

Міністерство освіти і науки України
Державний університет "Житомирська політехніка"
Кафедра механічної інженерії

«На правах рукопису»

УДК 621.9

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
механічної інженерії


(підпис)

Мельник О.Л.
(прізвище, ініціали)

БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: «Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва валу-
шестерні редуктора РЦД-350 в умовах серійного виробництва».

МІ 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ

Студент групи

ПМ-139

(шифр групи)

Бондарчук Андрій Сергійович

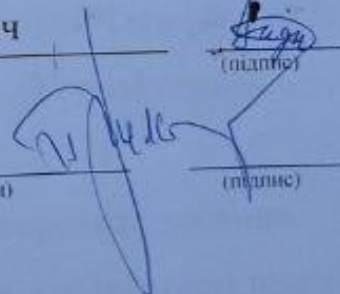
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

д.т.н., проф. Мельничук П.П.

(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

Житомир 2022

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії
Освітній ступінь: «Бакалавр»
Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри
механічної інженерії



Мельник О.Л.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Бондарчуку Андрію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва валу-шестерні редуктора РЦД-350 в умовах серійного виробництва».

Керівник роботи: Мельничук Петро Петрович, д.т.н., проф.

Затверджена наказом по університету від «31» 01 2022 р. № 90/с

2. Строк подання студентом роботи - згідно графіку захисту.

3. Вихідні дані до виконання роботи: Робоче креслення деталі «Вал-Шестерня»; Комплект технічної документації на виготовлення Вала- шестерні в умовах базового підприємства; Тип виробництва – серійний; Типові технологічні процеси.

4. Зміст пояснювальної записки: 1. Конструкторська частина. 2. Технологічна частина. 3. Спеціальна частина – розрахунок собівартості виробу в сучасних цінових даних. 4. Комплект технічної документації (ТЛ, МК, ОК, КЕ) на виготовлення деталі вал-шестерня.

5. Перелік креслень графічної частини роботи: Креслення деталі – 1 арк. А3. 2. Креслення заготовки – 1 арк. А3. 3. Креслення спеціального пристосування для затиску заготовки – 1 арк. А1. 4. Карти технологічних налагоджень для механічної обробки деталі вал-шестерня – 9 арк. А4.

6. Дата видачі завдання 22 лютого 2022 року

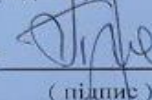
Студент


(підпис)

Бондарчук А.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник работ


(підпис)

Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання загальнотехнічного розділу	3.03.2022- 20.03.2022	
2.	Виконання конструкторського розділу	21.03.2022- 18.04.2022	
3.	Виконання спеціального розділу	20.04.2022- 19.05.2022	
4.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	20.05.2022- 2.06.2022	
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	3.06.2022- 10.06.2022	
6.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	16.06.2022	
7.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	Згідно графіка	

Студент

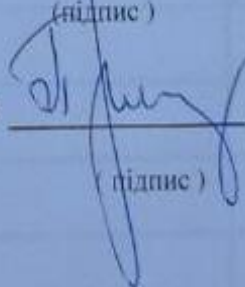


(підпис)

Бондарчук А.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

кваліфікаційної роботи бакалавра

студента факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки

групи ПМ-139

Бондарчука Андрія Сергійовича

на тему:

**«КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА
ВИРОБНИЦТВА ВАЛУ-ШЕСТЕРНІ РЕДУКТОРА РЦД-350 В УМОВАХ
СЕРІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА»**

Кваліфікаційна робота представлена в обсязі 68 аркушів формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 3 рисунків, 5 схеми, 7 таблиці, 9 технологічних карт та 3 аркушів формату А3 графічної частини

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз службового призначення та технічних умов на виготовлення деталі, конструкція вал-шестерні відпрацьована на технологічність, обґрунтовано форму та спосіб виготовлення заготовки. Розроблено робочий маршрутно-операційний технологічний процес виготовлення деталі, вибрано технологічне обладнання та засоби технологічного оснащення. Розраховані міжопераційні та загальні припуски на обробку деталі, режими різання та норм часу. Розроблено та оформлено комплект технологічної документації.

Розроблено та розраховано конструкцію спеціального верстатного пристрою для швидкого закріплення заготовки та базування деталі.

Проведено аналіз виконаних розробок та зроблені висновки щодо підвищення ефективності та економічної вигідності деталі.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. Конструкторський розділ.....	5
1.1.Вибір електродвигуна і кінематичний розрахунок.....	5
1.2. Вибір матеріалів зубчастої передачі.....	9
1.3. Розрахунок зубчастої передачі.....	10
1.4. Визначення навантажень валів редуктора.....	14
1.5. Проектний розрахунок валів редуктора.....	15
1.6. Конструктивне komponування приводу.....	17
1.7. Вибір посадок основних деталей редуктора.....	19
1.8. Вибір сорту мастила.....	20
1.9. Опис порядку складання і викреслювання редуктора.....	21
1.10. Характеристика і призначення деталі.....	22
2. Технологічний розділ.....	23
2.1. Вибір методу виготовлення заготовки.....	23
2.2. Розробка маршруту виготовлення деталі. Вибір устаткування, пристосувань та ріжучого інструменту.....	27
2.3. Вибір технологічних баз для встановлення заготовки при обробці...35	
2.4. Проектування заготовки.....	36
2.5. Розрахунок режимів різання.....	39
2.6. Розрахунок технічних норм часу.....	48
2.7. Відомості про технічне остаткування та вимоги до верстатного пристосування.....	51
2.8. Розрахунок верстатного пристосування.....	53
2.9. Розрахунок потрібної сили затиску.....	55
2.10. Розрахунок затискного механізму.....	56
3. Спеціальний розділ.....	58
3.1. Методи ціноутворення.....	58

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

3.2. Розрахунок ціни на заготовку.....	60
3.3. Розрахунок собівартості готового виробу.....	62
Висновки.....	65
Використана література.....	66
Додатки до дипломного проекту.....	69

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Машинобудування – одна з ведучих промисловостей народного господарства нашої країни. Вона виробляє машини, обладнання, апарати та прилади, а також продукцію оборонного значення.

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні в значній мірі визначає розвиток та удосконалення всього народного господарства країни. Важливими умовами прискорення науково-технічного прогресу є ріст продуктивності праці, підвищення ефективності суспільного виробництва та покращення якості виробництва.

Удосконалення технологічних методів виготовлення машин має при цьому першестепенне значення. Якість машин, надійність, довголіття та економічність при експлуатації залежить не тільки від удосконалення їх конструкції, але й від технології виробництва. Застосування прогресивних високоефективних методів обробки забезпечує високу точність та якість поверхонь деталей машин, ефективне використання сучасних автоматичних та потокових ліній електричних обчислюваних машин та іншої нової техніки.

Важливою задачею машинобудування – є зміна структури виробництва з метою підвищення якості характеристик машин та обладнання. Особливе значення надається модернізації самого машинобудування, технічний рівень якого залежить від верстатобудування, приладобудування, електроніки.

Редуктором називається механізм, який складається з зубчатих чи черв'ячних передач, виконаних у вигляді окремого агрегату і служить для передачі обертання від валу двигуна до робочої машини.

Призначення редуктора – зниження кутової швидкості і відповідно збільшення крутного моменту введеного вала по відношенню до ведучого.

Редуктор складається з корпусу (литого чавунного або зварного сталюого), в якому розміщуються елементи передачі – зубчаті колеса, вал підшипники. Редуктор проектується або для привода певної машини, або по заданому навантаженню і передаточному числу без вказування конкретного

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

призначення. Другий випадок характерний для спеціалізованих заводів, на яких організоване серійне виробництво редукторів.

Редуктори класифікуються за наступними основними ознаками: типом передачі (зубчаті, черв'ячні); числом ступенів (одноступінчаті, двохступінчаті і більше); відносному положенню зубчатих коліс в просторі (горизонтальні вертикальні).

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Конструкторський розділ

1.1. Вибір електродвигуна і кінематичний розрахунок

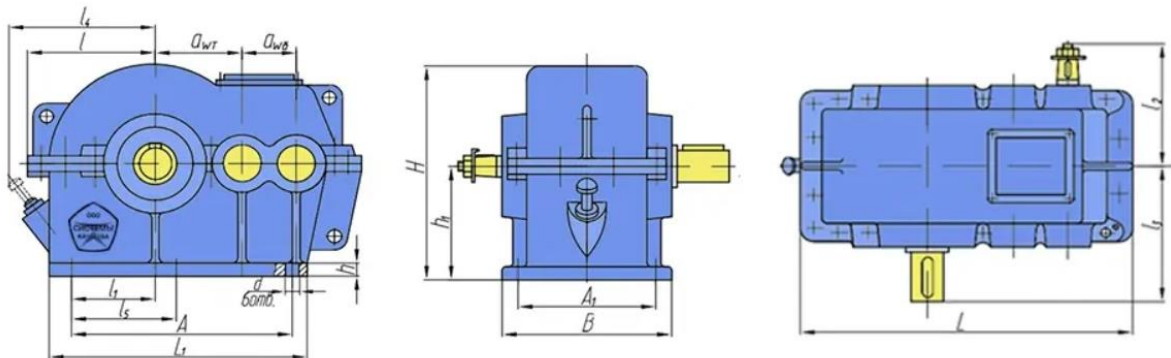


Рис. 1 Редуктор РЦД-350

Визначення потужності і частоти обертання двигуна Загальний ККД приводу:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \quad (1.1)$$

- приймаємо ККД пари циліндричних зубчастих коліс $\eta_1 = 0,97$;
- коефіцієнт враховуючий витрати пари підшипників кочення $\eta_2 = 0,99$;
- ККД відкритої ланцюгової передачі $\eta_3 = 0,97$;
- коефіцієнт , який враховує втрати в опорах вала приводного барабана $\eta_4 = 0,99$.

$$\eta_{\text{заг}} = 0,96 \cdot 0,992 \cdot 0,97 \cdot 0,98 = 0,89$$

Потужність на валу барабана:

$$P_6 = F_t \cdot V_{\text{кВт}} \quad (1.2)$$

$$P_6 = 2 \cdot 1 = 2_{\text{кВт}}$$

Потрібна потужність електродвигуна:

$$P_{\text{потр}} = \frac{P_6}{\eta_{\text{заг}}} \quad (1.3)$$

$$P_{\text{потр}} = \frac{2}{0,89} = 2,25_{\text{кВт}}$$

Визначаємо передаточне число приводу для всіх можливих варіантів типу двигуна при заданій номінальній потужності

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{потр}} = 3_{\text{кВт}}$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Варіанти типу двигуна при заданій потужності

№ п/п	Тип двигуна	Номінальна потужність двигуна	Частота обертання валу двигуна	
			Синхронне	Номінальне
1	4AM90L2Y3	3	3000	2840
2	4AM100S4Y3	3	1500	1435
3	4AM112MA643	3	1000	955
4	4AM112MB8Y3	3	750	700

Кутова швидкість барабану:

$$\omega_6 = \frac{2V_1}{D_6 \cdot 0.001} \quad (1.4)$$

$$\omega_6 = \frac{2}{0,25} = 8 \text{ рад/сек}$$

Частота обертання барабана:

$$n_6 = \frac{30\omega_6}{\pi} \quad (1.5)$$

$$n_6 = \frac{30 \cdot 8}{3,14} = 76 \text{ об/хв}$$

$$u_1 = n_{\text{ном}} / n_6 = 37$$

$$u_2 = n_{\text{ном}} / n_6 = 19$$

$$u_3 = n_{\text{ном}} / n_6 = 13$$

$$u_4 = n_{\text{ном}} / n_6 = 9$$

Визначаємо передаточні числа приводів приймаємо передаточне число редуктора постійним, і змінюючи значення передаточного числа відкритої передачі, розбиваємо передаточне число привода для варіантів типу двигуна $u_{3п} = 4$

увп – повинно знаходитись в діапазоні від 2...5

$$u_{вп1} = u_1 / u_{3п} = 37/4 = 9,2$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$u_{\text{вп}2} = u_2 / u_{\text{зп}} = 19/4=4,75$$

$$u_{\text{вп}3} = u_3 / u_{\text{зп}} =13/4=3,25$$

$$u_{\text{вп}4} = u_4 / u_{\text{зп}} =9/4=2,25$$

$$u_{\text{вп}} = 3,125$$

Як найбільш підходящий обираємо другий варіант. По таблиці К9 ст 384 по потрібній потужності $P_{\text{потр}}=2,25\text{кВт}$. Вибираємо електродвигун, трьохфазний коротко замкнений серії 4А, закритий, охолоджуваний повітрям з синхронною частотою обертання 1000 4АМ112МА6У3, з параметрами 2,25кВт, номінальною частотою обертання 955об/хв. (ГОСТ 15150-69)

Визначення силових і кінематичних параметрів приводу

Потужність P , кВт

Схема Д-ЗП-ВП-РМ

Швидкохідний вал редуктора

$$P_1 = P_{\text{ном}} \cdot \eta_1 \cdot \eta_3 \quad (1.6)$$

$$P_1 = 3 \cdot 0,96 \cdot 0,97=3,49$$

Тихохідний вал редуктора

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \quad (1.7)$$

$$P_2 = 2,79 \cdot 0,96 \cdot 0,99=3,32$$

Робочої машини

$$P_m = P_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \quad (1.8)$$

$$P_m = 2,65 \cdot 0,97 \cdot 0,98=3,22$$

Частота обертання n , об/хв.:

Схема Д-ЗП-ВП-РМ

Двигун $n_{\text{ном}} = 955$

Швидкохідний вал редуктора $n_1 = n_{\text{ном}} = 955$

Тихохідний вал редуктора $n_2 = n_1 / u_{\text{зп}} = 955/4 = 238\text{об/хв.}$

Робочої машини $n_{\text{рм}} = n_2 / u_{\text{вп}} = 238/4= 60\text{об/хв.}$

Кутова швидкість ω , рад/с:

Схема Д-ЗП-ВП-РМ

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Двигуна} \quad \omega_{\text{НОМ}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{НОМ}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 955}{30} = 100$$

$$\text{Швидкохідний вал редуктора} \quad \omega_1 = \omega_{\text{НОМ}} = 100$$

$$\text{Тихохідний вал редуктора} \quad \omega_2 = \frac{\omega_1}{\mu_{\text{ЗП}}} = \frac{99}{4} = 32$$

$$\text{Робочої машини} \quad \omega_{\text{РМ}} = \frac{\omega_2}{\mu_{\text{ВП}}} = \frac{25}{4} = 8$$

Обертний момент Т, Н·м:

Схема Д-ЗП-ВП-РМ

$$\text{Двигуна} \quad T_{\text{ДВ}} = \frac{P_{\text{ДВ}}}{\omega_{\text{НОМ}}} = \frac{3000}{99} = 36$$

$$\text{Швидкохідний вал редуктора} \quad T_1 = T_{\text{ДВ}} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 36 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 34$$

$$\text{Тихохідний вал редуктора} \quad T_2 = T_1 \cdot u_{\text{ЗП}} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 34 \cdot 4 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 109$$

$$\text{Робочої машини} \quad T_{\text{РМ}} = T_2 \cdot u_{\text{ВП}} \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 = 109 \cdot 4 \cdot 0,97 \cdot 0,98 = 403$$

Таблиця 1.2

Силові і кінематичні параметри приводу

Параметр	Передача		Параметр	Вал			
	Закрит	Відкрит		Двигу	Редуктор		Робоча
	а	а			Швидкохідний	Тихохідний	
Передаточне число і	4	3,125	Розрахункова потужність Р, кВт	3	3,49	3,32	3,22
			Кутова швидкість ω , рад/сек.	100	100	32	8

ККД η	0,96	0,97	Частота обертання п,об/хв	955	955	238	59
			Обертний момент Т,Нм	36	34	109	403

1.2. Вибір матеріалів зубчастої передачі

Для виготовлення зубчастої пари вибирають сталь, яка піддається термообробці і здатна забезпечити достатню міцність та довговічність передачі. З метою кращого припрацювання зубів пари, твердість шестерні призначається на 20...50НВ більше ніж колеса.

Для виготовлення шестерні обираємо сталь 40Х з термообробкою покращення з послідовним гартуванням поверхневого шару зубів струмом високої частоти $HB_1 = 269...302$.

Для виготовлення колеса обираємо сталь 40Х з термообробкою покращення, твердість $HB_2 = 235...262$

Визначення середньої твердості матеріалу

$$\text{Матеріал шестерні} \quad HB_{\text{сеп1}} = \frac{HB_{\text{max}} + HB_{\text{min}}}{2} = \frac{300 + 270}{2} = 285$$

$$\text{Матеріал Колеса} \quad HB_{\text{сеп2}} = \frac{HB_{\text{max}} + HB_{\text{min}}}{2} = \frac{240 + 260}{2} = 248$$

Визначення допустимих дотичних напружень $[\sigma]_H$

$$\text{Шестерні } [\sigma]_{H1} = 1,8HB_1 + 67 = 1,8 \cdot 285 + 67 = 580$$

$$\text{Колеса } [\sigma]_{H2} = 1,8HB_2 + 67 = 1,8 \cdot 250 + 67 = 513$$

Визначення допустимих згинаючих напружень

$$\text{Шестерні } [\sigma]_{F1} = 1,03 \cdot HB_1 = 1,03 \cdot 285 = 294$$

$$\text{Колеса } [\sigma]_{F2} = 1,03 \cdot HB_2 = 1,03 \cdot 250 = 255$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріали зубчастої пари

Елемент передачі	Марка сталі	Термічна обробка	Твердість, НВ	$[\sigma]_H$, Н/мм ²	$[\sigma]_F$, Н/мм ²
Шестерня	40ХУ+ТВЧ	нормальна	285	580	294
Колесо	40ХУ	покращення	248	513	255

1.3. Розрахунок зубчастої передачі

Проектний розрахунок передачі (циліндрична косозуба)

Міжосьова відстань

$$a_w = K_a (u_{зп} + 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot 10^3}{\psi_a \cdot u^2 \cdot [\sigma]^2 h h h h^2}}, \text{ мм} \quad (1.9)$$

де K_a - допоміжний коефіцієнт, якій залежить від типу зубів, $K_a=43$

ψ_a - коефіцієнт ширини вінця колеса; $\psi_a=0,3$

$$a_w = 43(4 + 1) \sqrt[3]{\frac{109 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 4^2 \cdot 515^2}} = 155 \text{ мм}$$

Визначення модуля зачеплення t , мм $m = \frac{2 \cdot K_M \cdot T_2 \cdot 10^3}{d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma]_F} \quad (1.10)$

K_T - коефіцієнт розподілення навантаження по ширині вінця; $K_T=5,8$

d_2 - діаметр ділильного кола колеса;

$$d_2 = \frac{2 \cdot a_w \cdot u}{u+1} = 248 \text{ мм} \quad (1.11)$$

b_2 - ширина вінця колеса;

$$b_2 = \psi_a \cdot a_w = 46 \text{ мм}$$

$$m = \frac{2 \cdot 5,8 \cdot 109 \cdot 10^3}{248 \cdot 46 \cdot 256} = 2,108$$

Приймаємо $m=2,25$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення мінімального кута нахилу зубів:

$$\beta_{min} = \arcsin \frac{3.5m}{b_2} \quad (1.12)$$

$$\beta_{min} = 10^\circ$$

Визначення сумарної кількості зубів шестерні і колеса:

$$Z_E = \frac{2 \cdot a_w \cdot \cos \beta_{min}}{m} \quad (1.13)$$

$$Z_E = 145$$

Уточнюємо дійсну величину кута нахилу зубів:

$$\beta = \arccos \left(\frac{Z_E \cdot m}{2 \cdot a_w} \right) \quad (1.14)$$

$$\beta = \arccos \left(\frac{145 \cdot 2.25}{2 \cdot 155} \right) = 11^\circ$$

Визначаємо кількість зубів шестерні

$$Z_1 = \frac{Z_E}{1+u} \quad (1.15)$$

$$Z_1 = \frac{145}{1+4} = 29$$

Визначаємо кількість зубів колеса:

$$Z_2 = Z_{\Sigma} - Z_1 \quad (1.16)$$

$$Z_2 = 145 - 29 = 116$$

Визначаємо фактичне передаточне число і його відхилення від заданого:

$$u_{\Phi} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{116}{29} = 4$$

$$\Delta u = \frac{|u_{\Phi} - u|}{u} = \frac{|4 - 4|}{4} = 0$$

Визначаємо фактичну між осьову відстань за формулою:

$$a_w = \frac{(Z_1 + Z_2)m}{2 \cos \beta} = \frac{145 \cdot 2.25}{1.97} = 155$$

Подальші розрахунки виконуємо за фактичною міжосьовою відстанню.

Визначаємо основні геометричні параметри передачі, мм

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ділильний діаметр d , мм:

Шестерні $d_1 = \frac{m \cdot Z_1}{\cos \beta} = \frac{2.25 \cdot 29}{0.985} = 62 \text{ мм}$

Колеса $d_2 = \frac{m \cdot Z_2}{\cos \beta} = \frac{1.25 \cdot 116}{0.985} = 248$

Діаметр кола вершин зубів d_a , мм:

шестерні $d_{a1} = d_1 + 2m = 68 \text{ мм}$

колеса $d_{a2} = d_2 + 2m = 258 \text{ мм}$

Діаметр кола западин зубів d_f , мм:

шестерні $d_{f1} = d_1 - 2.4m = 56.6 \text{ мм}$

колеса $d_{f2} = d_2 - 2.4m = 246.76 \text{ мм}$

Ширина зубчастого вінця b , мм:

шестерні $b_1 = b_2 + (3 \dots 5 \text{ мм}) = 52 \text{ мм}$

колеса $b_2 = \psi \cdot a_w = 46 \text{ мм}$

Перевірочний розрахунок закритої передачі

Перевіряємо контактне напруження по формулі:

$$\sigma_H = K \cdot \sqrt{\frac{F_t \cdot (u_\phi + 1)}{d_2 + b_2}} \cdot K_{HV} \leq [\sigma]_H, \text{ Н/мм}^2 \quad (1.17)$$

де F_t сила в зачепленні, Н:

$$F_t = \frac{2T_2 \cdot 10^3}{d_1} = \frac{2 \cdot 106000}{147.2} = 1440.2 \text{ Н}$$

K - допоміжний коефіцієнт, для косозубої пердачі $K=43$

K_{HV} - коефіцієнт, який враховує динамічне навантаження, в залежності від окружної швидкості коліс і ступеню точності передачі. Для визнання швидкості $v = 1.84 \text{ м/с}$

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{1440.2 \cdot 5}{147.2 \cdot 27.6}} 1.8 = 497.1 \text{ Н/мм}^2$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Перевіряємо напруження згину зубів шестерні і колеса, Н/мм²

$$\sigma_{F2} = Y_{F1} \cdot Y_{\beta} \frac{F_t}{b \cdot m} K_{Fv} \leq [\sigma]_{F2} \text{ Н/мм}^2 \quad \sigma_{F1} = \sigma_{F2} \frac{Y_{F1}}{Y_{F2}} \leq [\sigma]_{F1} \text{ Н/мм}^2$$

де, $K_{Fv}=1,8$ коефіцієнт, який враховує динамічне навантаження, в залежності від окружної швидкості коліс і ступеню точності передач;

$Y_{F1}=3,81$ -коефіцієнт форми зуба, в залежності від числа зубів z_1

$Y_{F2}=3,6$ - коефіцієнт форми зуба, в залежності від е числа зубів z_2

$Y_{\beta}=0,922$ - коефіцієнт, який враховує нахил зубів.

$$\sigma_{F2} = 3.81 \cdot 0.922 \frac{1440.2}{27.6 \cdot 2.25} \cdot 1.8 = 106.02 \text{ Н/мм}^2$$

$$\sigma_{F1} = 106.02 \frac{3.81}{3.6} = 130.6 \text{ Н/мм}^2$$

Таблиця 1.4.

Геометричні параметри зубчастої конічної передачі

Параметр	Познач.	Значення	Параметр	Познач.	Значення
Міжосьова відстань	aw	155	Ширина зубчатого	b1	52
			вінця	b2	46
Модуль зачеплення	m	2,25	Діаметр кола	da1	68
			вершин зубів	da2	248
Ширина зубчатого	b	46	Діаметр кола	df1	56,6
			западин зубів	df2	246,76
Кількістьзубів	z1	29	Середній ділильний діаметр	d1	62
	z2	116		d2	248
Вид зубів	косі	Кут нахилу зубів	δ	110	

Результати перевірного розрахунку

Параметр	Позначення	Припустиме значення	Розрахункове значення	Примітки
Дотичні напруження	δH	513	497,1	Умова виконується
Напруження згину	$\delta F1$	255	130,6	Умова
	$\delta F2$	294	106,02	Виконується

1.4. Визначення навантажень валів редуктора

Визначення сил в зачепленні закритої передачі (циліндрична косозуба)

Окружна сила F_t , Н:

На колесі:

$$F_{t2} = \frac{2T_2 \cdot 10^3}{d_2} \quad (1.18)$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot 106 \cdot 10^3}{147.2} = 3516 \text{ Н}$$

На шестерні: $F_{t1} = F_{t2} = 3516 \text{ Н}$

Радіальна сила F_r , Н:

На шестерні:

$$F_{r1} = F_{t2} \cdot \frac{0.37}{\cos \beta} \quad (1.19)$$

$$F_{r1} = 3516 \cdot \frac{0.37}{\cos 11} = 1304 \text{ Н}$$

На колесі:

$$F_{r1} = F_{r2} = 1304 \text{ Н}$$

Осьова сила F_a , Н:

На шестерні:

$$F_{a1} = F_{t2} \cdot \tan \beta \quad (1.20)$$

$$F_{a1} = 3516 \cdot \tan 11 = 683 \text{ Н}$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На колесі:

$$F_{a2} = F_{a1} = 683 \text{ Н}$$

Визначення сил, від відкритої передачі (пасової)

Консольна сила

$$F_{\text{ВП}} = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad (1.21)$$

$$F_{\text{ВП}} = 2 \cdot 678 \cdot 6 \cdot \sin \frac{131.18}{2} = 7409 \text{ Н}$$

Таблиця 1.6

Силові навантаження валів

Параметр	Шестерня	Колесо
Колова сила F_t , Н	3516	3516
Радіальна сила F_r , Н	1304	1304
Осьова сила F_a , Н	683	683
Сила від відкритої передачі $F_{\text{ВП}}$, Н	7409	

1.5. Проектний розрахунок валів редуктора

Вибір матеріалу валів

Для проєктованого редуктора обираємо для виготовлення валів термічно оброблену середньовуглецьову сталь 45 або леговану сталь 40Х, з припустимими напруженнями на кручення $\tau_K = 10 \dots 20 \text{ Н/мм}^2$, причому для швидкохідного вала необхідно призначати менше значення, а для тихохідного відповідно більше.

Визначення геометричних параметрів ступеней валів (конічний редуктор)

Швидкохідний вал - шестерня

Перша ступінь - під елемент відкритої передачі та напівмуфту:

$$d_{1\text{III}} = \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot 10^3}{0.2 \cdot [\tau_K]}} = \sqrt[3]{\frac{28 \cdot 10^3}{0.2 \cdot 20}} = 32 \text{ мм}$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l_{1Ш} = (1,0 \dots 1,5) d_{1Ш} = 44,8 \text{ мм}$$

Друга ступінь - під ущільнення:

$$d_{2Ш} = d_{1Ш} + 2t = 36 \text{ мм}$$

де t - висота бортика (таблиця 17)

$$l_{2Ш} = 1,5 d_{2Ш} = 35 \text{ мм}$$

Третій ступінь - під підшипник:

$$d_{3Ш} = d_{2Ш} + 3,2r = 40 \text{ мм}$$

де r - координати фаски підшипника

$$l_{3Ш} = b_1 + 2a = 32,6 \text{ мм}$$

де $a = 8 \dots 10 \text{ мм}$ – відстань від краю шестерні до внутрішньої стінки корпусу редуктора.

Четвертий ступінь - під шестерню:

$$d_{4Ш} = 40 \text{ мм}$$

$$l_{4Ш} = 107,4 \text{ мм}$$

Пятий ступінь під підшипник

$$d_{5Ш} = 40 \text{ мм}$$

$$l_{5Ш} = 34,6$$

Тихохідний вал – вал колеса

Перша ступінь - під зірочку відкритої передачі та напівмуфту:

$$d_{1Т} = \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot 10^3}{0,2 \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{106000}{0,2 \cdot 20}} = 50 \text{ мм}$$

$$l_{1Т} = (1,0 \dots 1,5) d_{1Т} = 70 \text{ мм}$$

Друга ступінь - під ущільнюючу кришку:

$$d_{2Т} = d_{1Т} + 2t = 56 \text{ мм}$$

де t - висота бортика

$$l_{2Т} = 1,25 d_{2Т} = 38 \text{ мм}$$

Третій ступінь - під підшипник:

$$d_{3Т} = d_{2Т} + 3,2r = 60 \text{ мм}$$

де r - координати фаски підшипника (таблиця 17)

$l_{3Т}$ – визначається графічно на ескізній компоновці

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Четвертий ступінь - під колесо:

$$d_{4T} = 63 \text{ мм}$$

$$l_{4T} = 107,4 \text{ мм}$$

П'ята ступінь – під підшипник:

$$d_{5T} = d_{3T} + 3f = 60 \text{ мм}$$

де f – величина фаски (таблиця 1.7)

$$l_{5T} = 34,6$$

Таблиця 1.7.

Параметри валів і підшипників редуктора

Швидкохідний вал - шестерня				Тихохідний вал – вал колеса				Підшипник		
Діаметр				Діаметр				Внутрішній діаметр d	Зовнішній діаметр D	Ширина T
$d_{1Ш}$	32	$l_{1Ш}$	44,8	d_{1T}	50	l_{1T}	70	67208		
$d_{2Ш}$	36	$l_{2Ш}$	35	d_{2T}	56	l_{2T}	38	60	110	22
$d_{3Ш}$	40	$l_{3Ш}$	32,6	d_{3T}	60	l_{3T}	граф.	67209		
$d_{4Ш}$	45	$l_{4Ш}$	107,4	d_{4T}	63	l_{4T}	107,4	40	90	23
$d_{5Ш}$	40	$l_{5Ш}$	34,6	d_{5T}	60	l_{5T}	граф.			

1.6. Конструктивне компонування приводу

Конструктивні розміри шестерні

Шестерня виконується суцільно з валом, розміри шестерні визначені в задачі 3, а вала в задачі 6 у відповідних пунктах, тому окремо розрахунки не виконуються.

1.6 Конструктивні розміри колеса (циліндричного)

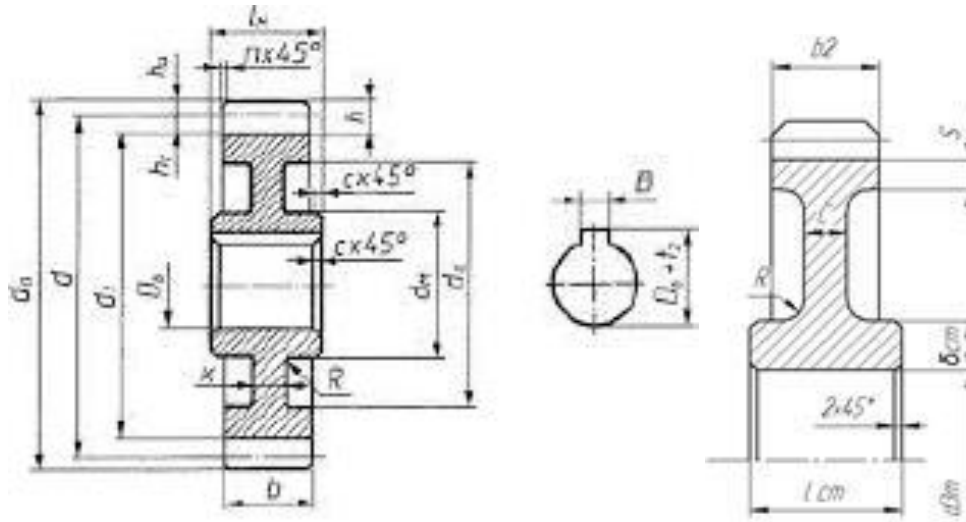


Рисунок 1.6 Геометричні параметри циліндричного зубчатого колеса

Товщина обода

$$S = 2,2 \cdot m + 0,05 b_2 = 7,12 \text{ мм}$$

Внутрішній діаметр ступиці

$$d = d_{3T} = 60 \text{ мм}$$

Товщина ступиці

$$d = 0,3 \cdot d = 25,2 \text{ мм}$$

Довжина ступиці

$$l_{CT} = (1,2 \dots 1,5) \cdot d = 88,2 \text{ мм}$$

Товщина диска

$$C = 0,5 \cdot (S + d) = 16 \text{ мм}$$

Фаска при вершині зуба

$$f = 0,5 \cdot m = 1,125 \text{ мм}$$

Крім того приймаємо:

технологічні радіуси і округлення $R \geq 10 \text{ мм}$;

фаски ступиці $2 \times 45^\circ \text{ мм}$

Конструктивні розміри корпуса редуктора

Товщина стінок корпуса редуктора і ребер жорсткості

$$\delta = 1,12 \cdot \sqrt[4]{T_2} = 3,58 \text{ мм}$$

Отримане значення δ скорочується до цілого значення, але не може бути менше 8 мм, у навантажених місцях – тобто місцях встановлення опор валів δ приймається 15 мм. Технологічні радіуси заокруглень приймаємо $R = 6$ мм

Розміри болтів:

Болти кріплення кришок підшипників М6

Стяжні болти фланця корпусу редуктора М8

Фундаментні болти М10

Довжина болтів визначається з конструктивних міркувань під час виконання креслення редуктора і відповідає ГОСТ 7798-70

1.7. Вибір посадок основних деталей редуктора

Деталі, що знаходяться на валах (зубчасті колеса, підшипники кочення, зірочки, шківів і ін.), що встановлюються, як правило, з натягом (посадка Н7/п6, Н7/к6, Н7/ї6), а ці ж деталі (крім підшипників кочення), які встановлюються на кінцях валів, проміжними посадками (Н7/н6, Н7/г6, Н7/ф7). Оскільки підшипники кочення є стандартними виробами, що мають свої поля допусків на виготовлення, то при визначенні посадки опускаються поля допусків стандартних виробів. Наприклад, при посадці підшипника кочення на вал діаметром 30мм, потрібно вказати тільки поле допуску валу, тобто $\varnothing 30k6$, а при посадці підшипника кочення в отвір діаметром 52мм, слід вказувати поле допуску отвору $\varnothing 52H7$.

Шпонки в шпоночних з'єднаннях встановлюються в пазах валу і отвору по посадці Р9/н9 (Р9 – поле допуску ширини шпонки, н9 – поле допуску ширини пазу валу і ширини пазу в отворі). Для шліцевого (зубчастого) з'єднання валу з деталлю при їх рухомому з'єднанні розміри поперечного перерізу валу і отворі в деталі визначаються по ГОСТ 1139-58.

Шпоночні пази на валу утворюються фрезеруванням ($Ra_{2,5 \dots 1,25 \mu m}$), а в отворі довбанням або протягуванням ($Ra_{2,5 \mu m}$).

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Поверхні валів з вище вказаними посадками, як правило, шліфуються, тобто $Ra_{2,5...0,63\text{мкм}}$, в випадку відсутності шліфувальних операцій ці поверхні обточують з шорсткістю $Ra_{1,25\text{мкм}}$. З ціллю підвищення зносостійкості частини валу, які призначені по встановленню манжет по ГОСТ 8752-79, повинні піддаватися загартовуванню ТВЧ до твердості HRC 40...50 на глибину $h_{0,8...1,0\text{мм}}$ і подальшому поліруванню $Ra_{0,16...0,04\text{мкм}}$. Вільні частини валів і торці валів оброблюються чорновим або получорновим точінням $Ra_{40...20\text{мкм}}$.

1.8 Вибір сорту мастила

Змащування зубчатого зачеплення виконується зануренням зубчатого колеса в масло, заливаємого в середину корпуса до занурення колеса на всю довжину зуба.

По [1 табл. 10.8] встановлюємо в'язкість масла. При контактному напруженні $\sigma_H = 430\text{МПа}$ і середній швидкості $V = 2,58\text{ м/с}$ в'язкість масла потрібно щоб була приблизно рівна $28 \cdot 10^{-6}\text{ м/с}$. По [1 табл 10.10] приймаємо масло індустріальне И-30А (по ГОСТ 20799-75).

Підшипники змащуємо пластичним змазочним матеріалом, який закладаємо в підшипникові камери при монтажі. Сорт мазі вибираємо по [1 табл. 9.14] солідол марки УС-2.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.9. Опис порядку складання і викреслювання редуктора

Внутрішню поверхню перед складанням очищуємо і покриваємо малостійкою фарбою.

Складання починаємо із вузлів валів.

На внутрішній вал закладаємо шпонку і напресовуємо шестерню до упора в борт вала. Надіваємо розпірну втулку, масло утримуючі кільця і встановлюємо підшипники, попередньо нагріті до 80-100 °С. Після чого напресовуємо шків.

Аналогічно збираємо вузол веденого вала. На вихідний кінець якого напресовуємо пів муфти. Зібрані вали вкладаємо в основу корпусу і надіваємо кришку. Попередньо поверхню контакту змащуючи спиртовим маслом.

Для центрування встановлюємо кришку на корпус з допомогою двох конічних штифтів; затягують болти. Що кріплять кришку до редуктора. Після цього на ведення вал надягаємо кільце, в підшипниковій камері закладаємо пластикову змазку і ставимо кришку підшипників 2 механічних прокладок для регулювання.

Перед установленням кришок в проточки закладаємо войлочні ущільнення, просочені гарячим маслом і перевіряємо вали на факт заклинювання підшипників, і закріплюємо кришки гвинтами.

Вкручуємо корок масло спускного отвору з прокладкою жезловим масло покажчиком. Після чого заливаємо в корпус масло і закриваємо спостережний отвір.

Зібраний редуктор підлягає обкатуванню і випробуванню по певній програмі.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

1.10. Характеристика і призначення деталі

Деталь «Вал – шестерня» (рис.1.10.1) – є тілом обертання. Деталь є складовою горизонтального циліндричного редуктора РЦД 350 (рис.1.10.2). Вал - шестерня має такі зовнішні поверхні обертання: $\varnothing 30s7$ мм, $\varnothing 45m6$ мм, $\varnothing 56$ мм, $\varnothing 70.6h9$ мм. та шпоночний паз $8h9$ $4h11$ на 45. Виконана зубчаста поверхня з $t=3$ мм, $z=21$, степінь точності та вид спряження 8-В.

На поверхні $\varnothing 70.6h9$ мм виконані 2 фаски 4×45 мм, на поверхні $\varnothing 30s7$ мм виконана 1 фаску 2×45 мм, на поверхні $\varnothing 45m6$ мм виконана 1 фаска 2×45 мм.

Визначення класу деталі виконуємо по класифікатору ЄСКД і технологічному класифікатору деталей машинобудування.

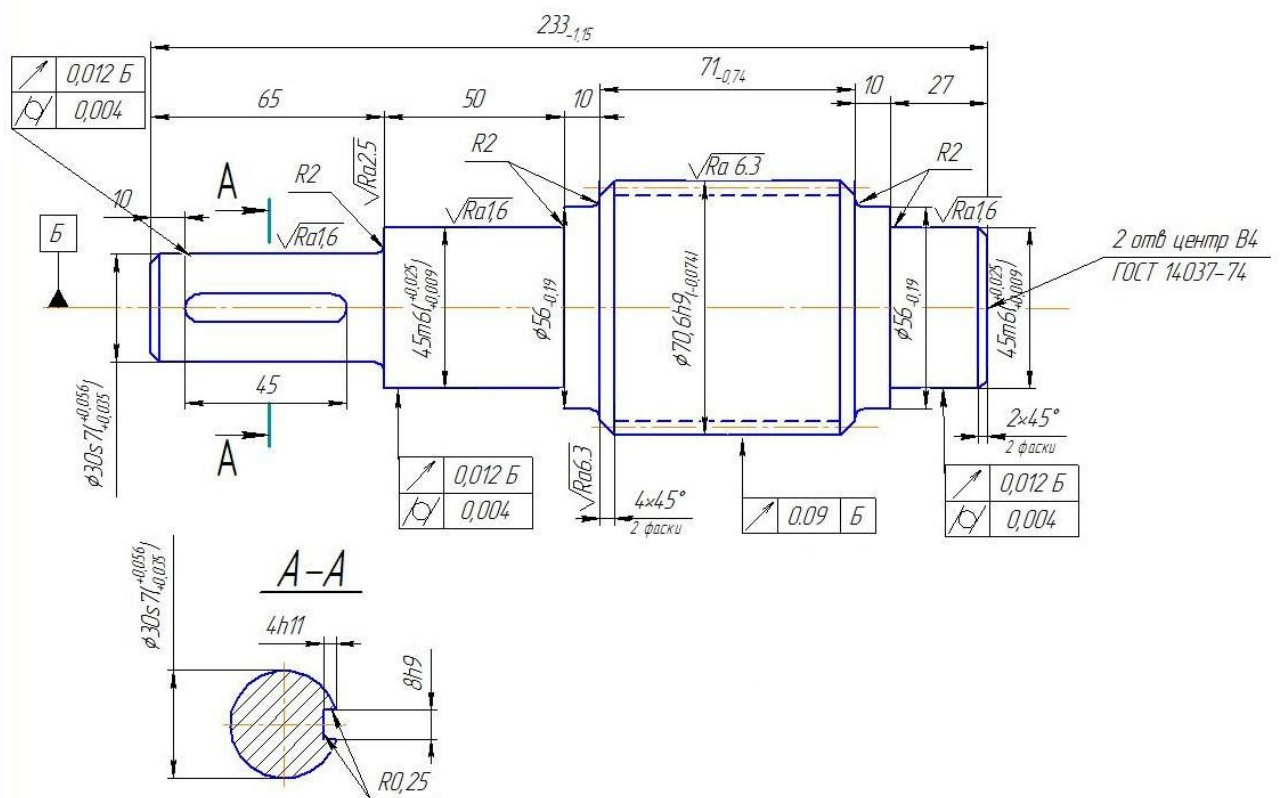


Рис. 1.10.1. Вал-шестерня

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вибір методу отримання заготовки

Вибір методу отримання заготовки є важливим етапом при розробці технології виготовлення деталі. Від цього залежать витрати матеріалу на деталь, можливість здійснення найбільш доцільного технологічного процесу її виготовлення, трудомісткість механічних операцій, а значить і собівартість виготовленої деталі.

При виборі методу отримання заготовок для деталей машин слід враховувати такі фактори як: призначення і конструкція деталі, матеріал, технічні вимоги, серійність випуску, а також економічну доцільність виготовлення. Оптимальним є той метод отримання заготовки, який забезпечує технологічність виготовленої з неї деталі, при мінімальній її собівартості.

Для даної деталі попередньо вибираємо метод отримання заготовки – прокат. Остаточний варіант приймемо після економічного розрахунку собівартості вибраного методу і порівняння його з іншим.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічне обґрунтування вибраного методу отримання заготовки.

Враховуючи геометричні параметри валу–шестерні, в умовах серійного виробництва, в якості заготовки для нього може бути використана заготовка із прокату або штампована заготовка. Порівняємо ці два варіанти отримання заготовок за вартістю.

Отримання заготовки із прокату

Вартість заготовки із прокату визначаємо за формулою:

$$C_{зп} = \frac{C}{1000} \cdot m_{зп} - (m_{зп} - m_0) \cdot \frac{C_{відх}}{1000} \quad (2.1)$$

де С – вартість 1 тони матеріалу заготовки (Сталь 45),

С=1120грн/т;

Т_д - маса готової деталі, Т_д=3,6кг;

С_{відх} - вартість 1 тони відходів,

С_{відх}=168грн/т;

Т_{зп} - маса заготовки.

Масу заготовки визначемо за формулою:

$$m_{зп} = V_{заг} \cdot \rho = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot \rho \quad (2.2)$$

де d – діаметр прокату, мм;

L – довжина прокату, мм;

ρ - густина матеріалу заготовки.

$$m_{зп} = \frac{3,14 \cdot 71^2}{4} \cdot 233 \cdot 7.8 \cdot 10^{-6} = 7.19 \text{ кг}$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вартість заготовки із прокату складає:

$$C_{\text{зп}} = \frac{1120}{1000} \cdot 7,19 - (7,19 - 3,6) \cdot \frac{168}{1000} = 7,44 \text{ грн}$$

Коефіцієнт використання матеріалу для заготовки із прокату:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_0}{m_{\text{зп}}} \quad (2.3)$$

$$K_{\text{вм}} = \frac{3.16}{7.9} = 0.5$$

Отримання заготовки на ГKM

Вартість штампованої заготовки визначаємо за формулою:

$$C_{\text{зш}} = \left(\frac{C}{1000} \cdot m_{\text{зш}} \cdot K_{\text{Т}} \cdot K_{\text{С}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{П}} \right) - (m_{\text{зш}} - m_0) \cdot \frac{C_{\text{відх}}}{1000} \quad (2.4)$$

де С – вартість 1 тони заготовок, отриманих штамповкою із базового матеріалу (Сталь 45),

$C=25500 \text{ грн/т}$;

$C_{\text{відх}}$ - вартість 1 тони відходів,

$C_{\text{відх}}=16800 \text{ грн/т}$

$K_{\text{Т}}$ - коефіцієнт, який враховує точність поковки.

Клас точності поковок встановлюють в залежності від виду обладнання по ГОСТ 7505-89. Для штамповки на ГKM клас точності Т4, Т5.

$K_{\text{Т}}=1,0$ для класу точності Т4 [4];

$K_{\text{С}}$ - коефіцієнт, який враховує складність поковки.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ступінь складності визначаємо за формулою:

$$C = \frac{m_{\text{зш}}}{m_{\phi}} \quad (2.5)$$

де m_{ϕ} - маса найпростішої геометричної фігури, мінімального об'єму, в яку уписується заготовка, кг.

$$m_{\phi} = \frac{\pi}{4} \cdot \rho \cdot d^2 \cdot L \quad (2.6)$$

$$m_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 71^2}{4} \cdot 233 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 7,19 \text{ кг}$$

Тоді:

$$C = \frac{5.02}{7.19} = 0.7$$

Ступінь складності – C_1 [24];

$K_c = 0,75$ для C_1 [4];

K_v - коефіцієнт, який враховує масу поковки,

$K_v = 0,87$ [4];

K_m - коефіцієнт, який враховує матеріал,

$K_m = 1,0$ [4];

K_{π} - коефіцієнт, який враховує серійність (програму випуску),

$K_{\pi} = 1,0$ [4];

$m_{\text{зш}}$ - маса штампованої заготовки.

$$m_{\text{зш}} = \frac{\pi}{4} \cdot \rho \left(\sum_l^n d_i^2 \cdot L_i \right) \quad (2.7)$$

де d_i - діаметр i -тої ступені заготовки на довжині L_i , мм.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{\text{зш}} = \frac{3,14}{4} \cdot 7,8(30^2 \cdot 65 + 45^2 \cdot 50 + 56^2 \cdot 10 + 71^2 \cdot 71 + 56^2 \cdot 10 + 45^2 \cdot 27) = 3,86 \text{ кг}$$

$$m_{\text{зш}} = 1,3 \cdot 3,86 = 5,02 \text{ кг}$$

Вартість штампованої заготовки складає:

$$C_{\text{зш}} = \frac{25500}{1000} \cdot 5,02 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 0,75 \cdot 1 - (5,02 - 3,6) \cdot \frac{16800}{1000} = 79,5 \text{ грн}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_0}{m_{\text{зш}}} \quad (2.8)$$

$$K_{\text{вм}} = \frac{3,6}{5,02} = 0,71$$

Порівнюючи ці два варіанта робимо висновок, що вартість штампованої заготовки більше, ніж заготовки із прокату. Але різниця коефіцієнтів використання матеріалу вказує на доцільність використання заготовки із штамповки.

Враховуючи проведений аналіз, остаточно вибираємо для даної деталі в якості заготовки штамповку.

2.2. Розробка маршруту виготовлення вала-шестерні. Вибір устаткування, пристосувань та ріжучого інструменту.

Маршрутний технологічний процес виготовлення деталі.

Маршрут обробки деталі вибирають згідно з вимогами робочого креслення і прийнятою заготовкою. На цьому етапі складають загальний план обробки деталі, приводять зміст операцій технологічного процесу, вибирають технологічне обладнання.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Не зважаючи на те, що кожен конкретний випадок потребує певного індивідуального підходу, при складанні послідовності обробки, слід притримуватись наступних рекомендацій:

1. Операції повинні бути однакові або кратні за трудомісткістю.
2. Кожна послідуєча операція повинна зменшувати похибки і поліпшувати якість поверхонь.
3. В першу чергу обробляється та поверхня, яка буде служити технологічною базою для послідуєчих операцій.
4. Далі слід обробляти ті поверхні, з яких знімається найбільший шар металу.

Це призведе до своєчасного виявлення можливих внутрішніх дефектів заготовки.

5. Обробка інших поверхонь ведеться в послідовності, зворотній ступеню їх точності: чим точніше повинна бути поверхня, тим пізніше вона обробляється.

6. Закінчується обробка тією поверхнею, яка є найточніша і має найбільше значення для експлуатації деталі.

7. При визначенні послідовності виконання чорнових і чистових операцій слід враховувати те, що суміщення їх на одних і тих же верстатах призводить до зниження точності обробки внаслідок підвищеної зношеності верстата на чорнових операціях.

8. Обробку поверхонь з точним взаємним положенням, якщо це можливо, слід включати в одну операцію і виконувати за одне закріплення заготовки.

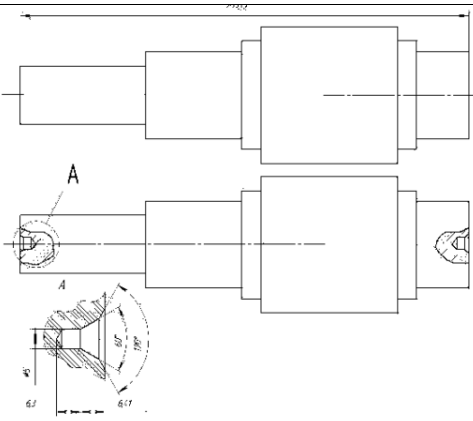
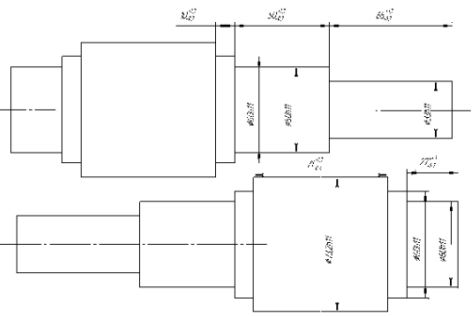
9. Отвори слід свердлити в кінці технологічного процесу, за виключенням, коли вони служать базами для встановлення.

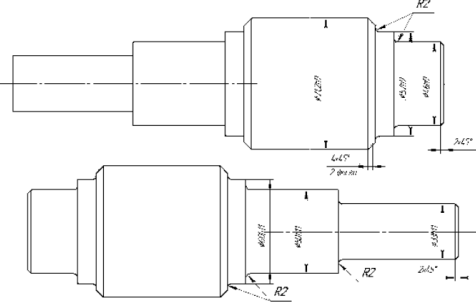
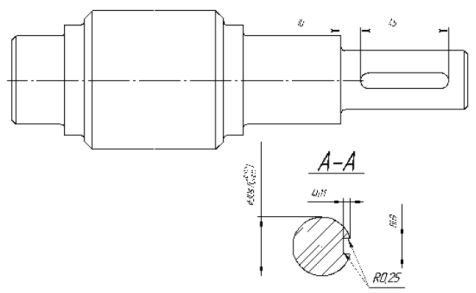
10. Технічний контроль намічують після тих етапів обробки, де можлива підвищена кількість браку, перед складними і дорогими операціями, після закінченого циклу, а також в кінці обробки деталі.

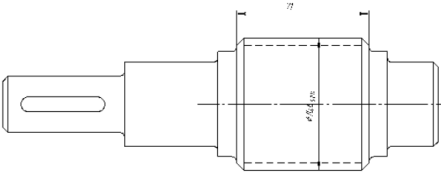
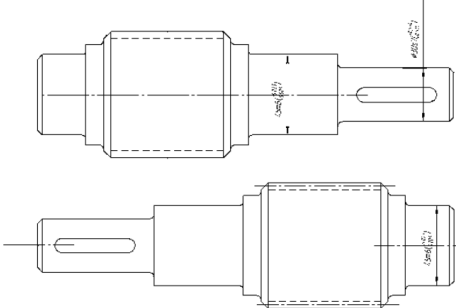
					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Технологічний маршрут обробки вал-шестерні.

Найменування і назва операції	Зміст операції	Ескіз операції	Технологічне об- ладнання, осна- щення та інстру- мент
1	2	3	4
005 Фрезерно- центрувальн а	Фрезерува - ти торцеві поверхні А і Б Свердлува - ти центрові отвори 1 і 2		Фрезерно- центрувальний верстат МР-78 Пристосування (при верстаті) Фреза торцева І- 100 ГОСТ 9304- 69 Свердла центрові (комбіновані) Ø5
010 Токарна з ЧПК	Встанов А Точити пове- рхні Ø33h11, Ø50 h11, Ø60 h11 начорно. Встанов Б Ø50h11, Ø60 h11, Ø73,2		Токарний з ЧПК верстат 16K20T1 Різець прохідний упорний прямий ГОСТ 18879-73

015 Токарна ЧПК	Встанов А Точити поверхні $\varnothing 46h9$, $\varnothing 57h9$, $\varnothing 71,2h9$, 1фаску $2 \times 45^\circ$, 2фаску $4 \times 45^\circ$, R2 начисто. Встанов Б Точити по- верхні $\varnothing 31h9$, $\varnothing 46h9$, $\varnothing 57h9$ 1фаску $2 \times 45^\circ$, R2 начисто.		Токарний з ЧПК вер- стат 16К20Т1 Різець прохід- ний упорний прямий ГОСТ 18879- 73 Різець фасочний. Різець галтельний
020 Шпонково- фрезерувальна	Фрезерува- ти ШПОНКОВИЙ паз		Шпонково- фрезерний верстат 6Д91 Пристосування (при верстаті) Фреза концева.

025 Зубофрезерна	Нарізати зуби начорно і на- чисто		Вертикально- зубофрезірний верстат 5М310 для циліндрич- них колес Фреза черв'яч- на.
026 Термічна	Піддати тер- мічній оброб- ці ділянку валу		Установка ТВЧ
030 Шліфувальна	Встанов А Шліфувати поверхні Ø45m6, Ø30s7, попередно і остаточно. Встанов Б Шліфувати поверхні Ø45m6 попередно і остаточно		Круглошліфу- вальний верс- тат 3М151 Центр ГОСТ 18259-72 Патрон повід- ковий Круг шліфува- льний 120×20×35 ГОСТ 2424-75

Вибір обладнання, ріжучого інструменту і пристосувань

Після розробки кожної операції для проектного технологічного процесу проводиться вибір технологічного обладнання.

При виборі моделі верстата перш за все визначається його можливість забезпечити точність розмірів і форми, а також якість поверхні виготовленої потрібну модель вибирають з наступних міркувань:

1. Відповідність основних розмірів верстата габаритам оброблюваних деталей, встановлених за прийнятою схемою обробки;
2. Відповідність верстата продуктивності заданого масштабу виробництва;
3. Можливість роботи на оптимальних режимах різання;
4. Відповідність верстата потужності;
5. Можливість механізації та автоматизації виконуваної обробки;
6. Найменша собівартість обробки;
7. Реальна можливість придбання верстата;
8. Необхідність використання наявних верстатів.

Щоб цілком забезпечити робоче місце для високопродуктивної роботи, потрібно використання відповідного оснащення. Основна вимога при оснащенні – повна відповідність засобів оснащення змісту виробничого процесу, який забезпечує раціональне використання засобів праці, фонду робочого часу і безпеки праці робітників.

Конструкція і розміри інструменту для кожної операції залежать від виду обробки, розмірів оброблюваних поверхонь, властивостей матеріалу заготовки, потрібній точності і шорсткості оброблюваних поверхонь.

Використовуване обладнання, на кожну операцію представлені в таблиці 2.3.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведена таблиця використовуваного обладнання

Шифр операції	Найменування операції	Наменування, модель верстака	Потужність верстака, кВт
005	Фрезерно-центрувальна.	Фрезерно-центрувальний напівавтомат верстат МР-78.	5,1
010	Токарний з ЧПК	Токарний з ЧПК верстат 16K20T1.	11
015	Токарний з ЧПК.	Токарний з ЧПК верстат 16K20T1	11
020	Шпонково-фрезерувальна.	Шпонково-фрезерний верстат 6Д91.	2,2
025	Зубофрезерна.	Вертикально-зубофрезірний верстат 5М310 для циліндричних колес.	4
030	Шліфувальна.	Круглошліфувальний верстат 3М151.	10

В таблиці 2.3 наведені технічні характеристики деяких металорізальних верстатів, які застосовуються при обробці даного вала-шестерні.

Таблиця 2.3

Необхідний ріжучий інструмент

Шифр операції	Найменування операції	Наменування ріжучого Інструменту і ГОСТ	Час роботи на операції, То, хв.
005	Фрезерно-центрувальна.	Фреза торцева I-100 ГОСТ 9304-69 Свердла центрові (комбіновані) Ø6(2 шт.) ГОСТ 14952-69	0,23
010	Токарно-копіювальна.	Різець прохідний упорний прямий ГОСТ 18879-73	0,39
015	Токарно-копіювальна.	Різець прохідний упорний прямий ГОСТ 18879-73	1,61
020	Шпонково-фрезерувальна.	Фреза концева ГОСТ 17025-71	0,53
025	Зубофрезерна.	Фреза черв'ячна ГОСТ 9324-80	0,23
030	Шліфувальна.	Круг шліфувальний ГОСТ 2424-75	1,18

2.3. Вибір технологічних баз для встановлення заготовки при обробці.

Від правильного вибору технологічних баз в значній мірі залежать: фактична точність виконання розмірів, які задані на кресленні; правильність взаємного положення поверхонь; ступінь складності та конструкція необхідних пристосувань, ріжучих та вимірювальних інструментів; продуктивність обробки.

В основу принципу базування заготовок покладено наступне:

1. При високих вимогах до точності обробки необхідно вибрати таку схему базування, яка забезпечить найменшу похибку встановлення заготовки.
2. Для підвищення точності деталей та зібраних вузлів необхідно застосовувати принцип суміщення (єдності) баз – суміщувати конструктивну, техноло- гічну та вимірювальну бази.
3. Доцільно дотримувати принцип сталості бази. При зміні баз в ході техно- логічного процесу точність обробки знижується через похибку взаємного розташування нових технологічних баз, і тих, що застосовувалися раніше.

Вихідними даними для визначення технологічних баз є:

- складальне креслення вузла або виробу;
- креслення деталі після конструкторського і технологічного контролю;
- умови виробництва: програма (об'єм) випуску, склад та стан технологічного обладнання, оснащеність пристосуваннями, ріжучим та вимірювальним ін- strumentом, кваліфікація робочих.

В даному випадку деталь не піддається повній обробці, тому за техно- логічні бази для першої операції рекомендують приймати поверхні, які взага- лі не обробляються. Це забезпечить найменший зсув оброблених поверхонь відносно необроблених. Надалі в процесі обробки будуть використовуватися допоміжні (штучні) бази, які були отримані на операції 005, а саме торцеві поверхні та гнізда центрових отворів.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Проектування заготовки

Всі заготовки, призначені для механічної обробки, виготовляються з припуском на розмір готової деталі (припуском на обробку).

Величини припусків і допуски на розміри заготовок залежать від ряду факторів, ступінь впливу яких є різним. До основних факторів відносять: матеріал, конфігурацію, розміри, вид і спосіб виготовлення заготовки, вимоги по відношенню до механічної обробки, шорсткості поверхні, а також точність розмірів деталі. При цьому необхідно щоб величина припуску була найменшою (так як великі припуски зменшують коефіцієнт використання матеріалу), але достатньою для досягнення заданої точності поверхонь деталі.

Для ступінчатих валів розрахунок ведуть по поверхні з найбільшим діаметром, а при рівних діаметрах – по поверхні до якої пред'являють найвищі вимоги по точності та якості поверхні.

Напуск на інших поверхнях, якщо це допускається глибиною різання, знімають при чорновій обробці за один робочий хід; більший напуск видаляють за два робочих хода: 60 – 70% за перший та 30 – 40% за другий. Подальшу обробку вала-шестерні ведуть відповідно розрахованим граничним розмірам.

Розрахунок припусків табличним методом.

На основні поверхні деталі припуски та допуски приймаємо табличним методом по ГОСТ 7505-89 і результати заносимо до таблиці 2.5.

Для визначення припусків та допусків необхідно встановити наступні параметри:

Клас точності: Т4(штампівка на ГKM); Група сталі: М2;

Ступінь складності: С₁; Вихідний індекс: 11;

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Визначаємо припуски та допуски на необхідні поверхні вала шестерні:

На розмір(2) Ø30s7 мм;

Припуск – 2×1,5мм;

Допуск – 1,6 $\left(\begin{smallmatrix} +1.1 \\ -0.5 \end{smallmatrix}\right)$

На розмір(3;9) Ø45m6 мм;

Припуск – 2×1,8мм;

Допуск – 2,0 $\left(\begin{smallmatrix} +1.3 \\ -0.7 \end{smallmatrix}\right)$

На розмір(4;8)Ø56 мм;

Припуск – 2×1,6мм;

Допуск – 2,0 $\left(\begin{smallmatrix} +1.3 \\ -0.7 \end{smallmatrix}\right)$

На розмір(5;7) 71мм;

Припуск – 1,6мм;

Допуск – 2,0 $\left(\begin{smallmatrix} +1.3 \\ -0.7 \end{smallmatrix}\right)$

На розмір(6) 70,6h9мм;

Припуск – 2×1,6мм;

Допуск – 2,0 $\left(\begin{smallmatrix} +1.3 \\ -0.7 \end{smallmatrix}\right)$

На розмір(10;11) 233мм;

Припуск – 1,8мм;

Допуск – 2,5 $\left(\begin{smallmatrix} +1.3 \\ -0.7 \end{smallmatrix}\right)$

					МІ 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4

**Припуски та допуски на обробляємі поверхні вала-шестерні
по ГОСТ 7505-89.**

Поверхня №	Розмір, мм	Припуск,мм	Допуск, мм
2	$\varnothing 30s7 \begin{pmatrix} +0,056 \\ +0,035 \end{pmatrix}$	2×1,5	$1,6 \begin{pmatrix} +1,1 \\ -0,5 \end{pmatrix}$
3;9	$\varnothing 45m6 \begin{pmatrix} +0,025 \\ +0,009 \end{pmatrix}$	2×1,8	$2,0 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{pmatrix}$
4;8	$\varnothing 56(-0,19)$	2×1,6	$2,0 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{pmatrix}$
5;7	71(-0,74)	1,6	$2,0 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{pmatrix}$
6	$\varnothing 70,6h9(-0,074)$	2×1,6	$2,0 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,7 \end{pmatrix}$
1;10	233(-1,15)	1,8	$2,5 \begin{pmatrix} +1,6 \\ -0,9 \end{pmatrix}$

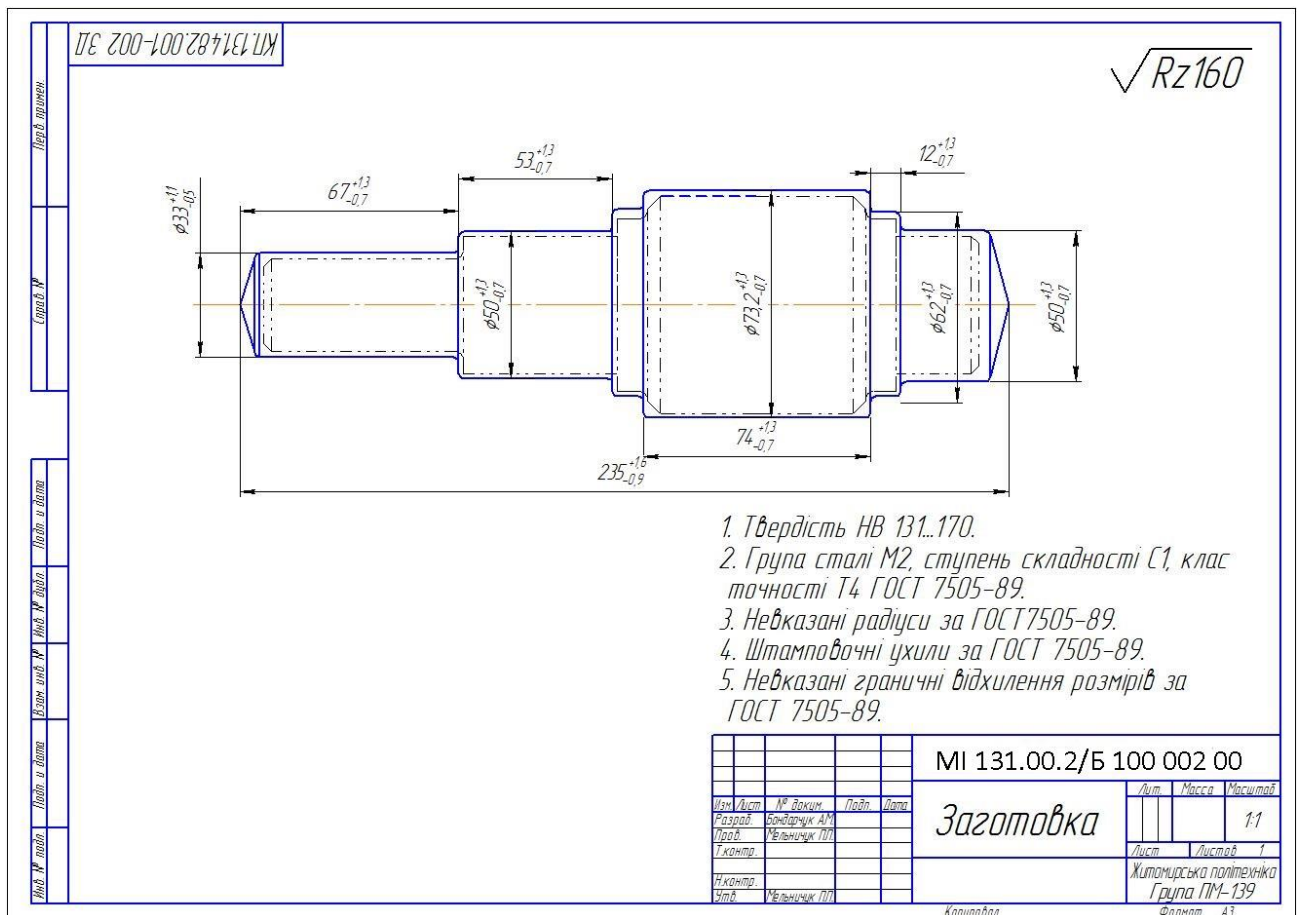


Рис. 2.4 Ескіз заготовки (штамповки на ГKM) вала-шестерні

2.5. Розрахунок режимів різання.

Визначаємо режими різання табличним методом.

Розраховуємо режими різання для операції 010 токарно-копіювальна, яка проводиться на токарно-копіювальному богаторізцовому напівавтоматі верстат 1Н713. Визначаємо довжину робочого ходу супорта за формулою:

$$L_{p.x} = L_{p.із.} + y + L_{доп.}, \quad (2.9)$$

де $L_{p.із.}$ – довжина різання;

y – підвід, врізання та перебіг інструменту;

$L_{доп.}$ – додаткова довжина ходу, яка обумовлюється в деяких випадках особливостями наладки і конфігурацією деталей;

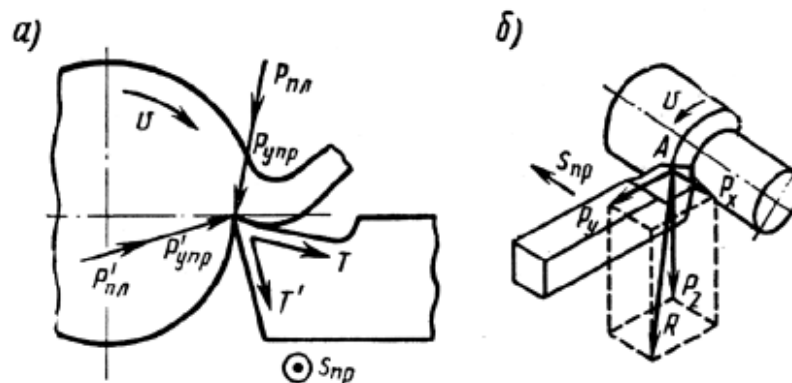


Рис. 2.5 Сили різання

Вибираємо данні з маршруту обробки та табличних даних [6]:

$$L_{\text{різ.}} = 65 \text{ мм}; y = 8 \text{ мм}; L_{\text{доп}} = 0;$$

$$L_{\text{р.х}} = 65 + 8 = 73 \text{ мм.}$$

Глибина різання $t = 1 \text{ мм.}$

Призначаємо величину подачі супорта на оберт шпінделя [6]:

$$S_0 = 0,6. \text{ мм/об}$$

Уточнюємо величину подачі по паспорту верстата [5]:

$$S_0 = 0,6 \text{ мм/ою}$$

Визначаємо стійкість інструменту по нормативам [6]:

$$T = 60$$

Розраховуємо швидкість різання за формулою:

$$V = V_{\text{таб.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3. \quad (2.10)$$

де $V_{\text{таб.}}$ – табличне значення швидкості;

K_1 – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

K_2 – коефіцієнт, який залежить від стійкості та марки матеріалу ріжучою частини;

K_3 – коефіцієнт, який залежить від виду обробки;

$$V_{\text{таб.}} = 125 \text{ м/хв}; K_1 = 0,9; K_2 = 1,55; K_3 = 1 [6].$$

$$V = 125 \cdot 0,9 \cdot 1,55 \cdot 1 = 174,3 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо рекомендоване число обертів шпинделя станка за формулою:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad (2.11)$$

де V – розрахункова швидкість різання;

d – діаметр оброблюємої поверхні.

$$n = \frac{174,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 33} = 1682,1 \text{ хв}^{-1}.$$

Обираємо найближче значення числа обертів верстату [5]:

$$n = 1700 \text{ хв}^{-1};$$

Уточнюємо швидкість різання по прийнятому значенню числа обертів шпинделя, за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.12)$$

де n – прийняте число обертів верстата;

d – діаметр оброблюємої поверхні.

$$V = \frac{3,14 \cdot 33 \cdot 1700}{1000} = 176 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо основний машиний час за формулою:

$$t_i = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n} \quad (2.13)$$

де $L_{p.x}$ – довжина робочого ходу супорту;

S_o – подача супорту на оберт шпинделя;

n – число обертів верстата.

$$t_i = \frac{73}{0,6 \cdot 1700} = 0,07 \text{ хв}$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення потужності різання необхідно розрахувати силу різання P_z :

$$P_z = P_{z\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (2.14)$$

де K_1 – коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

K_2 – коефіцієнт, який залежить від швидкості різання та переднього кута в плані при точінні сталі твердосплавним інструментом.

$$P_{z\text{табл.}} = 135 \text{ кГ};$$

$$K_1 = 0,8;$$

$$K_2 = 1 [5].$$

$$P_z = 135 \cdot 0,8 \cdot 1 = 108 \text{ кГ}.$$

Отже потужність різання буде дорівнювати :

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V}{6120}; \quad (2.15)$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{108 \cdot 176}{6120} = 3,1$$

Порівнюємо потужність різання з потужністю верстата:

$$N_{\text{різ}} \cdot \eta \geq N_{\text{вер}}$$

$$11 \cdot 0,75 \geq 3,1$$

$$8,25 \geq 3,1$$

Умова виконується. Аналогічним методом розраховуємо режими різання на інші операції, визначені дані записуємо до таблиці 2.5.

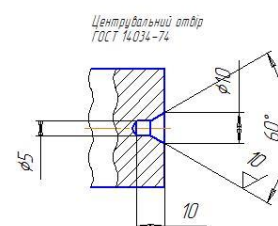
					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5.

Зведена таблиця режимів різання

Найменування і зміст операції	Глибина різання t , мм	Подача S , мм/об	Швидкість різання V , м/хв	Частота обертання шпинделя n , хв^{-1}	Основний машинний час t_m , хв
1	2	3	4	5	6
005 Фрезерно-центрувальна					
1. Фрезерування торцевих поверхонь	1,7	1,0	182,1	580	0,21
2. Свердлування центрових отворів	1	0,1	17,6	1125	0,02
010Токарна зЧПК					
Встанов А					
1. Точити по-верхні	1	0,6	176	1700	0,07
Ø 33h11	2	0,6	176	1120	0,05
Ø 50h11	1,5	0,6	179	950	0,02
Ø 60h11					
Встанов Б					
2. Точити по-верхні	2	0,6	176	1120	0,05
	1,5	0,6	179	950	0,02
Ø 50h11	1	0,6	172,3	750	0,18
Ø 60h11					
Ø73,2h11					

015Токарна зЧПК Встанов А					
1. Точити по- верхні	0,5	0,2	175,2	1800	0,57
Ø 31h9	0,5	0,2	180,5	1250	0,23
Ø 46h9	0,5	0,2	179	1000	0,09
Ø 57h9					
Встанов Б					
2. Точити по- верхні	0,5	0,2	180,5	1250	0,14
Ø 46h9	0,3	0,2	178,8	800	0,49
Ø 71,2h9	0,5	0,2	180,5	1000	0,09
Ø57 h9					
020 Шпонково- фрезерувальна					
1.Фрезерувати шпонковий паз	4	0,2	22,6	800	0,53
025 Зубофрезерна		1,4	50,8	180	0,23
1.Нарізати зуби.					
030 Круглошліфу- вальна					
1.Шліфувати пове- рхні	0,100	0,85	Vk =10м/с	нк = 1590 пз = 300	1,18
Ø30 s7 ^(+0,056 +0,035)			Vз =		
Ø45 m6 ^(+0,025 +0,009)			282,6		

10
V

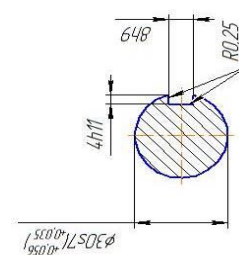
Эп.	Класс	№ документа	Подпись	Дата	Эп.	Класс	№ документа	Подпись	Дата	Разработчик	Бюджетчик	АМ	Ар.
										Левашов	Мельничук	П/П	
										Г. Копер			Ар.
										Сем. Волков	Мельничук	П/П	

Пристрій : Повідок, центра



Рис. 2.5.1 Токарна операція

Шпательная кинематика фрезер $\phi 8\text{мм}$ по ГОСТ 17025-74.

[illegible]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ

Арк.

47

2.6. Розрахунок технічних норм часу.

Технічні норми часу в умовах серійного виробництва встановлюються розрахунково-аналітичним методом.

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{\text{шт}} \quad (2.16)$$

де $T_{\text{шт}}$ - норма штучного часу,

$$T_{\text{шт}} = t_0 + t_{\text{доп}} + t_{\text{об.від}} \quad (2.17)$$

T_{n-3} - підготовчо-заключний час, хв;

n - кількість деталей в передавальній партії, шт;

t_0 - основний (машинний) час, хв;

$t_{\text{доп}}$ - допоміжний час, який складається з витрат часу на окремі прийоми:

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{3.0} + t_{\text{уп}} + t_{\text{вим}} \quad (2.18)$$

де $t_{\text{вст}}$ - час на встановлення та знімання деталі, хв;

$t_{3.0}$ - час на закріплення і відкріплення деталі, хв;

$t_{\text{уп}}$ - час на прийоми управління, хв;

$t_{\text{вим}}$ - час на вимірювання деталі, хв;

$t_{\text{об. відп}}$ - загальний час на обслуговування робочого місця і відпочинок, який розраховується:

$$t_{\text{об.відп}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.відп}}}{100} \quad (2.19)$$

де $P_{\text{об.відп}}$ - витрати часу на обслуговування і відпочинок у відсотковому відношенні до оперативного часу.

$$T_{\text{оп}} = t_0 + t_{\text{доп}}. \quad (2.20)$$

Розраховуємо норми штучно-калькуляційного часу на токарну операцію 010, яка виконується на токарному верстаті з ЧПК 16K20T1.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса деталі 3,6 кг, виробництво – серійне, річна програма випуску N=5000 шт. Основний (машинний) час $t_0=0,39$ хв.

$$T_{n-3}=8 \text{ хв. [5]}$$

Визначимо допоміжний час, який складається з витрат часу на окремі прийоми.

Час на встановлення та знімання деталі:

$$t_{вст}=0,18 \text{ хв.}$$

Час на закріплення і відкріплення деталі:

$$t_{з.о}=0,024 \text{ хв.}$$

Час на прийоми управління верстатом:

$$t_{yn}=0,075 \text{ хв.}$$

Час на вимірювання деталі:

$$t_{вим}=0,16 \text{ хв.}$$

Поправочний коефіцієнт на допоміжний час при серійному виробництві:

$$k=1,85.$$

Допоміжний час складає:

$$t_{доп} = (0,18+0,024+0,075+0,16)1,85=0,81 \text{ хв.}$$

Тоді час, який витрачається на операцію буде дорівнювати:

$$T_{оп}=0,39+0,81=1,2 \text{ хв.}$$

Визначимо загальний час на обслуговування робочого місця і відпочинок:

$$P_{об.відп}=8\%;$$

$$t_{об.відп} = \frac{1,2 \cdot 8}{100} = 0,096 \text{ хв}$$

Норма штучного часу дорівнює:

$$T_{шт} = 0,39+0,81+0,096=0,906 \text{ хв.}$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість деталей в партії визначаємо за формулою:

$$n = \frac{60 \cdot F_d \cdot t}{N} \quad (2.21)$$

де N - річна програма випуску деталей, шт;

F_d - дійсний річний фонд часу роботи 1 верстата за зміну;

t - кількість днів, на які необхідно мати запас деталей на складі;

Отже, кількість деталей в партії:

$$n = \frac{60 \cdot 4040 \cdot 2}{5000} = 96 \text{од}$$

Тоді:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{8}{96} + 0,906 = 0,986 \text{хв}$$

На всі інші операції норми часу визначаються аналогічно. Результати зводимо в таблицю 2.6.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведена таблиця технічних норм часу

Найменування операції	t_o	$t_{доп}$	$T_{оп}$	$t_{об.відп}$	$T_{шт}$	$T_{п-з}$	$T_{шт-к}$
1	2	3	4	5	6	7	8
005Фрезерно-центрувальна	0,23	0,85	1,08	0,086	1,16	16	1,24
010Токарно-копіювальна	0,39	0,81	1,2	0,096	0,90	8	0,98
015Токарно-копіювальна	1,61	0,81	2,42	0,193	2,61	8	2,69
020Шпонково-фрезерувальна	0,23	0,466	0,99	0,079	1,07	17	1,15
025 Зубофрезерна	0,23	0,691	0,92	0,073	0,99	21	1,07
030 Круглошліфувальна	1,18	0,95	2,13	0,17	2,3	10	2,38

2.7. Відомості про технічне остаткування та вимоги до верстатного пристосування

Технологічне оснащення в широкому розумінні – це додаткові допоміжні пристрої, які значною мірою розширюють функціональні можливості технологічного обладнання. Технологічне оснащення в машинобудуванні – це верстатні, складальні, контрольні пристрої та допоміжний робочий інструмент, що забезпечують взаємну орієнтацію, контроль положення та закріплення елементів технологічної системи при різних видах обробки.

Найскладнішою та трудомісткою частиною технологічного оснащення в механоскладальному виробництві є верстатні пристрої, які застосовують для встановлення та закріплення заготовок з метою обробки на металорізальних верстатах.

Застосування пристроїв дає змогу усунути розмітку заготовок перед обробкою, підвищити їх точність, збільшити продуктивність праці на операції, знизити собівартість продукції, полегшити умови праці та забезпечити її безпеку, розширити технологічні можливості обладнання, організувати багатOVERстатне обслуговування, застосувати технологічно обґрунтовані норми часу, зменшити кількість працівників, що залучаються до випуску продукції.

Часта зміна об'єктів виробництва, що пов'язано зі зростаючими темпами технологічного прогресу, потребує від технологічної науки та практики створення конструкцій і систем пристроїв, методів їх розрахунків, проектування та виготовлення, які забезпечують скорочення термінів підготовки виробництва.

У малосерійному та серійному виробництві також необхідно розв'язувати проблеми, пов'язані з використанням швидко переналагоджуваних та оборотних систем технологічного оснащення: ці проблеми насамперед пов'язані із забезпеченням необхідної точності. Вивчення закономірностей впливу пристрою на точність та продуктивність виконуваних операцій дасть змогу проектувати пристрої, які сприятимуть інтенсифікації виробництва та підвищенню його точності.

Робота пов'язана з уніфікацією та стандартизацією елементів пристрою, створює основу для автоматизованого проектування пристроїв з використанням електронно-обчислювальної техніки та автоматів для графічного зображення. І сприяє прискоренню технологічної підготовки виробництва.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимоги які представляються до верстатних пристосувань

До верстатних пристосувань на верстатах з ЧПК, представляються наступні вимоги:

- 1) Висока точність і жорсткість, що забезпечує необхідну точність обробки і максимальне використання потужності верстата;
- 2) Повне базування як заготовки, так і пристосувань відносно початку координат верстата;
- 3) Можливість зміни заготовки поза робочою зоною верстата або взагалі верстата;
- 4) Можливість підходу інструмента до всіх оброблювальних поверхонь;
- 5) Наявність швидкодіючих механізованих затискних пристроїв;
- 6) Можливість швидкої заміни або швидкого переналагодження пристосування на верстаті;
- 7) Можливість розміщення декількох заготовок на одному пристосуванні.

2.8. Розрахунок верстатного пристосування

Верстатними пристосуваннями в машинобудуванні називають додаткові пристосування до металорізальних верстатів, що застосовуються для установки та закріплення деталей, що оброблюються на металорізальних верстатах.

Вибір верстатних пристосувань залежить від форми, габаритних розмірів та технічних вимог, що застосовуються до деталей, що оброблюються, а також від типу виробництва та програми випуску виробів.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За типом верстатів пристосування поділяються на токарні, свердлильні, фрезерні і т.д. По мірі спеціалізації пристосування поділяються на універсальні, переналагоджувальні (групові) і спеціальні. По мірі механізації і автоматизації: ручні, механізовані, напівавтоматичні, автоматичні. Універсальні пристосування поділяються на безналагоджувальні та налагоджувальні.

Пристосування спроектовано для фрезерування шпоночного паза шириною 8h8 і довжиною 45 мм (креслення деталі) вал-шестерні на вертикально-фрезерному верстаті з ЧПК моделі 6Д91. При обробці деталь встановлюється в пристосування циліндричними поверхнями $\varnothing 45h8$ на призми 12 (подвійна спрямовуюча база позбавляє заготовку 4 ступенів свободи) та підтискається планкою 1. Упор вал-шестерні в напрямку осі здійснюється за допомогою упорів для регулювання (упорна база позбавляє заготовку одного ступеня свободи). Додатковий упор – шпоночна фреза (1 ступінь свободи). Таким чином, пристосування забезпечує неповне базування деталі (5 ступенів свободи). Оскільки положення шпоночного паза нефіксоване то така схема базування допустима.

Затиск деталі відбувається за допомогою пневмокамери подвійної дії. Для цього стиснене повітря подається в штокову порожнину, мембрана з прикріпленою до неї опорною шайбою та штоком прогинається до низу й через тягу, з'єднану зі штоком різьбою затискає деталь планкою. Деталь оброблюється.

Для розкріплення деталі стиснене повітря подається в безштокову порожнину, мембрана прогинається догори, піднімається шток разом з планкою. Спроектоване пристосування являється багатомісцевим переналагоджувальним, що відповідає умовам серійного виробництва.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.9. Розрахунок потрібної сили затиску

При обробці на заготовку діє сила різання $P_z = 330$ Н (технологічна частина дипломного проекту).

Максимальний крутний момент, який прагне повернути заготовку, визначається за формулою:

$$M_{kp} = \frac{P_z \cdot D_{фр}}{2 \cdot 1000} \quad (2.22)$$

де $D_{фр} = 8$ мм – діаметр фрези;

$$M_{kp} = \frac{330 \cdot 8}{2 \cdot 1000} = 1,32 \text{ Н}_\text{м}$$

Визначаємо необхідне зусилля затиску деталі в пристосуванні за формулою:

$$W = \frac{2K_z \cdot M_{kp}}{(f_1 + f_2) \cdot D_d \cdot \sin \alpha} \quad (2.23)$$

де k_z – коефіцієнт запасу сил закріплення;

$f_1 = 0,16$ – коефіцієнт контакту з заготовкою;

$f_2 = 0,16$ – коефіцієнт тертя контакту з затиском;

D_d – діаметр встановлювальної поверхні;

$\alpha = 90^\circ$ – кут призми;

$k_z = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$,

де $k_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

$k_1 = 1,1$ – коефіцієнт, що залежить від стану базових поверхонь;

$k_2 = 1,45$ - коефіцієнт, що враховує затушення інструментів;

$k_3 = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує ударне навантаження на інструмент;

$k_4 = 1,25$ - коефіцієнт, що характеризує стабільність сил привода;

$k_5 = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує зручність керування механізмами;

$k_6 = 1,25$ - коефіцієнт, що враховує визначеність розташування опорних точок.

$$k_z = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,45 \cdot 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,25 = 4,52.$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, отримуємо

$$W = \frac{2 \cdot 4.52 \cdot 1.32}{(0.16 + 0.16) \cdot 0.05 \cdot \sin 90^\circ} = 745.8H$$

При одночасній обробці двох деталей сумарна затискувальна сила буде складати:

$$W_c = 2 \cdot W$$

$$W_c = 2 \cdot 745.8 = 1491.6H$$

2.10. Розрахунок затискального механізму

В спроектованому пристосуванні затиск деталі здійснюється пневмокамерою, головним параметром якої є її діаметр.

Зусилля на штоці при подачі стисненого повітря в штокову порожнину визначається за формулою:

$$Q = 0.75 \cdot \pi / 16 \cdot [(D + d)^2 - d_1] \cdot \rho \quad (2.24)$$

де D – діаметр діафрагми всередині пневмокамери, мм;

d = 110 мм – діаметр опорного диска пневмокамери;

d₁ = 50 мм – діаметр штока;

ρ = 0,4 Мпа – тиск стисненого повітря.

Порівнюючи зусилля на штоці та потрібне зусилля затиску W=Q, знаходимо діаметр пневмокамери

$$W = \sqrt{\frac{Q \cdot 16}{0.75 \cdot \pi \cdot 2.09 \cdot \rho}} = \sqrt{\frac{1491.6 \cdot 16}{0.75 \cdot 3.14 \cdot 2.09 \cdot 0.4 \cdot 10^6}} = 0.06m$$

З урахуванням номенклатури оброблюваних деталей, в яких діаметр закріплюваних поверхонь більше ніж у заданої деталі, приймаємо діаметр пневмокамери D=240 мм.

Фактичне зусилля затиску дорівнює:

$$W = \frac{0.75 \cdot 3.14}{16} [(240 + 110)^2 - 50^2] \cdot 0.4 \cdot 10^6 = 7056H$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

3. Спеціальний розділ

3.1. Методи ціноутворення

Залежно від виробничої потужності підприємства, цілей підприємства в області ціноутворення для розрахунку ціни можуть бути використані різні методи. Значний вплив на вибір методу розрахунку ціни має також ступінь новизни товару, стадія життєвого циклу товару й т.д. Причому мінімально можлива ціна визначається собівартістю продукції, максимально можлива - попитом на даний товар. Виділяють витратні й ринкові методи встановлення ціни.

До витратних методів ціноутворення відносять:

1. Метод, заснований на обліку повних витрат;
2. Метод, заснований на обліку змінних (прямих) витрат;
3. Визначення цін на основі аналізу беззбитковості.

Суть методу, заснованого на визначенні повних витрат, поглядає в підсумовуванні сукупних витрат (змінні плюс постійні) і прибутку, який підприємство бажає одержати.

Загальна формула розрахунку ціни відповідно до даного методу має вигляд

$$Ц = З + Н_{\text{ац}} \quad (3.1)$$

де $З$ - загальні витрати підприємства, грн;

$Н_{\text{ац}}$ - величина націнки, грн.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Націнка може бути розрахована на основі:

1. змінних виробничих витрат;
2. повної виробничої собівартості;
3. загальних змінних витрат;

Загальна формула розрахунку відсотка націнки (%Нац) має вигляд

$$\%_{\text{нац}} = \frac{\text{П} + \text{З}_{\text{нб}}}{\text{З}_{\text{б}}} \quad (3.2)$$

де П – необхідна величина прибутку, грн;

$\text{З}_{\text{нб}}$ - витрати, що не увійшли до складу базових, грн;

$\text{З}_{\text{б}}$ - базові витрати, грн.

Даний метод простий і зручний у застосуванні, але має два великих недоліки:

1. При встановленні ціни не беруться до уваги наявний попит на товар і конкуренція на ринку;

2. Будь-який метод віднесення на собівартість товару постійних витрат є умовним. Він спотворює собівартість і внесок даної продукції в дохід підприємства.

Відповідно до методу, заснованого на обліку прямих витрат, ціна формується шляхом додатку до змінних витрат певного прибутку-надбавки. При цьому постійні витрати, як витрати підприємства в цілому, не розподіляються по окремих товарах, а погашаються з різниці між виторгом і змінними витратами, тобто з маржинального прибутку.

При використанні даного методу (при сформованих певних умовах) змінні витрати можуть стати нижньою межею встановлення ціни на продукцію, тоді як попит визначає максимально можливий рівень цін на даний товар.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Розрахунок ціни на заготовку отриману з ГKM

Вартість штампованої заготовки визначаємо за формулою:

$$C_{\text{зш}} = \left(\frac{C}{1000} \cdot m_{\text{зш}} \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \right) - (m_{\text{зш}} - m_0) \cdot \frac{C_{\text{відх}}}{1000} \quad (3.3)$$

де C – вартість 1 тони заготовок, отриманих штамповкою із базового матеріалу (Сталь 45),

$$C=43500\text{грн/т};$$

$C_{\text{відх}}$ - вартість 1 тони відходів,

$$C_{\text{відх}}=35650\text{грн/т}$$

T_K - коефіцієнт, який враховує точність поковки.

Клас точності поковок встановлюють в залежності від виду обладнання по ГОСТ 7505-89.

Для штамповки на ГKM клас точності T_4 , T_5 .

$$T_K=1,0 \text{ для класу точності } T_4 [4];$$

K - коефіцієнт, який враховує складність поковки.

Ступінь складності визначаємо за формулою:

$$C = \frac{m_{\text{зш}}}{m_{\phi}} \quad (3.4)$$

де m_{ϕ} - маса найпростішої геометричної фігури, мінімального об'єму, в яку уписується заготовка, кг.

$$m_{\phi} = \frac{\pi}{4} \cdot \rho \cdot d^2 \cdot L \quad (3.5)$$

$$m_{\text{зп}} = \frac{3,14 \cdot 71^2}{4} \cdot 233 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 7,19\text{кг}$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді:

$$C = \frac{5.02}{7.19} = 0.7$$

Ступінь складності – С1 [24];

Ступінь складності – С1 [24];

$K_c = 0,75$ для С1[4];

K_b - коефіцієнт, який враховує масу поковки,

$K_b = 0,87$ [4];

K_m - коефіцієнт, який враховує матеріал,

$K_m = 1,0$ [4];

K_n - коефіцієнт, який враховує серійність (програму випуску),

$K_n = 1,0$ [4];

$m_{зш}$ - маса штампованої заготовки.

$$m_{зш} = \frac{\pi}{4} \cdot \rho \left(\sum_{i=1}^n d_i^2 \cdot L_i \right) \quad (3.6)$$

де d_i - діаметр і-тої ступені заготовки на довжині L_i , мм.

$$m_{зш} = \frac{3,14}{4} \cdot 7,8(30^2 \cdot 65 + 45^2 \cdot 50 + 56^2 \cdot 10 + 71^2 \cdot 71 + 56^2 \cdot 10 + 45^2 \cdot 27) = 3,86 \text{ кг}$$

$$m_{зш} = 1,3 \cdot 3,86 = 5,02 \text{ кг}$$

Вартість штампованої заготовки складає:

$$C_{зш} = \frac{25500}{1000} \cdot 5,02 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 0,75 \cdot 1 - (5,02 - 3,6) \cdot \frac{16800}{1000} = 79,5 \text{ грн}$$

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівнюючи дані отримані раніше,

$$79,5\text{грн}-91,86\text{,грн} = 12,36,$$

можна сказати що ціна на необхідну заготовку зросла на 12,36гривень.

3.3. Розрахунок собівартості готового виробу

Для розрахунку собівартості повністю виготовленої деталі необхідно також врахувати такі дані:

- Матеріальні витрати на заготовку деталі
- Витрати на оплату праці
- Відрахування на соціальні заходи
- Інші витрати

До матеріальних витрат відносяться витрати на сировину та матеріал.

Їх ми щойно розраховали і маємо ціну в 91,86 на одну заготовку.

Транспортно-заготівельні витрати для доставлення сировини на виробництво ми приймаємо в розмірі 12% від вартості отриманої вище. Вони становлять 11,02 грн.

Витрати на оплату праці

До калькуляції "Основна заробітна плата" належать витрати нарахованої основної заробітної плати відповідно до прийнятих підприємством систем оплати праці у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для працівників, зайнятих у виробництві продукції.

До витрат на оплату праці відносяться основні і додаткова заробітні плати персоналу, зайнятого безпосереднього на виконання проекту – науковці

Вони представлені в таблиці 3.1

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1

Заробітна плата

Посада	Оклад, Грн...	Число місяців	Частка участі,%	Сума, грн
Інженер конструктор	15000	3,7	30	55500
Інженер технорлог	13000	3,7	30	48100
Різноробочий	8000	3,7	15	29600
Керівник виробництва	12000	3,7	25	44400
Разом				177600

Додаткова заробітна праця включає доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені законодавством. Додаткову оплату приймаємо в 25% від основної заробітної плати. Вона складає 97125

Відрахування на соціальні виплати

Відрахування на соціальні заходи включають:

- Відрахування на державне соц. Страхування, обов'язкове медичне страхування, що разом складає 2,9% від загальної суми – 3755,5грн
- Відрахування на державне пенсійне страхування складає 32% від загальної суми – 41400грн
- Відрахування у фонд сприяння зайнятості населення – 2,1% від загальної суми – 2719,5грн
- Відрахування по травматизму 0,84% від загальної суми – 1087,8 грн

Витрати на і експлуатацію обладнання, до них належать витрати на утримання і експлуатацію виробничого і транспортного обладнання. Вони складають 70% - 90650грн

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок кількості готових виробів в місяць:

Маючи технічні норми часу на виготовлення однієї заготівки – 43хв, можна вирахувати кількість готових виробів за місяць:

- Час на виготовлення 1 воробу – 43хв;
- Кількість робочих годин – 8год/добу;
- Кількість робочих днів на місяць – 21;

Кількість готових виробів на місяць:

$$43\text{хв} \times 8\text{год} \times 21\text{день} = 220\text{шт}$$

Сумуючи всі витрати на виробництво, отримаємо :

$$(91,86 \times 220) + 129500 + 3755,5 + 41400 + 2719,5 + 1087,8 + 90650 = 207737 \text{ грн.}$$

Це сума яку витрачає виробництво за один місяць виготовлення виробу.

Щоб порахувати підсумкову ціну на виготовлення одного виробу, разом з усіма затратами, необхідну суму яку витрачає виробництво в місяць поділити на кількість готових продуктів за цей період. Отримаємо:

$$207737 / 220 = 944,25 \text{ грн за один готовий виріб.}$$

Порівнюючи ціну на ринку (від 650грн), можемо зробити висновок, що виготовлення в такій схемі є недоцільним та нерентабельним. Щоб вирішити цю проблему необхідно переглянути заробітну плату для працівників, відшукати нових поставників продукції та кількість збуту відходів на металобазі.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Виконання дипломного проекту сприяло систематизації та закріпленню навичок та знань з спеціальних дисциплін, оформлення технологічної документації, виконання креслень у відповідності з ЄСКД та закріпленню навичок самостійної роботи.

Для виконання дипломної роботи знадобились навички, які були набуті при вивченні дисциплін: нарисна геометрія, метрологія та стандартизація, комп'ютерне моделювання і конструювання, інженерна графіка, стандартизація та технічні вимірювання, опір матеріалів, технологія машинобудування, математика, технологія конструкційних матеріалів та технологічне оснащення, також спеціальний металооброблюваний інструмент, а також навички здобуті при проходженні практик.

В процесі виконання роботи виконанно необхідні розрахунки для виробництва заготовки деталі вал-шестерня, визначенно необхідний матеріал, який відповідає всім вимогам та задачам, що буде виконувати деталь. Також був правильно підібраний електродвигун, необхідний сорт мастила. Виконані необхідні розрахунки режимів різання, технічних норм часу, необхідного верстатного пристосування та затискного механізму. Також розрахованна собівартість виробу в сучасних умовах включаючи в себе необхідну заробітню плату для працівників, економічна вигідність методу отримання заготовки.

Під час виконання дипломної роботи була використана рекомендована література, державні стандарти, довідники, методичні посібники і рекомендації.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Красовський М.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. - Курсове проектування з технології машинобудування, 2010. - 234 с.
2. Мельничук П.П., Полонський Л.Г., Серов В.В. і др. - Збірник задач і вправ з технології машинобудування, 2001. - 316 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. Т. 1/Под ред. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 1-е изд. – М.; Машиностроение, 1985. – 665 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. Т. 2/Под ред. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 2-е изд. – М.; Машиностроение, 1985. – 495 с.
5. ГОСТ 7505-99 - Поковки стальные штампованные.
6. Яновський В.А., Сніцар В.Г. - Технологічна оснастка: Практичні заняття.

Навчально-методичний посібник. - Житомир: ЖДТУ, 2005. - 118 с.
7. Горошкин А.К. - Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. - 7-е изд., перераб. и доп. -М.: Машиностроение, 1979. - 303с.
8. Белоусов А.П. - Проектирование станочных приспособлений. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Учеб. пособие для техникумов. М., "Выш. школа", 1974. - 264 с.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Боровик А.І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва:

Підручник. - К.: "Кондор", 2008. - 726 с.

10. ГОСТ 6540-68 Гидроцилиндры и пневмоприводы, ряды основных параметров.

11. Кирилович В.А., Мельничук П.П., Яновський В.А. - Нормування часу та

режимів різання для токарних верстатів з ЧПК: Навчальний посібник для

студентів машинобудівних спеціальностей / Під заг. ред. В.А. Кириловича. -

Житомир: ЖІТІ, 2001. - 600 с.

12. Фельдштейн, Е.Є. - Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие. - Мн.: Дизайн ПРО, 2002. - 320 с.

13. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев и др. - Л.: Машиностроение, 1987. - 846 с.

14. Нефёдов, Н.А.; Осипов, К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту - Л.: Машиностроение, 1990. - 444 с.

15. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х т. / Под ред. В.Д. Мягкова. Л.:

Машиностроение, 1983.

16. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Под ред. Б.Н. Вардашкина и А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. - 592 с.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2/ Под ред. Б.Н. Вардашкина и В.В. Данилевского. - М.: Машиностроение, 1984. - 656 с.

18. Технологичность конструкций изделий: Справочник /Под ред. Ю.Д. Амирова. М.: Машиностроение, 1985. -368 с.

19. Обработка металлов резанем. Справочник технолога /А.А. Панов, В.В.

Аникин, Н.Г. Бойт и др. / Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение,

2004. - 784 с.

20. Державні стандарти ДСТУ

21.Методичні вказівки. ПБТТБ, написав Семенко 2020 рік.

22. А.Е.Шейнблит, "Курсовое проектирование деталей машин". Вид. "Высшая школа" , 2021й р.

23.Довідкові таблиці. ПБТТБ, написав Семенко 2020 рік.

24. Мельничук П.П., Боровик А.І., П.А. Лінчевський. Технологія машинобудування: Підручник. -Житомир.: ЖДТУ, 2005. - 924 с.

					МП 131.00.2/Б 90/С 002 00 -ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		