 25A25ПСМ 5К5 50м/с А1кл ГОСТ 2424-83 [6] С.253 табл.170	Оправка з комплекту верстата	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 15k6$ Биттемір ПБ-500 DIN 879
Перехід 3 Шліфувати циліндри 14 в розмір $\varnothing 40k6_{+0,002}^{+0,018}$ L=47	Круг абразивний ПП 600x30x305 25A25ПСМ 5К5 50м/с А1кл ГОСТ 2424-83 [6] С.253 табл.170	Оправка з комплекту верстата	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 40k6$ DIN 2230 Зразки шорсткості DIN 7168
Перехід 4 Шліфувати поверхню шліців 4 остаточно в розмір $\varnothing 38h7_{-0,025}$ L=15	Круг абразивний ПП 600x30x305 25A25ПСМ 5К5 50м/с А1кл ГОСТ 2424-83 [6] С.253 табл.170	Оправка з комплекту верстата	Калібр-скоба односторонній двохграничний $\varnothing 38h7$ DIN 2230 Зразки шорсткості DIN 7168

2.1.5 Розрахунок режимів різання.

За завданням розрахунок режимів різання необхідно провести табличним методом для двох операцій, розроблених в п.2.5.3. Для операцій і переходів дані зводимо в таблицю.

Визначаємо режими різання табличним методом для операції 005 фрезерно-центрувальна, перехід 2 – фрезерувати торці 1 і 2.

Для виконання операції прийнято інструмент – Торцева фреза з твердо-сплавними пластинами $\varnothing 80$; $z=7$, $B=50$, F75AP-D80-27 DIN1835.

Довжину робочого ходу визначаємо за формулою:

$$L_{p.x.} = l_{piz} + y + l_{\partial\partial\partial} \quad)$$

Де $L_{p.x.} = 47$ мм – довжина різання згідно креслення деталі;

y – довжина підводу, врізання і перебігу інструменту, згідно [9] с.229 становить $y=4$ мм;

$l_{\partial\partial\partial} = 0$ - додаткова довжина, пов'язана з налагодженням верстату.

Отже $L_{p.x.} = 51$ мм

Подача на оберт шпинделя:

$S_o=0.12$ мм/об згідно [9] с.83.

Швидкість різання

$V=V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$, м/хв,

де $V_{табл} = 130$ м/хв - табличне значення швидкості різання, згідно [9] С.46 табл.2.12;

$K_1 = 1,0$ - поправочний коефіцієнт, згідно [9] С.88;

$K_2 = 1,0$ - поправочний коефіцієнт, згідно [9] С.91;

$K_3 = 1,2$ -поправочний коефіцієнт, згідно [9] С.91.

Отже $V = 130 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 156$ м/хв.

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв.} \quad (2.3)$$

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$n = \frac{1000 \cdot 156}{3,14 \cdot 80} = 584 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстату приймаємо $n = 712$ об/хв.

Дійсна швидкість головного руху:

$$V_d = \frac{\pi D n_d}{1000}, \text{ м/хв.}$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 712}{1000} = 190 \text{ м/хв}$$

Швидкість подачі визначаємо за формулою:

$$V_s = S_0 \cdot n_d, \text{ мм/хв.}$$

$$V_s = 0,12 \cdot 712 = 85,44, \text{ мм/хв}$$

Сила різання згідно [10] с.46 табл 2.12. становить 5657 Н.

Потужність $N = 7,2$ кВт [10] с.46 табл 2.12.

Основний (машинний) час на обробку:

$$T_o = \frac{L_{p,x}}{V_s}, \text{ хв.}$$

$$T_o = \frac{51}{190} = 0,26, \text{ хв.}$$

Визначаємо режими різання табличним методом для операції 020 вертикально-свердлильна, перехід 2 – свердлити отвір 6 в розмір $\varnothing 4,2$ $L = 17$.

Сверло спіральне $\varnothing 4,2$ $L = 45$ DIN 338 тип N.

Довжину робочого ходу визначаємо за формулою (2.5):

де $L_{p,x} = 17$ мм – довжина свердління згідно креслення деталі;

u – довжина підводу, врізання і перебігу інструменту, згідно [9] с.229

становить $u = 1,5$ мм;

$l_{дод} = 0$ - додаткова довжина, пов'язана з налагодженням верстату.

Отже $L_{p,x} = 18,5$ мм

Глибина різання:

$$t = 2,1 \text{ мм}$$

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Подача на оберт шпинделя:

$S_o=0,06$ мм/об згідно [9] с.118.

Швидкість різання за формулою (2.7)

де $V_{табл} = 21$ м/хв - табличне значення швидкості різання, згідно [9] С.118;

$K_1 = 1,0$ - поправочний коефіцієнт, згідно [9] С.90;

$K_2 = 1,15$ - поправочний коефіцієнт, згідно [9] С.91;

$K_3 = 0,8$ - поправочний коефіцієнт, згідно [9] С.91.

Отже $V = 21 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 19,32$ м/хв.

Частота обертання шпинделя за формулою :

$$n = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 4,2} = 1440 \text{ об/хв}$$

Згідно паспорту верстату приймаємо $n= 1400$ об/хв.

Дійсна швидкість головного руху за формулою :

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 4,2 \cdot 1400}{1000} = 18,46 \text{ м/хв}$$

Швидкість подачі визначаємо за формулою :

$$V_s=0,06 \cdot 2000 = 84, \text{ мм/хв}$$

Сила різання згідно [10] с.46 табл 2.12. становить 41 Н.

Потужність $N=0.07$ кВт [10] с.46 табл 2.12.

Основний (машинний) час на обробку за формулою (2.11):

$$T_o = \frac{17}{84} = 0,2, \text{ хв.}$$

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 2.5 - Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t , мм	L , мм	i	T_m , хв	S_0 , мм/об	V , м/хв	n , об/хв	$S_{хв}$ мм/х в	T_0 , хв	N , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005. Фрезерно-центрувальна										
Перехід 2 Фрезерувати торці 1 і 2	2	45	1	90	0,12	156	712	85	0,26	7,2
Перехід 3 Свердлити центрові отвори	-	17,6	1	30	0,12	26,7	712	85	0,2	0,58
Всього									0,46	
015. Токарна з ЧПК										
Перехід 2. Попередньо точити поверхню 4 в розмір $\varnothing 16$ - 0,43, торець 7 в розмір 17,2- 0,43	1,4	34	1	60	0,4	95	1900	756	0,03	0,54
Перехід 3. Попередньо точити конічну поверхню 20 L=42,7	1,4	42,7	1	60	0,4	95	650	242	0,18	1,94
Перехід 4. Попередньо точити поверхню 17 в розмір $\varnothing 30,4$ -0,84, торець 16 в розмір 27,5-0,52.	1,6	30	1	60	0,4	95	1000	403	0,1	2,16
Перехід 5. Попередньо точити поверхні 14 і 13 в розмір $\varnothing 39$ -0,43	1,6	70	1	60	0,4	95	760	310	0,22	2,19

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 6. Попередньо точити поверхню 11 в розмір Ø41-0,62, торець 3 в розмір 43,2-0,62	1,4	65	1	60	0,4	95	760	295	0,4	1,93
Перехід 7. Попередньо точити поверхню 8 в розмір 42,2- 0,62	1,4	18	1	60	0,4	95	760	295	0,06	1,92
Перехід 8. Остаточню точити поверхню 4 в розмір Ø15,8-0,07, нарізати фаску 10, точити торець 7 в розмір 17-0,43.	0,1	34	1	60	0,3	100	2000	637	0,03	0,14
Перехід 9. Остаточню точити конічну поверхню 20	0,1	42,7	1	60	0,3	100	650	191	0,22	0,14
Перехід 10. Остаточню точити поверхню 17 в розмір Ø30-0,52 торець 16 в розмір 28-0,52.	0,2	30	1	60	0,3	100	1000	318	0,14	0,29
Перехід 11. Остаточню точити поверхню 14 в розмір Ø38,8-0,10	0,1	47	1	60	0,3	100	820	246	0,17	0,14
Перехід 12. Остаточню точити поверхню 13 в розмір Ø38-0,62	0,2	23	1	60	0,3	100	840	251	0,09	0,28

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 13. Остаточню точити поверхню 11 в розмір Ø40,8-0,010, нарізати фаску 12, торець 3 в розмір 43- 0,62.	0,1	65	1	60	0,3	100	780	234	0,27	0,14
Перехід 14. Остаточню точити поверхню 8 в розмір 42-0,62	0,1	18	1	60	0,3	100	780	234	0,07	0,13
Перехід 15. Нарізати канавку 15 в розмір 2-0,25 Ø11	1	2	1	60	0,3	110	800	233	0,06	0,13
Перехід 16. Нарізати канавку 9 в розмір 3-0,25	0,5	3	1	60	0,3	110	800	233	0,05	0,13
Перехід 17. Нарізати канавку 19 в розмір 3-0,25	0,5	3	1	60	0,3	110	800	233	0,05	0,13
Всього									2,14	
015. Вертикально-свердлильна										
Перехід 2 Свердлити отвір 6 в розмір Ø4,2 L=17	2,1	17	1	30	0,06	18	1400	84	0,2	0,4
Перехід 3 Нарізати різь М6 L=13,5 в отворі 6.	0,5	13	1	30	1	8	350	424	0,05	0,38
Всього									0,25	
020. Зуборізна										
Перехід 2 Нарізати зубчатий вінець на поверхні 20	-	20	1	-	-	45	-	-	4,32	8,5

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
025. Шліцефрезерна										
Перехід 2 Фрезерувати шліци на поверхні 19	3	36	-	60	2,4	35	250	158	0,8	2,20
030. Круглошліфувальна										
Перехід 2 Шліфувати циліндр 11 в розмір $\varnothing 40,4_{-0,039}$ L=65	0,1	65	-	-	0,3	18	125	0,3	0,31	0,38
Перехід 3 Шліфувати циліндр 14 в розмір $\varnothing 38,4_{-0,039}$ L=47	0,1	47	-	-	0,3	18	125	0,3	0,22	0,38
Перехід 4 Шліфувати циліндр 4 в розмір $\varnothing 15,4_{-0,027}$ L=15	0,1	14	-	-	0,3	18	125	0,3	0,2	0,38
Всього									0,73	
040. Круглошліфувальна										
Перехід 2 Шліфувати циліндр 11 в розмір $\varnothing 15k6_{+0,001}^{+0,012}$ L=65	0,1	65	-	-	0,3	18	125	0,3	0,31	0,38
Перехід 3 Шліфувати циліндри 14 в розмір $\varnothing 40k6_{+0,002}^{+0,018}$ L=47	0,1	47	-	-	0,3	18	125	0,3	0,22	0,38
Перехід 4 Шліфувати поверхню шліців 4 остаточно в розмір $\varnothing 38h7_{-0,025}$ L=15	0,1	14	-	-	0,3	18	125	0,3	0,2	0,38
Всього									0,73	

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						38

2.2 Обґрунтування вибраного оснащення на операцію

2.2.1 Призначення, будова і принцип роботи пристосування

Зробивши аналіз технологічного процесу виготовлення деталі визначаємо, що для того щоб скоротити час на операції вертикально-свердлильна і підвищити ефективність праці, необхідно, щоб пристосування, що застосовується на цій операції було високопродуктивним і забезпечувало надійний затиск деталі. Таке пристосування наведено на листі.

Пристосування складається з наступних елементів:

- основа 1 на якій встановлена опорна плита 2 і на якій розміщені отвори для закріплення пристосування на робочому столі верстату;
- опорної плити 2 на якій розміщені опорний конус 7, призма 5, прижим 3, який притискає заготовку до призми.

Пристосування є переналагоджуваним, що важливо для серійного виробництва.

Використання даного пристосування забезпечує швидку і точну установку деталі для проведення комплексної обробки деталі .

Оброблювана деталь встановлюється на опорний конус 7, боковою поверхнею опирається на призму 5. Затиск здійснюється гайкою 16, які встановлена на осі пристосування 6. Затискна планка 3 притискає деталь до призми, створюючи необхідне зусилля затиску.

2.2.2 Вибір схеми базування і розрахунок похибки базування

В якості схеми базування вибираємо схему базування на конусі який входить в отвіри на торці деталі та призмі. В якості поверхні для упору використовується поверхня центрального отвору. При встановленні деталі в пристосуванні прихват притискає бічну циліндричну поверхню із зусиллям затиску. Схема базування вказана на рис. 2.3.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

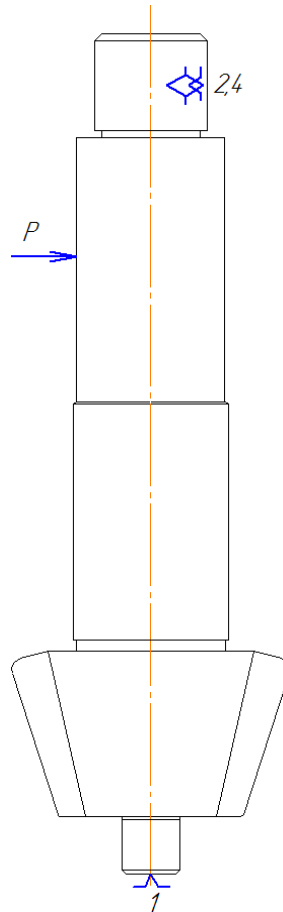


Рис. 2.3. Схема базування деталі.

Вибір схеми установки визначається величиною похибки базування ε_B , яка не повинна перевищувати половину допуску на розмір отвору. Головним чинником похибки установки є точність виготовлення центрів, на які встановлюється деталь.

Похибка розраховується за формулою:

$$\varepsilon_B = \frac{T_{d_{\text{центра}}}}{2} \cdot \frac{1}{\text{tga}},$$

де: $T_{d_{\text{центра}}}$ – допуск діаметра конуса, яким вал базується на пристосуванні,

α – робочий кута центрувального конуса, кут стандартного конуса становить 60° .

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

допуск діаметра конуса, яким вал базується на пристосуванні становить $T_d=0,058$ мм.

Таким чином:

$$\varepsilon_B = \frac{0,058}{2} \cdot \frac{1}{0,32} = 0,09 \text{ мм}$$

Отже ε_B менше ніж допуск на свердління отвору (0,3 мм). Таким чином робимо висновок про правильність вибору схеми базування.

2.2.3 Розрахунок сили затиску

Крутний момент при свердлінні становить:

$$M_{кр} = C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

де:

D – діаметр сверда;

S – подача;

$C_M=0,0345$;

$q=2$ відповідно до [9].

$$M_{кр} = 0.0345 \cdot 5^2 \cdot 0.6^{0.8} \cdot 1,41 = 0,73 \text{ Нм}$$

Розглянемо схему силової взаємодії свердла, заготовки і пристосування при обробці .

Крутний момент намагається повернути заготовку на призмі, цьому протидіють сили тертя T і T_1 , що виникають на поверхні пальців призми.

Тому величина сили затиску визначається за формулою:

$$F_3 = \frac{M_{кр}}{f_1 \cdot R + f_2 \cdot R \cdot \frac{1}{\sin(\frac{\alpha}{2})}},$$

де:

$M_{кр}$ – крутний момент;

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

R- радіус деталі;

$f_1=f_2=0,1$ – коефіцієнти тертя.

$$F_3 = \frac{0,73}{0,1 \cdot 0,21 + 0,1 \cdot 21 \cdot \frac{1}{\sin(\frac{90}{2})}} = 10,4 \text{ Н}$$

Коефіцієнт запаса, що враховує нестабільність силової дії на заготовку вираховуємо по формулі:

$$K_3 = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

де

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

$K_1 = 1$ – коефіцієнт, що враховує базування заготовки;

$K_2 = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує затушення інструменту;

$K_3 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує переривчастість різання;

$K_4 = 1$ – коефіцієнт, що враховує постійність сили, що створює затискний механізм.

$K_5 = 1$ – коефіцієнт, що характеризує ергономіку затискного пристрою.

$K_6 = 1$ – коефіцієнт, що характеризує установку заготовки.

$$K_3 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34$$

Так як в результаті розрахунку $K_3 < 2,5$, то приймаємо $K_3 = 2,5$.

Таким чином сила затиску $Q=26,07 \text{ Н}$

Таке невелике зусилля затиску можна створити затягуванням гайки притискної планки на пристосуванні. Необхідності застосування гідроциліндра чи пневмоциліндра немає.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір діапазону регулювання виконавчих механізмів верстату

Ряд частот обертання частіше всього будують по законам геометричної прогресії. Геометричний ряд зручний для здійснення економічних режимів різання, крім того він дозволяє створити складні приводи з елементарним двох валовим механізмом побудованого також на основі геометричної прогресії.

Визначаємо діапазон регулювання частоти Rn і знаменник φ ряду частот обертання шпинделя за формулами (3.1) і (3.2):

$$Rn = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} \quad (3.1)$$

$$\varphi = \sqrt[z]{Rnp} \quad (3.2)$$

$$Rn = \frac{1250}{25} = 50$$

$$\varphi = \sqrt[18]{50} = 1.259$$

По рекомендаціях [12] приймаємо для ряду швидкостей головного руху токарного верстату стандартне значення $\varphi = 1.26$.

Визначаємо загальну кількість швидкостей (ступеней) головного руху за формулою (3.3):

$$Zn = 1 + \frac{\lg(Rn)}{\lg(\varphi)} \quad (3.3)$$

$$Zn = 1 + \frac{\lg(50)}{\lg(1.26)} = 17.93$$

Приймаємо $Zn = 18$.

3.2 Кінематичний розрахунок приводу головного руху

Автоматична коробка швидкостей розширює обмежені можливості джерела енергії (електродвигуна). В основі автоматичної коробки швидкостей

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

лежить 3-ох валова система. В якій між валами є однакова кількість передач, а саме 3.

$$P_1 = P_2 = 3.$$

де P_1 і P_2 – число передач.

Визначаємо число передач, які нам може забезпечити автоматична коробка швидкостей за формулою (3.4):

$$Z = P_3 \cdot P_4 = 2 \cdot 2 = 4 \quad (3.4)$$

На вихідному валу автоматична коробка швидкостей буде забезпечено 9-ть швидкостей. Тоді структурна формула з характеристиками груп буде мати вигляд (3.5) :

$$Z = 3_{(1)} \cdot 3_{(3)} = 9 \quad (3.5)$$

Умова що $x_1 < x_2$ ($1 < 3$) виконується;

де x_1, x_2 – характеристика груп.

Кожна група передач характеризується характеристикою групи X . Для першої групи вона рівна одиниці і називається одиничною.

Тепер визначаємо число передач, які нам може забезпечити шпindelна бабка за формулою (3.6):

$$Z = P_3 \cdot P_4 = 2 \cdot 2 = 4 \quad (3.6)$$

З врахуванням 9-ти швидкостей автоматичної коробки швидкостей у нас на шпинделі буде забезпечено 18-ть швидкостей обертання і 6-ть з яких можна отримати різними шляхами.

Побудову структурної сітки проводимо на основі структурної формули (3.7). Структурна сітка приводу представлена на рисунку 3.1.

$$Z = 18 = 3_{(1)} \cdot 3_{(3)} \cdot 2_{(3)} \cdot 2_{(6)} \quad (3.7)$$

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

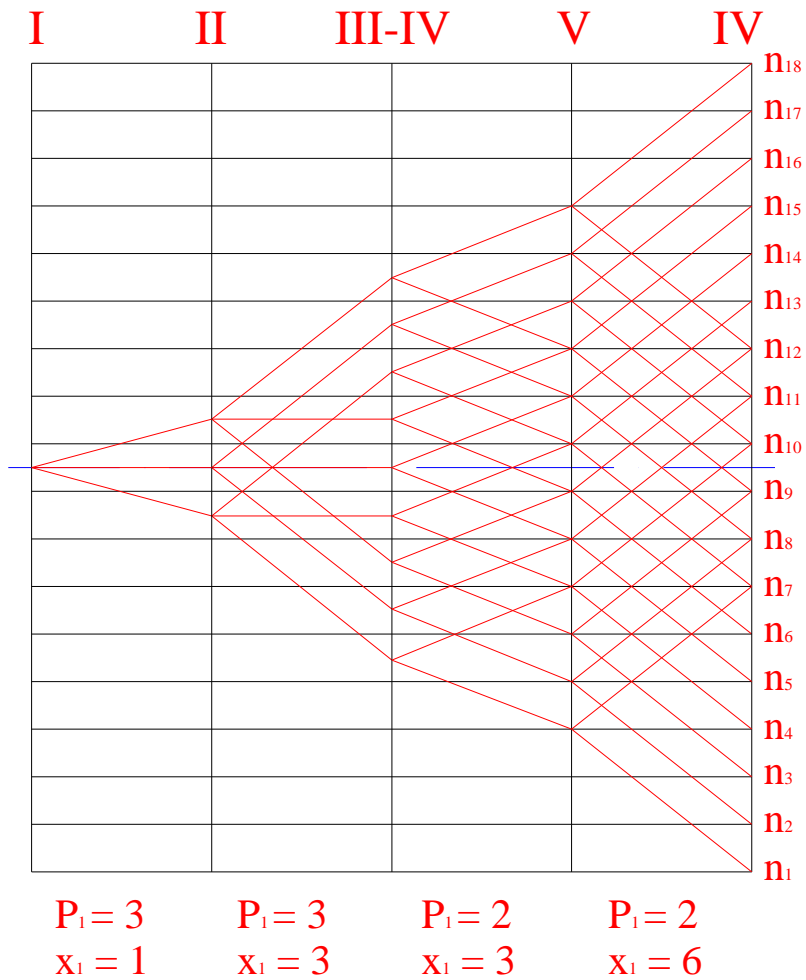


Рисунок 3.1 – Структурна сітка верстату 1Б732Ф3

Побудова графіка чисел обертів здійснюється подібно до побудови структурної сітки. Побудова здійснюється на основі структурної формули і сітки. Нахил променя відповідає конкретному значенню передаточного відношення вираженого через φ . Графік чисел обертів представлений на рисунку 3.2.

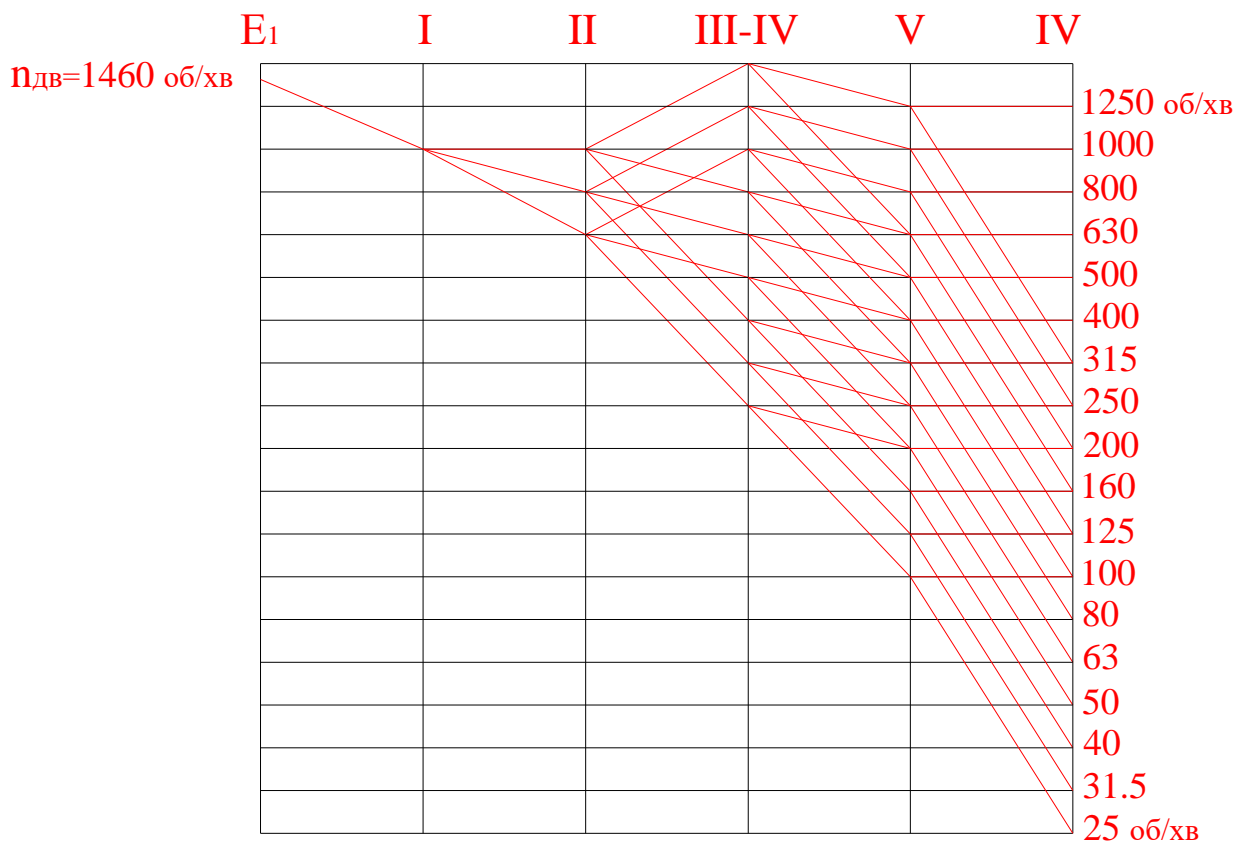


Рисунок 3.2 – Графік частот обертання шпинделя токарно патронно – центрального верстату.

Визначаємо числа зубів шестерень приводу.

Число зубів шестерень визначається за формулою (3.8):

$$Z_i = \Sigma_z \cdot \frac{f_x}{f_x + g_x} \quad (3.8)$$

де f_x – чисельник передаточного відношення;

g_x – знаменник передаточного відношення;

Σ_z – сумарне значення числа зубів передачі.

Для зубчастої передачі з АКШ:

$$Z_5 = 80 \cdot \frac{1}{1.26+1} = 35.4;$$

Приймаємо $Z_5 = 35$. Тоді, $Z_6 = \Sigma_z - Z_5 = 80 - 35 = 45$. Приймаємо: $Z_6 = 45$.

При розрахунку передаточних відношень потрібно щоб забезпечувалась умова (3.9):

$$\frac{1}{\varphi} \leq i \leq 2 \quad (3.9)$$

тобто:

$$0.25 \leq i \leq 2$$

$$i_2 = \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1.26} = 0.794.$$

Для зубчастої передачі з АКШ:

$$Z_9 = 80 \cdot \frac{1}{2.5+1} = 22.86;$$

Приймаємо $Z_9 = 23$. Тоді, $Z_{10} = \Sigma_z - Z_9 = 80 - 23 = 57$. Приймаємо: $Z_{10} = 57$.

$$i_5 = \frac{1}{\varphi^4} = \frac{1}{1.26^4} = 0.39.$$

Для зубчастої передачі з шпindelьної бабки:

– сумарне значення числа зубів $\Sigma_z = 85$,

$$Z_{15} = 85 \cdot \frac{1}{2.5+1} = 24.29;$$

Приймаємо $Z_{15} = 24$. Тоді, $Z_{14} = \Sigma_z - Z_{15} = 85 - 24 = 61$. Приймаємо: $Z_{14} = 61$.

$$i_8 = \frac{1}{\varphi^4} = \frac{1}{1.26^4} = 0.39.$$

Для зубчастої передачі з шпindelьної бабки:

– сумарне значення числа зубів $\Sigma_z = 105$,

$$Z_{21} = 105 \cdot \frac{1}{4+1} = 21;$$

Приймаємо $Z_{21} = 21$. Тоді, $Z_{20} = \Sigma_z - Z_{21} = 105 - 21 = 84$. Приймаємо: $Z_{20} = 84$.

Результати інших обчислень заносимо в таблицю 3.1.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 3.1 – Числа зубів шестерень АКШ і шпindelьної бабки головного руху.

Ділянка приводу головного руху	Позначення шестерень на кінематичній схемі	Значення передаточного відношення			Сумарне число зубів пари ΣZ	Число зубів шестерень		
		$\frac{1}{\varphi^x}$	i – натуральне число	i – фактичне		Z_i	Z_{i-1}	
Пасова передача	$D_1 - D_2$	$\frac{1}{\varphi^2}$	$\frac{1}{\varphi^2} = \frac{1}{1.26^2} = 0.63$	0.715	–	$D_1=236$	$D_2=330$	
Коробка швидкостей головного руху	АКШ	$Z_4 - Z_3$	φ^0	$\varphi^0 = 1.26^0 = 1$	1	80	40	40
		$Z_6 - Z_5$	$\frac{1}{\varphi}$	$\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1.26} = 0.79$	0.786		45	35
		$Z_8 - Z_7$	φ		0.6		50	30
		$Z_{10} - Z_9$	$\frac{1}{\varphi^2}$	$\frac{1}{\varphi^2} = \frac{1}{1.26^2} = 0.63$	0.404		57	23
		$Z_{12} - Z_{11}$	$\frac{1}{\varphi^4}$	$\frac{1}{\varphi^4} = \frac{1}{1.26^4} = 0.396$	0.778		45	35
		$Z_{13} - Z_8$	$\frac{1}{\varphi \varphi^2}$	$\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1.26} = 0.79$ $\varphi^2 = 1.26^2 = 1.587$	1.66		30	50
	Шпindelьна бабка	$Z_{15} - Z_{14}$	$\frac{1}{\varphi^4}$	$\frac{1}{\varphi^4} = \frac{1}{1.26^4} = 0.396$	0.393	85	61	24
		$Z_{17} - Z_{16}$			0.771		48	37
		$Z_{19} - Z_{18}$	$\frac{1}{\varphi}$	$\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1.26} = 0.79$	1	126	63	63
		$Z_{21} - Z_{20}$	φ^0	$\varphi^0 = 1.26^0 = 1$	0.25	106	84	21
			$\frac{1}{\varphi^6}$	$\frac{1}{\varphi^6} = \frac{1}{1.26^6} = 0.25$				

Побудова ланцюга головного руху.

У відповідності з структурною формулою складемо кінематичну схему приводу головного руху. Ланцюг складається з елєктордвигуна, клино – пасової передачі, АКШ та шпindelьної бабки.

Кінематичний ланцюг приводу головного руху можна представити у наступному вигляді:

$$1460 \cdot \frac{236}{330} (I) - \frac{40}{40} - \frac{35}{45} (II) - \frac{23}{57} - \frac{35}{45} (III) - (IV) \frac{24}{61} (V) \frac{63}{21} (VI)$$

$$\frac{30}{50} \frac{23}{50} \frac{24}{48} \frac{21}{84}$$

Примітка. В дужках вказані номери валів коробок.

Рівняння кінематичного балансу з мінімальним числом обертів ланцюга головного руху представлено у вигляді формули (3.10).

$$n_{дв} \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot \frac{Z_8}{Z_7} \cdot \frac{Z_{10}}{Z_9} \cdot \frac{Z_{15}}{Z_{14}} \cdot \frac{Z_{21}}{Z_{20}} = n_{шпн} \quad (3.10)$$

де D_1 і D_2 – діаметри шківів;

Z – кількість зубів в зубчастому колесі.

Підставимо у формулу (5.10) відповідні значення:

$$1460 \cdot \frac{236}{330} \cdot \frac{30}{50} \cdot \frac{23}{57} \cdot \frac{24}{61} \cdot \frac{21}{84} = 24.56 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_{шпн_{\min}} = 25 \text{ об/хв.}$

Вибір потужності і типу двигуна

Необхідна потужність електродвигуна приводу головного руху (шпинделя) визначаємо за формулою (3.11):

$$N_{дв} = \frac{N_{pi}}{\eta} \quad (3.11)$$

де η – к.к.д. ланцюга головного руху.

$$\eta = \eta_{n.n.} \cdot \eta_m \cdot \eta_z \cdot \eta_n = 0.96 \cdot 0.98 \cdot 0.99^{10} \cdot 0.995^{20} = 0.77 \quad (3.12)$$

де $\eta_{n.n.}$ – к.к.д. пасової передачі, $\eta_{n.n.} = 0.96$;

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

η_m – к.к.д. муфти, $\eta_m = 0.98$;

η_z – к.к.д. зубчастої передачі працюючої, вхолосту з електромагнітною муфтою $\eta_z = 0.99$;

η_n – к.к.д. пари підшипників кочення $\eta_n = 0.995$ [12, ст.344]

$$N_{dv} = \frac{25.3}{0.77} = 32.86 \text{ кВт}$$

Обираємо для приводу головного руху електродвигун асинхронного типу 4А250 4УЗ потужністю $N_{dv} = 37 \text{ кВт}$, частота обертання $n_{dv} = 1460 \text{ об/хв}$.

Номінальний момент двигуна $M_n = 215 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Потужність двигуна $P = 37 \text{ кВт}$

Максимальне прискорення $\xi = 4680 \text{ рад/с}$

Момент інерції $I = 0.042 \text{ кг}\cdot\text{м}$

Довжина $L = 555 \text{ мм}$, Ширина $B = 220 \text{ мм}$, Висота $H = 290 \text{ мм}$

Попередній вибір двигуна проводимо по номінальному моменту двигуна із залежності (3.13).

$$M_H \geq M_{C_{\max}} = 5 \quad (3.13)$$

$$215 \geq 250$$

Вибраний двигун задовольняє умову (5.13).

3.3 Конструювання та розрахунок коробки швидкостей

Опис конструкції та принципу роботи коробки швидкостей

Приводом коробок швидкостей (автоматичної коробки швидкостей (АКШ), шпіндельна бабка) служить електродвигун постійного струму до 37 кВт.

АКШ являє собою вузол, що забезпечує перемикання 9-ти швидкостей в робочому циклі. Вихідний вал коробки швидкостей з'єднаний через втулку – пальцеву муфту з валом шпіндельної бабки. Коробка швидкостей 3-х валова, обладнана 6-ма електромагнітними муфтами. При вмиканні двох

					КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

електромагнітних муфт забезпечується необхідна швидкість обертання вихідного вала.

Шпиндельна бабка 3-ох валова. На вхідному валу 1 встановлено дві поздовжні шестерні 10 і 11, що забезпечують дві швидкості, а на валу 2 поздовжній блок з двох шестерень 13 і 15, що по черзі з'єднуються з шестернями шпинделя 16, 17 і таким чином забезпечують чотири швидкості шпинделю.

Силовий розрахунок приводу головного руху

Розрахунок механізмів приводу проводимо при роботі верстата на максимальних режимах з утворенням максимальної сили різання $P_z = 17000 \text{ Н}$.

Ця сила виникає при швидкості різання і роботі кінематичного ланцюга в діапазоні:

$$1460 \cdot \frac{236}{330} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{23}{57} \cdot \frac{37}{48} \cdot \frac{21}{84} = 80 \text{ об/хв}$$

Визначення швидкості та крутних моментів на валах кінематичного ланцюга приводу.

Частота обертання:

– ведучого шківів клино – пасової передачі: $n_{\text{дв}} = 1460 \text{ об/хв}$;

– веденого шківів клино – пасової передачі I –го вала:

$$n_1 = n_{\text{дв}} \cdot \frac{D_1}{D_2} = 1460 \cdot \frac{236}{330} = 1000 \text{ об/хв}$$

$$\text{– II –го вала: } n_2 = n_1 \cdot \frac{z_4}{z_3} = 1000 \cdot \frac{40}{40} = 1000 \text{ об/хв}$$

$$\text{– III - IV –го вала: } n_3 = n_2 \cdot \frac{z_9}{z_{10}} = 1000 \cdot \frac{23}{57} = 400 \text{ об/хв}$$

$$\text{– V –го вала: } n_4 = n_3 \cdot \frac{z_{16}}{z_{17}} = 400 \cdot \frac{37}{48} = 315 \text{ об/хв}$$

					КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$- \text{VI-го вала шпинделя верстату: } n_{унн} = n_5 = n_4 \cdot \frac{z_{20}}{z_{21}} = 315 \cdot \frac{21}{84} = 80 \text{ об/хв.}$$

Розрахуємо крутні моменти на валах приводу головного руху:

– на шпинделі (VI-го вала):

$$M_{унн} = M_6 = \frac{N_{риз} \cdot 30 \cdot 10^3}{\pi \cdot n_6} = \frac{27.9 \cdot 30 \cdot 10^3}{3.14 \cdot 80} = 3400 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$- \text{на V-му валу: } M_5 = \frac{M_6 \cdot i_6}{\eta_{з.н} \cdot \eta_n} = \frac{3400 \cdot \frac{21}{84}}{0.99 \cdot 0.995^2} = 867 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де $\eta_{з.н}$ – к.к.д. зубчастої пари, $\eta_{з.н} = 0.98$;

η_n – к.к.д. пари підшипників кочення, $\eta_n = 0.995$.

$$- \text{на IV – III-му валу: } M_3 = M_4 = \frac{M_5 \cdot i_5}{\eta_{з.н} \cdot \eta_n} = \frac{867 \cdot \frac{37}{48}}{0.99 \cdot 0.995^2} = 682 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$- \text{на II-му валу: } M_2 = \frac{M_3 \cdot i_3}{\eta_{з.н} \cdot \eta_n} = \frac{682 \cdot \frac{23}{57}}{0.99 \cdot 0.995^2} = 281 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$- \text{на I-му валу: } M_1 = \frac{M_2 \cdot i_3}{\eta_{з.н} \cdot \eta_n} = \frac{682 \cdot \frac{23}{57}}{0.99 \cdot 0.995^2} = 281 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$- \text{на валу електродвигуна: } M_{дв} = \frac{M_1 \cdot i_1}{\eta_{з.н} \cdot \eta_n} = \frac{287 \cdot \frac{237}{330}}{0.99 \cdot 0.995^2} = 215 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Перевіряємо потужність електродвигуна:

$$N_{дв.необ.} = \frac{M_{дв} \cdot \pi \cdot n_{дв}}{30 \cdot 10^3} = \frac{215 \cdot 3.14 \cdot 1460}{30 \cdot 10^3} = 32.9 \text{ кВт}$$

Розрахунки моментів проведено вірно, потужність:

$$N_{дв.необ.} \approx 33 \text{ кВт} < N_{дв.} = 37 \text{ кВт}.$$

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Конструктивний розрахунок приводу головного руху

Розрахунок модулів передач та конструктивних параметрів зубчастих коліс.

З метою отримання компактною конструкції коробки швидкостей вибираємо матеріал зубчастих коліс – Сталь 45 ГОСТ 1050 – 88. Сталь з $\sigma_{Hr}^0 = 800 \text{ Н/мм}^2$, термообробка – загартування СВЧ наскрізне до HRC 40 – 52 $\sigma_{Fr}^0 = 230 \text{ Н/мм}^2$.

1. Допустиме напруження розраховуємо за формулою (3.14):

$$\sigma_H = \sigma_{Hr}^0 \cdot K_{HL} \quad (3.14)$$

$$\sigma_H = 800 \cdot 1 = 800 \text{ Н/мм}^2$$

Коефіцієнти $K_a = 49.5 \text{ Па}^{1/3}$, $K_M = 1.4$

Коефіцієнт ширини коліс $\psi_{ba} = 0.2$

$$\psi_{bd} = 0.5 \cdot \psi_{ba} \cdot (U_6 + 1) \quad (3.15)$$

де U_6 – передаточне число передачі $U_6 = \frac{z_{21}}{z_{20}} = \frac{84}{21} = 4$,

Коефіцієнт $K_{H\beta} = 1.04$, $K_{F\beta} = 1.07$, $K = 1$ (закрита прямозуба передача).

Число зубів $z_{20} = 21$, $Y_F = 3.9$.

$$\psi_{bd} = 0.5 \cdot 0.2 \cdot (4 + 1) = 0.5$$

2. Обчислюємо розрахункову міжцентрову віддаль за формулою (3.16):

$$a_{\text{впор.}} = K_a \cdot (U_6 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{K_{H\beta} \cdot M_5}{U_6 \cdot \psi_{ba} \cdot \sigma_{Hr}^2}} \quad (3.16)$$

де M_5 – крутний момент на шестерні.

$$a_{\text{впор.}} = 49.5 \cdot (4 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{1.04 \cdot 867 \cdot 10^3}{4 \cdot 0.2 \cdot 800^2}} \approx 299 \text{ мм}$$

3. Обчислюємо модуль передачі за формулою (3.17):

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$m \geq K_m \cdot \sqrt[3]{\frac{K_\alpha \cdot Y_F \cdot K_{F\beta} \cdot M_5}{z_{20}^2 \cdot \psi_{bd} \cdot \sigma_{rp}}} \quad (3.17)$$

$$m \geq 1.4 \cdot \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 3.9 \cdot 1.07 \cdot 867 \cdot 10^3}{21^2 \cdot 0.5 \cdot 800}} = 3.83 \text{ мм}$$

Приймаємо $m = 6 \text{ мм}$.

4. Обчислюємо ділильні діаметри; виступів і впадин зубів:

$$d_{20} = m \cdot z_{20} = 6 \cdot 21 = 126 \text{ мм}$$

$$d_{a20} = d_{20} + 2 \cdot m = 126 + 2 \cdot 6 = 138 \text{ мм}$$

$$d_{f20} = d_{20} - 2.5 \cdot m = 126 - 2.5 \cdot 6 = 111 \text{ мм}$$

$$d_{21} = m \cdot z_{21} = 6 \cdot 84 = 504 \text{ мм}$$

$$d_{a21} = d_{21} + 2 \cdot m = 504 + 2 \cdot 6 = 516 \text{ мм}$$

$$d_{f21} = d_{21} - 2.5 \cdot m = 504 - 2.5 \cdot 6 = 489 \text{ мм.}$$

5. Уточнюємо між центрову віддаль:

$$a_w = \frac{d_{21} + d_{20}}{2} = \frac{126 + 504}{2} = 315 \text{ мм}$$

$a_w = 315 > a_{розр} = 299$ – умова міцності за контактними напруженнями виконується.

6. Ширина шестерень:

$$b = \psi_{ba} \cdot a_w = 0.2 \cdot 315 = 63 \text{ мм}$$

7. Колова швидкість і ступінь точності передачі:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{20} \cdot n_4}{60 \cdot 1000} = \frac{3.14 \cdot 126 \cdot 315}{60 \cdot 1000} = 2.08 \text{ м/с}$$

8. Обчислюємо силу, що діє в зачепленні:

– колова сила:

$$F_t = \frac{2 \cdot M_5}{d_{20}} = \frac{2 \cdot 867 \cdot 10^3}{126} = 13762 \text{ Н}$$

– радіальна сила:

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$F_n = F_t \cdot \operatorname{tg} 20 = 13762 \cdot 0.364 = 5009 \text{ Н}$$

9. Перевірка зубів на контактну міцність за формулою (3.18):

$$\sigma = z_H \cdot z_M \cdot z_\Sigma \cdot \sqrt{\frac{K_H \cdot F_t \cdot (U_6 + 1)}{d_{20} \cdot b \cdot U_6}} \quad (3.18)$$

$$\sigma = 274 \cdot 1.76 \cdot 0.885 \cdot \sqrt{\frac{1.1 \cdot 13762 \cdot (4 + 1)}{126 \cdot 52 \cdot 4}} = 725 \text{ Н/мм}^2$$

10. Перевірка зубів на витривалість по напруженнях згину (3.19):

$$\sigma_F = \frac{Y_F \cdot K_F \cdot F_t}{b \cdot m} \quad (3.19)$$

$$\sigma_F = \frac{3.9 \cdot 1.12 \cdot 13762}{52 \cdot 6} = 193 \text{ Н/мм}^2$$

Інші результати заносимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Параметри зубчастих коліс коробок швидкостей

Вал	Число зубів		Сумарне число зубів	Міжцентрова віддаль a_w , мм	Модуль зачеплення m , мм
	$Z_3=40$	$Z_4=40$			
I – II	$Z_3=40$	$Z_4=40$	80	160	4
II – III – IV	$Z_9=23$	$Z_{10}=57$	80	160	4
IV – V	$Z_{16}=37$	$Z_{17}=48$	85	215.5	5
V – VI	$Z_{20}=21$	$Z_{21}=84$	105	315	6

Попередній розрахунок шпindelного вала

На вал діють сили зачеплення $F_{t1} = 7376 \text{ Н}$ та $F_{r4} = 5009 \text{ Н}$ і на другій шестерні $F_{t3} = 13762 \text{ Н}$, та $F_{r4} = 5009 \text{ Н}$.

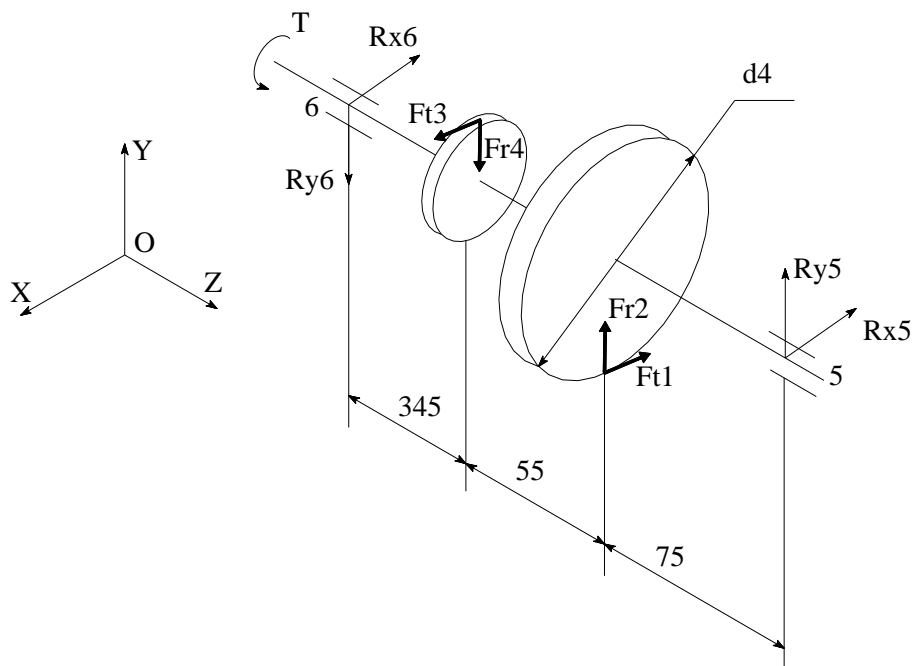


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема навантаження V вала

Визначаємо опорні реакції:

– в горизонтальній площині XOZ:

$$\Sigma M_6 = F_{t1} \cdot 400 - F_{t3} \cdot 345 + R_{x5} \cdot (345 + 130) = 0$$

$$R_{x5} = \frac{-F_{t1} \cdot 400 + F_{t3} \cdot 345}{475} = \frac{-7373 \cdot 400 + 13762 \cdot 345}{475} = 3787 \text{ H}$$

$$\Sigma x = -R_{x6} - F_{t1} + F_{t3} - R_{x5} = 0;$$

$$R_{x6} = -F_{t1} + F_{t3} - R_{x5} = -7373 + 13762 - 3787 = 2602 \text{ H}$$

– в вертикальній площині YOZ:

$$\Sigma M_5 = F_{r2} \cdot 400 - F_{r4} \cdot 345 + R_{y5} \cdot (345 + 130) = 0$$

$$R_{y5} = \frac{-F_{r2} \cdot 400 + F_{r4} \cdot 345}{475} = \frac{-2684 \cdot 400 + 5009 \cdot 345}{475} = 1378 \text{ H}$$

$$\Sigma y = -R_{y6} + F_{r2} - F_{r4} + R_{y5} = 0;$$

$$R_{y6} = -F_{r2} + F_{r4} - R_{y5} = -2684 + 5009 - 1378 = 3703 \text{ H}$$

Сумарні опорні реакції:

$$R_6 = \sqrt{R_{x6}^2 + R_{y6}^2} = \sqrt{2602^2 + 3703^2} = 4526 \text{ H}$$

$$R_5 = \sqrt{R_{x5}^2 + R_{y5}^2} = \sqrt{3787^2 + 1378^2} = 4030 \text{ H}$$

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Розрахунок проводимо по найбільше навантаженій опорі 6 в якій встановлюємо два радіальних однорядних шарикопідшипників 50213 ГОСТ 2893 – 54 з розмірами $d \cdot D \cdot B = 65 \cdot 120 \cdot 23$ для якого $C_r = 44 \text{ кН}$, $C_{0r} = 34 \text{ кН}$.

Еквівалентне навантаження розраховуємо за формулою (3.20):

$$R_E = V \cdot x \cdot R_6 \cdot K_\delta \cdot K_T \quad (3.20)$$

де $K_\delta = 2$ – навантаження з значними поштовхами і вібрацією

$$R_E = 1 \cdot 1 \cdot 4526 \cdot 2 \cdot 1 = 9052 \text{ Н}$$

Необхідна вантажопідйомність підшипника розраховуємо за формулою (3.21):

$$C_{\text{гнєоб.}} = \frac{R_E \cdot (6 \cdot 10^{-5} \cdot n_5 \cdot L_{10h})^{\frac{1}{3}}}{2} \quad (3.21)$$

$$C_{\text{гнєоб.}} = \frac{9052 \cdot (6 \cdot 10^{-5} \cdot 315 \cdot 15000)^{\frac{1}{3}}}{2} = 16363 \text{ Н}$$

де n_5 – частота обертання V вала;

L_{10h} – прийнятий ресурс підшипника.

Оскільки $C_{\text{гнєоб.}} = 16.4 \text{ кН} < C_r = 44 \text{ кН}$ підшипник підібрано вірно.

В опорі 5 встановлюємо два радіальних шарикопідшипника з розмірами $d \cdot D \cdot B = 70 \cdot 150 \cdot 35$.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Характеристика виробничої дільниці з точки зору охорони праці та заходи по покращенню умов праці.

Безпечність виробничого процесу - це властивість виробничого процесу відповідати вимогам безпеки праці під час проведення його в умовах, установлених нормативною документацією. У відповідності з нормативами безпечність виробничих процесів забезпечується: правильним вибором технологічних процесів, робочих операцій та порядку обслуговування виробничого устаткування. Вибором виробничих приміщень чи зовнішніх майданчиків; вибором вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів вибором виробничого устаткування; розташуванням виробничого устаткування та організацією робочих місць; вибором способів зберігання та транспортування вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва розподілом функцій між людиною та устаткуванням з метою зменшення важкості праці; професійним відбором та навчанням працівників; застосуванням засобів захисту працівників; включенням вимог безпеки в нормативно технічну та технологічну документацію.

Виробничі процеси не повинні забруднювати навколишнє середовище викидами шкідливих та небезпечних речовин, а також спричинювати вибухи та пожежі. Якщо в процесі проведення технологічного процесу проявляються певні небезпеки, то це зазвичай , наслідки помилок, які були допущені ще на стадії його розробки та проектування. Тому при проектуванні, організації та проведенні технологічних процесів необхідно передбачати:

- усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами та відходами виробництва, які мають на них небезпечний та шкідливий вплив;

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

- заміну технологічних процесів та операцій, пов'язаних з виникненням небезпечних та шкідливих виробничих чинників, процесами та операціями, при виконанні яких ці чинники відсутні або мають меншу інтенсивність .
- застосування комплексної механізації, автоматизації: та комп'ютеризації виробництва;
- застосування дистанційного керування технологічними процесами та операціями при наявності небезпечних і шкідливих виробничих чинників.
- використання засобів колективного захисту працівників;
- раціональну організацію праці та відпочинку з метою профілактики, та зниження важкості праці;
- своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних та шкідливих виробничих чинників на окремих технологічних операціях;
- своєчасне видалення та знешкодження відходів виробництва, які є джерелами небезпечних і шкідливих виробничих чинників;
- забезпечення пожежо та вибухо безпеки.

У відповідності з ГОСТ 12.3.002-75 безпечність виробничого процесу забезпечується: правильним вибором технологічних процесів, робочих операцій та порядку обслуговування виробничого устаткування; вибрано виробниче приміщення; вибрано матеріали; організовано робочі місця; забезпечено вимоги безпеки в нормативно-технічній і технологічній документації [14]. При організації технологічних процесів забезпечено:

- усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами;
- забезпечено автоматизацію виробничих процесів;
- застосовано засоби колективного захисту;
- забезпечено пожежо та вибухобезпеку.

Раціональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць мають

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

важливе значення для здорових та безпечних умов праці. Столи, шафи, стелажі та інші виробничі меблі поставлені впритул до конструктивних елементів будівлі. До складу дільниці також ще входять допоміжні приміщення: гардероб, умивальні, туалети, їдальня.

Вимоги техніки безпеки до виробничого обладнання дільниці:

- виробниче устаткування, пристрої та інструменти протягом усього періоду експлуатації повинні відповідати вимогам безпеки згідно ГОСТ 12.2.003-91;
- небезпечні місця на дільниці огорожуються;
- конструкція устаткування виключає можливість їх падіння, опускання, перекидання та довільного зміщення при усіх передбачених умовах експлуатації і монтажу;
- кабелі повинні бути захищені від випадкового їх пошкодження;
- пристрої для зупинки та пуску устаткування розміщені так, щоб ними було зручно користуватися з робочого місця;
- поверхні пристроїв і елементи виробничого устаткування, які служать елементами безпеки для працюючих, пофарбовані згідно ГОСТ 12.4.026-76;
- устаткування на дільниці в процесі експлуатації не забруднює виробниче середовище викидами шкідливих речовин у кількості більшій гранично допустимих значень, встановлених ГОСТ 12.1.005-88;
- устаткування, яке є джерелом шуму, ультразвуку, вібрації, повинно відповідати ГОСТ 12.1.003-83;
- контрольно вимірювальні прилади, що утримуються у справному стані, необхідно періодично перевіряти;
- на несправне обладнання керівник дільниці вивішує таблицю, на якій вказано, що працювати на даному устаткуванні заборонено;
- устаткування гідравлічне і пневматичне повинно бути виконано так, щоб будь-яка небезпека, що викликана цими видами енергії була виключена;

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

- електричний інструмент підлягає періодичні перевірки не менше одного разу в 6 місяців згідно з ГОСТ 12.2.013.0-91;
- у конструкціях ручного механізованого інструменту є пристрої для його підвішування.

Всі робочі місця на дільниці атестовані. Умови праці відносяться до категорії допустимих, тобто не шкодять здоров'ю.

Навчання з питань охорони праці на підприємстві здійснюється наступним чином: кожен працівник раз в три роки проходить навчання з техніки безпеки та ОП а саме, прослуховує лекції, консультації, семінарські і практичні заняття, здає іспит і отримує посвідчення про допуск до відповідних видів робіт [14].

В даному відділенні проводяться роботи середньої важкості – типу Пб.

Для цієї категорії робіт створені по можливості найбільш оптимальні умови:

- температура навколишнього середовища: в теплу пору - 18...20°C і 20...22 в холодну пору року;
- відносна вологість повітря: 40..60 % у теплу і холодну пори року;
- швидкість руху повітря: не більше 0,3 м/с в теплу пору року і не більше 0,2 м/с в холодну пору року;

На дільниці передбачена організована природна вентиляція. Крім того, на окремих робочих місцях організовано місцеву витяжну вентиляцію і спеціальну витяжку для видалення шкідливих речовин всередині дільниці. Необхідну температуру в холодну пору року забезпечує загальнозаводське парове опалення низького тиску.

Необхідна освітленість дільниці забезпечується використанням суміщеного освітлення, яке складається з природного бокового двостороннього і штучного комбінованого. В склад штучного комбінованого освітлення входить загальне локалізоване (люмінесцентні лампи з робочою напругою 220 В) і місцеве освітлення (лампи розжарювання з робочою напругою 36 В). Освітленість дільниці складає: робоче – 300 лк, аварійне – 2 лк, евакуаційне – 0,5 лк, охоронне – 0,5 лк, чергове – 0,5 лк [14].

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Джерелами шуму на дільниці є вентиляція і механічне обладнання і, в окремих випадках – додаткові засоби автоматизації. Захист від шуму здійснюється за рахунок надійного закріплення обладнання і його частин. Оскільки рівень шуму не перевищує 80 дБ, то індивідуальні засоби захисту працюючих від шуму не використовуються.

Основними джерелами вібрації на дільниці є вентиляція і електромеханічне обладнання. Джерела вібрацій ізолюються за рахунок встановлення їх на гумових або пружинних ізоляторах, внаслідок чого рівень вібрації не перевищує допустимих норм.

Сильні електромагнітні поля на дільниці відсутні. Тому засоби захисту від електромагнітного випромінювання не застосовуються.

Захист від враження електричним струмом здійснюється за рахунок під'єднання всього обладнання, що працює під напругою до захисного заземлення. Вертикальні заземлювачі розміщені по периметру будівлі.

Для запобігання виникненню пожеж на дільниці проводиться пожежна профілактика регламентована згідно ГОСТ 12.1.004-85. На підприємстві створені спеціальні місця для паління. Там встановлені урни для недопалків, вивішені вогнегасники. У таких місцях є оголошення "Місце для куріння". В найбільшпо-жежонебезпечних місцях вивішені оголошення "Не курити". Дільниця згідно ОНТП 24-86 належить до категорії Д за вибухо- та пожежною небезпекою; ступінь вогнестійкості ШБ. Для гасіння пожежі на дільниці розміщено два пожежні гідранти низького тиску, сполучені з загальнозаводським водогоном. Крім того у відділенні передбаченні індивідуальні засоби пожежегасіння: вогнегасники ВПП-10 – 2 шт. і ВП 5-02 – 2 шт. Також на території дільниці розміщено два пожежних стенди на яких розміщений пожежний інвентар (бочка з водою, вогнегасники - 3 шт., пожежні відра, ящик з піском) та пожежний інструмент згідно ГОСТ 12.004-85 (гаки - 3 шт., лопати – 2 шт., сокири – 2 шт., совкові лопати – 2 шт.) [14].

Для покращення стану ОП та умов роботи на дільниці пропоную:

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- пофарбувати обладнання та інвентар наступним чином: зовнішні поверхні огорожі небезпечних місць в жовтий колір; частини машин, зіткнення з якими може призвести до травм – в червоний колір із білими смугами; поверхні кожухів – пунктирами із жовтого кольору;
- періодично проводити очищення систем вентиляції від виробничого пилу;
- проводити очищення світильників освітлення від бруду та запилення;
- періодично проводити перевірку опору заземлення обладнання;
- постійно здійснювати контроль за станом обладнання і його відповідністю до вимог охорони праці і пожежної безпеки.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній Кваліфікаційній роботі на тему «Верстатне та інструментальне забезпечення обробки деталі «Вал шестерня 40015.15.00.001» вузла «Редуктор заднього моста»» здійснено:

- аналіз конструкції та службове призначення деталі, вал-шестерня використовується у диференціалі заднього моста;
- аналіз характеристик матеріалу деталі (Сталь 45);
- визначено тип виробництва - середньосерійне;
- вибір і обґрунтування одержання заготовки - штамповка;
- вибір технологічного обладнання та оснащення (6 верстатів);
- визначено міжопераційні припуски та розміри;
- вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту, розраховано режими різання по всіх операціях (7 операцій).

Розроблено конструкцію пристосування, що використовується при свердлінні отвору і нарізанні різі. Розраховано зусилля затиску деталі та похибку базування.

Проведено кінематичний розрахунок приводу головного руху токарного верстата з ЧПК, запропоновано конструкцію коробки швидкостей

У розділі охорона праці подано вимоги щодо дотримання вимог охорони праці, виробничої безпеки та пожежної безпеки. Описано влаштування ділянки з точки зору охорони праці, освітлення, вентиляції, мікроклімату робочої зони, температури повітря. Вказано вимоги до виробничого обладнання.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Журавлев В.Н., Николаева О.Н. Машиностроительные стали. Справочник. М: Машиностроение, 1981. 393 с.
2. Кухарський О.М., Кушак І. В.. Курсове проектування з технології машинобудування. Методичні вказівки. Тернопіль, 2001. 165 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя; под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. Т.1. Москва.: Машиностроение, 1985. 458 с.
4. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: «Світ», 1996. 368 с.
5. Курсовое проектирование по технологии машиностроения; под ред. А.Ф. Горбачевича. Минск : Высшэйшая школа, 1975. 288 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя; под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. Т.2. Москва.: Машиностроение, 1985. 460 с.
7. Обработка металлов резанием. Справочник технолога; под ред. А.А. Панова. Москва : Машиностроение, 1988. 736 с.
8. Паливода Ю.Є., Кухарський О.М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом. Тернопіль, 2003. 56 с.
9. Режимы резания металлов: справочник; под ред. Ю.В. Барановского. Москва: Машиностроение, 1972. 407 с.
10. Ревнівцев М.П. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: навчальний посібник. Київ : Видавництво А.С.К, 2006. 416 с.
11. Обработка металлов резанием: справочник технолога; под ред. Г.А. Монахова. Москва: Машиностроение, 1974. 600 с.
12. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания. Ч.1. Нормативы времени. Москва : «Экономика», 1990. 206 с.
13. Калашнікова Л.Ф. Методична розробка з дисципліни “Основи охорони праці” для виконання розділу дипломного проекту “Охорони праці” для

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

студентів спеціальності 5.090227 «Обробка матеріалів на верстатах і автоматичних лініях». Тернопіль: ТК ТДТУ, 2009. 64 с.

14. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник. Львів, 2003. 320 с.

					<i>КРБ 20-212.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66