

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

виготовлення шестерні ТО.2048-83

Виконав: студент IV курсу, групи *ТМ-61К*

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Нечипоренко Р.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Приходько О.М.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ВИГОТОВЛЕННЯ ШЕСТЕРНІ ТО.2048-83

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Нечипоренко Р.В.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Форма № Н-9.01

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Інститут, факультет	<i>Технічних систем та енергоефективних технологій</i>
Кафедра	<i>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</i>
Освітній рівень	<i>перший (бакалаврський)</i>
Напрямок підготовки	<i>131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)</i>
Спеціальність	(шифр і назва)
	(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ В.О.Залога
«__» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Нечипоренко Роман Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного
процесу виготовлення шестерні ТО.2048-83*

керівник проекту *Приходько О.М.*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 15 » січня 2020 року №07-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) « 11 » червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)

Креслення деталі «шестерня ТО.2048-83»

Річний обсяг випуску деталей – 4000 шт.

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

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>		
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>		
3	<i>Визначення типу виробництва та форми його організації</i>		
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>		
5	<i>Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку</i>		
6	<i>Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі</i>		
7	<i>Проектування верстатного пристрою</i>		
8	<i>Оформлення графічної частини роботи</i>		

Студент

_____ (підпис)

Нечипоренко Р.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Приходько О.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 54 с., 27 табл., 13 рис., 57 формула, 22 літературні джерела

Об'єкт дослідження – шестерня ТО.2048-83

Мета роботи – аналіз технологічного процесу виготовлення шестерні ТО.2048-83.

В даній роботі проаналізовані: службове призначення виробу, вузла та деталі, технологічні вимоги, що пред'являються до деталі, обґрунтований тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі під час аналізу існуючого технологічного процесу механічної обробки шестерні проаналізовані дві операції, а саме: токарно-багаторіздеву та зубофрезерна. При цьому обґрунтуванні: вибір схеми базування і закріплення заготовки, обладнання та технологічного оснащення, розраховані режим різання і виконано нормування часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом штампування та маршрутний технологічний процес виготовлення шестерні ТО.2048-83.

**ШЕСТЕРНЯ, РЕДУКТОР, ПРИВОД, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, ПРИПУСКИ,
СХЕМА БАЗУВАННЯ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, ФРЕЗА.**

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	6
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі.....	9
3 Визначення типу та форми організації виробництва.....	11
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	15
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	16
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі.....	25
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	27
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	30
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів.....	32
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	34
6.5 Розрахунки режимів різання.....	35
6.6 Технічне нормування операцій.....	43
7 Проектування верстатного пристрою для установаження і закріплення заготовки.....	46
Висновки.....	51
Перелік джерел посилання.....	52
Додаток А	
Додаток Б	

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		<i>Нечипоренко Р.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Приходько О.М.</i>				4	53
<i>Н. Контр.</i>		<i>Динник О.Д.</i>			<i>КІ СумДУ, ТМ-61</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Залога В.О.</i>					
					<i>Проектування технологічного процесу виготовлення шестерні ТО.2048-83</i>		

ВСТУП

Вищою метою економічної ступені нашої країни було і залишається неухильне піднесення матеріального і культурного рівня життя народу. Реалізація цієї мети вимагає прискорення соціально-економічного розвитку, всілякої інтенсифікації та підвищення ефективності виробництва на базі науково-технічного прогресу.

Основними завданнями промисловості є забезпечення механізації, паливно-енергетичними ресурсами, машинами, обладнанням і іншими сучасними засобами виробництва. Основними напрямками промисловості є підвищення обсягу капітальних вкладень, спрямованих на розвиток машинобудівного комплексу, збільшення випуск продукції машинобудування і металообробки, широке впровадження верстатів з ЧПУ, гнучких переналагоджуваних виробництв і системи автоматизованого проектування, розвиток спеціалізованих виробництв інструменту, збільшення випуску продукції машинобудування, скорочення термінів розробки і освоєння нової техніки.

При дипломному проектуванні особлива увага приділяється самостійній роботі студента з метою розвитку ініціативи у вирішенні технічних і організаційних завдань, а також детального аналізу існуючих технологічних процесів. Основне завдання при цьому полягає в тому, щоб при роботі над дипломним проектом були винесені пропозиції щодо вдосконалення існуючої технології, оснащення виробництва. Для виконання цього завдання необхідно поліпшити і вивчити прогресивні напрямки розвитку технологічних методів і засобів на підставі аналізу і зіставлення якісних показників, дати свої пропозиції щодо застосування прогресивної техніки.

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		5

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Деталь шестерня ТО.2048-83 (рис. 1.3) відноситься до класу «зубчастих коліс», яка має центральний отвір та концентричні зовнішні циліндричні поверхні.

Шестерня входить до механізму редуктора рухомого складу потягу (рис. 1.1), деталь закріплюється на валу за допомогою шпонкового пазу для зчеплення з валом. Призначена для передачі обертання за допомогою зубчастого зачеплення.



Рисунок 1.1 – Тепловоз ЧМЕЗТ–7315

Тепловоз ЧМЕЗТ–7315 виготовлявся чехословацькою компанією ŠKD Praha для поставок до республік Радянського союзу, випускався з 1963 по 1994 роки. Оснащувався дизельним двигуном потужністю 1350 к.с., характерною особливістю даних тягачів було те, що привід на колісні пари здійснювався через редуктори (рис. 1.2), що збільшувало тягову здатність до 23000 т.

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		6

Характерні особливості планетарних редукторів виробництва компанії «ČKD Praha»:

- допустиме радіальне консольне навантаження на тихохідному валу - від 5000 до 50000 Н;
- номінальний крутний момент на тихохідному валу - від 520 до 20500 Н м;
- частота обертання вхідного валу - від 800 до 2500 об / хв;
- коефіцієнт корисної дії (ККД) - від 90% до 93%;



Рисунок 1.2 – Тепловозний редуктор компанії «ČKD Praha»,

Зубчаста передача - це механізм, що за допомогою зубчастого зачеплення передає рух, змінюючи при цьому кутову швидкість, обертаючий момент або сам характер руху. При цьому рух може передаватися між валами з паралельними, перетинами і перехресними осями.

Зубчасті передачі з циліндричними колесами передають рух між паралельними валами і виконуються з прямими, косими або шевронними зубами. Передача руху між валами з осями, що перетинаються, здійснюється конічними колесами звичайно з прямими або круговими зубами, рідше з косими

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

зубами. Перетворення обертального руху в поступальне або навпаки здійснюється циліндричним колесом і рейкою.

Розміри зубчастих передач у значній мірі визначають розміри і масу редуктора в цілому, тому забезпечення їхньої працездатності при мінімальній масі і вартості є важливою техніко-економічною задачею.

Задана шестерня має такі поверхні (рис. 1.3). Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 20H9$ являється основною (1), а поверхня $\varnothing 63h11_{-0,16}$ – виконавчою (3), зовнішній діаметр $\varnothing 35$ – допоміжна поверхня (2). Решта поверхонь є вільними (4).

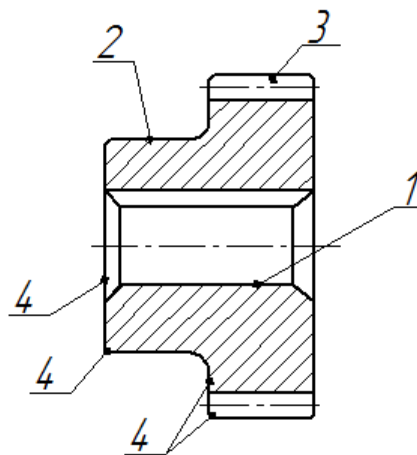


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі «Шестерня ТО.2048-83»

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

За [1], аналізуючи робоче креслення деталі «Шестерня» необхідно відмітити, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи» [6].

Креслення виконане за допомогою графічного редактора і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Деталь «Шестерня» відноситься до класу «зубчастих коліс», і призначена для передачі крутного, шляхом зубчастого зачеплення з іншими сателітами редуктора.

Матеріал деталі сталь 20Х ГОСТ4543-71 – легована конструкційна сталь застосовується для деталей середніх розмірів з твердою зносостійкою поверхнею при досить міцній і в'язкій серцевині, що працює при великих швидкостях і середніх тисках, найбільш поширена в будівництві редукторів.

Хімічний склад та механічні властивості сталі 20Х ГОСТ4543-71 наведені в таблицях 2.1 – 2.2 ([6], табл. 1.2.5, с.54; табл.1.2.6, с.54).

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 20Х ГОСТ4543-71

Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Мідь (Cu)	Нікель (Ni)	Фосфор (P)	Хром (Cr)	Сірка (S)	Вуглець (C)
		не більше					
0,17- 0,37	0,50-0,80	0,30	0,30	0,035	0,80- 1,1	0,035	0,14-0,20

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 20Х ГОСТ4543-71

Перетин, мм	$\delta_{0,2}$, МПа	$\delta_{в}$, МПа	δ_{5} , %	δ , %	КСУ, Дж/м ²	НВ
Гарт 840-860°C, вода, мастило. Відпуск 580-650°C, вода, повітря.						
301-500	345	590	14	38	49	174-217

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		10

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} , який показує відношення всіх різних технологічних операцій виконуючих або підлягаючих виконанню підрозділом протягом місяця до числа робочих місць [1], с.19:

$$K_{30} = \frac{\sum_{i=1}^n O_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій;

ΣP – сумарна кількість робочих місць.

Для зручності розрахунків складаємо таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Обґрунтування типу виробництва

№ операції	Операція	$T_{шт}$	m_p	P	$n_{зф}$	O
005	Токарна з ЧПК	3,5	0,07	1	0,07	12
010	Токарно-багаторіздева	3,39	0,07	1	0,07	12
015	Протяжна	0,65	0,013	1	0,013	62
020	Зубонарізна	4,48	0,09	1	0,09	9
025	Зубошліфувальна	3,48	0,073	1	0,073	11
030	Внутрішньошліфувальна	3,18	0,067	1	0,067	12
	Разом	-	-	6	-	118

Маючи штучний час по кожній операції визначаємо кількість верстатів [1], с.20:

					<i>TM 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 4000$ шт;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – дієний річний фонд часу роботи обладнання, год; при 2-х змінному режимі роботи підприємства $F_d = 3900$ год.;

n_3 – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання;

$$m_{p005} = \frac{4000 \cdot 3,5}{60 \cdot 3900 \cdot 0,8} = 0,07 \text{ шт}$$

Приймаємо $P = 1$ верстати. Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P} \quad (3.3)$$

$$n_{зф} = \frac{0,07}{1} = 0,07$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо по формулі:

$$O = \frac{n_3}{n_{зф}} \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,07} = 11,4 \approx 12 \text{ шт}$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для решти операцій, результати заносимо до таблиці 3.1

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

$$\sum O_i = 12 + 12 + 62 + 9 + 11 + 12 = 118$$

$$\sum P_i = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6$$

Тоді

$$K_{30} = \frac{118}{6} = 19,7$$

Тип виробництва середньосерійний, так як $10 < K_{30} = 19,7 < 20$.

Визначаємо добовий випуск деталей за формулою:

$$N_{\text{доб}} = \frac{N_{\text{річ}}}{D_p}, \text{ шт} \quad (3.5)$$

де D_p – кількість робочих днів у році, дні; $D_p=253$ дня.

$$N_{\text{доб}} = \frac{4000}{253} = 15,8 \text{ шт}$$

Визначаємо добовий фонд часу роботи обладнання за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_d}{D_p}, \text{ хв} \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 4000}{253} = 949 \text{ хв}$$

Визначаємо середню трудомісткість механічних операцій за формулою:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

де n – число механічних операцій, $n=6$;

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

$$T_{\text{cp}} = \frac{18,68}{6} = 3,11 \text{ хв}$$

Добова потужність потокової лінії при її завантаженні на 60% розраховується за формулою:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{F_{\text{доб}}}{T_{\text{cp}}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб}} = \frac{949}{3,11} \cdot 0,6 = 183 \text{ шт}$$

При порівнянні добового випуску деталей $N_{\text{доб}}=183$ і добової потужності потокової лінії $Q_{\text{доб}}=949$ шт. бачимо, що добовий випуск деталей менше добової потужності потокової лінії при її завантаженні на 20%, тобто використання однономенклатурної потокової лінії в серійному виробництві не раціонально, тому приймаємо групову форму організації праці [3].

Серійне виробництво – тип виробництва, що характеризується одночасним виготовленням на виробництві обмеженої номенклатури однорідної продукції, випуск якої періодично повторюється протягом тривалого періоду [5].

Для серійного виробництва властивим є:

- виготовлення виробів серіями, які періодично повторюються;
- номенклатура виготовлених виробів - обмежена;
- застосування універсального і спеціального устаткування, пристроїв, обробного і мірального інструменту;
- групування робочих місць за технологічним і предметним принципами;
- закріплення за робочими місцями обмеженої кількості деталеоперацій;
- середня кваліфікація працівників;
- детальна розробка технологічних процесів [5].

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Деталь «Шестерня» відноситься до класу «зубчастих коліс», «диски» [5] і призначена для передачі крутного моменту. [21].

Матеріал деталі, легвана сталь 20Х ГОСТ4543-71 дозволяє при обробці застосовувати високопродуктивні інструментальні матеріали – тверді сплави.

Аналізуючи матеріал, конфігурації деталі, масу та тип виробництва, можна сказати, що особливих труднощів з отриманням заготовки не виникне. Запропоноване в базовому технологічному процесі штампування, як спосіб отримання заготовки, є раціональним. Тому, за способом отримання заготовки деталь є технологічною.

Всі оброблювані поверхні, з точки зору точності та чистоти, не представляють технологічних труднощів. Конструкція шестерні забезпечує можливість обробки всіх необхідних елементів деталі. Шорсткість поверхонь деталі відповідає квалітетам точності розмірів цих поверхонь та не вимагає застосування дорогих, важких та трудомістких фінішних операцій. Допуски призначені тільки на поверхні сполучення. Постановка розмірів забезпечує зручність вимірювань.

Деталь є достатньо жорсткою в осьовому та радіальному напрямках. Колесо зубчасте має гарні базові поверхні: центральний отвір, торці та зовнішню циліндричну поверхню. Тобто конфігурація деталі має зручні і надійні поверхні для установки заготовки в процесі її обробки у стандартні широко розповсюджені пристосування, дозволяє застосовувати сучасні та продуктивні методи механічної обробки, а також контрольно-вимірювальних інструменти та пристосування. Конструктивні елементи деталі уніфіковані по кожному з видів, що дозволяє скоротити номенклатуру оснащення.

Деталь має просту геометричну форму і складається з наступних конструктивних елементів:

- зовнішні циліндричні поверхні: $\varnothing 63h11_{-0,1\text{мм}}$, $\varnothing 35\text{мм}$;

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

- торці: 16мм, 30мм;
- фаски: $2 \times 45^\circ$ дві фаски, $1 \times 45^\circ$ дві фаски;
- центральний отвір: $\varnothing 20h9$ мм;
- внутрішній паз шириною 9мм;
- зубчатий вінець $m=3$, кількість зубів = 19;

На кресленні проставлені всі необхідні розміри. Найточнішою поверхнею є внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 20H9$.

Ставиться вимога торцевого биття 0,1 відносно бази Б і симетричності 0,1 відносно Б.

Креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та службове призначення робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, та не піддається дії агресивних середовищ. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі.

Дану деталь можна вважати технологічною, її можна обробити на існуючому обладнанні, важкодоступних поверхонь немає.

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Для вибору раціонального методу одержання заготовки виконуємо економічне порівняння собівартості двох варіантів одержання заготовки. Перший варіант – заготовка із трубного прокату ГОСТ23270-89.

Розраховуємо припуски заготовки для заданої деталі. Дані заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок припусків заготовки

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [5], с.583, табл.3	Допуск [5], с.582, табл.2	Розмір заготовки
Ø63	11	6,3	2×2,5	+0,5 -1,1	Ø 68 ^{+0,5} -1,1
Ø16	9	6,3	2×2	+0,5 -1,1	Ø 16 ^{+0,5} -1,1
30	12	6,3	2×2,2	±0,4	34,4±0,4

Виконуємо ескіз заготовки, одержаної з трубного прокату (рисунок 5.1).

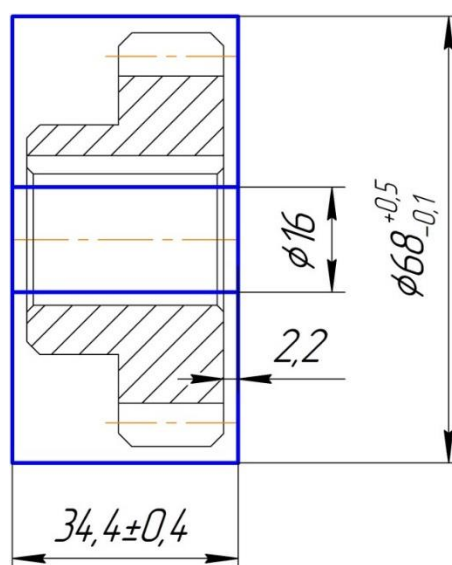


Рисунок 2.1 – Прокат трубний

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк. 17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$m_3 = V_{заг} \times \gamma, \quad (5.1)$$

де $V_{заг}$ - загальний об'єм, який складається з простих фігур;

γ - густина сталі; $\gamma = 7,8 \times 10^{-6}$ кг×мм³

$$V_{заг} = V_1 - V_2, \quad (5.2)$$

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \times l_1, \quad (5.3)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \times 68^2}{4} \times 34,4 = 124866,469 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi D^2}{4} \times l_2, \quad (5.4)$$

$$V_2 = \frac{3,14 \times 16^2}{4} \times 34,4 = 6913,024 \text{ мм}^3$$

$$V_{заг} = 124866,469 - 6913,024 = 117953,472 \text{ мм}^3$$

$$m = 117953,472 \times 7,8 \times 10^{-6} = 0,92 \text{ кг}$$

Визначаємо собівартість заготовки за формулою [1], с.31:

$$S_{заг} = M + \sum C_{оз},$$

де M - затрати на матеріал заготовки, грн.;

$\sum C_{оз}$ - технологічна собівартість правки, грн.

$$M = QS - (Q - q) \frac{S_{відх}}{1000}, \text{ грн.}$$

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ΣC_{30} – технологічна собівартість операцій правки, калібрування прутка, відрізки на штучні заготовки визначається за формулою [1], с.30:

$$C_{30} = \frac{C_{пз} \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot 100}, \text{ грн.}$$

де $C_{пз}$ – приведені витрати на робочому місці, коп./год. $C_{пз} = 121$ коп./год. [1], с.30 ;

$T_{шт(шт-к)}$ – штучний або штучно-калькуляційний час виконання заготівельної операції.

$$C_{30} = \frac{121 \cdot 1,5}{60 \cdot 100} = 0,030 \text{ грн.},$$

$$M = 0,92 \cdot 68,8 - (0,92 - 0,41) \cdot \frac{200}{1000} = 63,2 \text{ грн.},$$

$$S_{заг} = 63,2 + 0,03 = 63,23 \text{ грн.}$$

$$K_{вм} = \frac{M}{M_3} q, \quad (5.5)$$

$$K_{вм} = \frac{0,41}{0,92} = 0,44$$

Розраховуємо припуски заготівки для заданої деталі (штамповка). Дані заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок припусків заготівки (штамповка)

Розмір деталі	Клас точності	Шорсткість	Припуск [2], с.148, табл.12	Допуск [2], с.32, табл.3.5	Розмір заготівки
Ø63	11	6,3	2×1,2	+0,8 -0,4	Ø65,4 ^{+0,8} _{-0,4}
Ø35	14	12,5	2×1	+0,7 -0,3	Ø37 ^{+0,7} _{-0,3}
Ø20	9	3,2	2×1	+0,8 -0,4	Ø18 ^{+0,7} _{-0,3}
30	12	6,3	2×1	+0,7 -0,3	32 ^{+0,7} _{-0,3}
16	14	6,3	2×1	+0,7 -0,3	18 ^{+0,7} _{-0,3}

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

Виконуємо ескіз заготівки, одержаної методом штамповки (рис. 2.2).

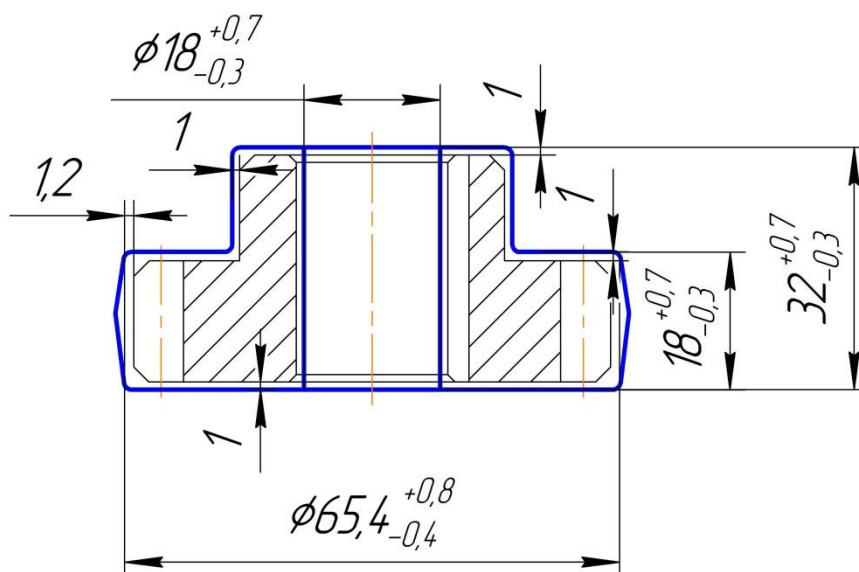


Рисунок 5.2 – Штамповка

Визначаємо масу заготівки за формулою:

$$m_z = V_{заг} \times \gamma, \quad (5.6)$$

де $V_{заг}$ - загальний об'єм, який складається з простих фігур;

γ - густина сталі, $\gamma = 7,8 \times 10^{-6}$ кг×мм³

$$V_{заг} = V_1 + V_2 - V_3, \quad (5.7)$$

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \times l_1, \quad (5.8)$$

$$V_1 = \frac{3,14 \times 65,4^2}{4} \times 18 = 60436,2708 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = \frac{\pi D^2}{4} \times l_2, \quad (5.9)$$

						ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			20

$$V_2 = \frac{3,14 \times 37^2}{4} \times 15 = 16119,975 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = \frac{\pi D^2}{4} \times \ell_3, \quad (5.10)$$

$$V_3 = \frac{3,14 \times 18^2}{4} \times 65,4 = 16633,836 \text{ мм}^3$$

$$V_{заг} = 60436,2708 + 16119,975 - 16633,836 = 59922,4098 \text{ мм}^3$$

$$m = 59922,4098 \times 7,8 \times 10^{-6} = 0,47 \text{ кг}$$

Визначаємо вартість заготовки за формулою [1], с.31:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_1}{1000} \times Q \times K_m \times K_c \times K_v \times K_m \times K_n \right) - (Q - q) \times \frac{S_{відх}}{1000}, \quad (5.11)$$

де C_i – базова вартість 1 тони заготовки, $C_i = 22400$ грн; [1], с.31, табл.2.6;

$S_{відх}$ – вартість 1 тони відходів, $S_{відх} = 2240$ грн; [1], с.32, табл. 2.7;

K_m – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_m = 1$; [1], с.33;

K_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_c = 0,75$; [1], с.33, табл.2.8;

K_v – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_v = 1,85$; [1], с.31, табл.2.8;

K_m – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_m = 1$; [1], с.33;

K_n – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_n = 0,8$; [1], с.33, табл. 2.8;

Q – маса заготовки, кг;

q – маса деталі, кг.

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		21

$$S_{заг} = \left(\frac{22400}{1000} \times 0,47 \times 1 \times 0,75 \times 1,85 \times 1 \times 0,8 \right) - (0,6 - 0,41) \times \frac{2240}{1000} = 11,70 \text{ грн}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_q}{M_3}, \quad (5.12)$$

$$K_{вм} = \frac{0,41}{0,47} = 0,87$$

Визначаємо економічний ефект:

$$Eз = (S_{пр} - S_{шт}) \times N, \quad (5.13)$$

де $S_{пр}$, $S_{шт}$ - вартість зіставлених заготовок, грн.;

N - кількість деталей в партії, шт.

$$Eз = (63,23 - 11,7) \times 4000 = 206120 \text{ грн.}$$

Отже, доцільніше виготовляти заготовку методом штамповки. При цьому методі витрачається менше матеріалу, а отже і менше відходів. Тому і вартість заготовки-штамповки менша.

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Колесо зубчасте», складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі.

Маршрут обробки відповідає типовому технологічному процесу обробки деталей відповідного класу[17].

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

№	Найменування операції	Вид обробки	Поверхня базування	Обладнання
000	Заготівельна	Штампувати на пресі	-	Прес К8544
005	Токарна з ЧПК	Точити згідно керуючої програми	Патрон 3-х кулачковий пневматичний ГОСТ 24354-80;	Токарний верстат з ЧПК моделі 16K20T1
010	Токарно-багаторізева	Точити торець, зовнішню циліндричну поверхню, фаски	Оправка циліндрична ГОСТ 16212-70	Токарний багатопшпindelний автомат моделі 1H713
015	Горизонтально-протяжна	Протягнути отвір	Пристосування спеціальне	Горизонтально-протяжний верстат 7Б55
020	Зубофрезерна	Фрезерувати зуби	Пристосування спеціальне	Вертикально-зубофрезерний верстат 5K324А
025	Термічна обробка	Закалка зубів		Піч
030	Калібрувальна	Калібрувати отвір	Пристосування спеціальне	Горизонтально-протяжний верстат 7Б57
035	Зубошевінгувальна	Шліфувати зуби	Оправка ГОСТ 31.1066.02-85	Зубошевінгувальний верстат 5701
040	Мийна	Промити деталь	-	Мийна машина ОСМ – 1
045	Технічний контроль	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуск аналітичним методом розрахований найточнішу поверхню, якою є отвір $\varnothing 20H9$

Технологічна послідовність обробки поверхні:

Розточування;

Шліфування.

Визначаємо елементи припуску, що відповідають заготівці табл. 4.3, с.63 [1] R_z і T приймаємо для заготівки штамповка, для інших операцій ці величини визначаємо за таблицею 4.5, с.64 [1].

Таблиця 6.2 – Розрахунок припусків на обробку та граничних розмірів по технологічним переходам

Методи обробки поверхні $\varnothing 20H9$ $\begin{matrix} +52 \\ (0) \end{matrix}$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2z_{min}$, мкм	Розрахунковий розмір мм	Допуск на виготовлення, мкм	Розміри по переходам		Граничні припуски		
	R_z	T	ρ	ϵ				d_{min} , мм	d_{max} , мм	$2z_{min}$, мкм	$2z_{max}$, мкм	
Заготівка	150	200	37	-	-	18,924	520	18,4	18,92	-	-	
Розточування	50	50	1,85	70	858	19,782	130	19,65	19,78	860	1250	
Шліфування	10	20	0,74	35	270	20,052	52	20	20,052	272	350	
Разом									1132	1600		

Визначаємо елементи припуску, що відповідають заготівці табл. 4.3, с. 63 [1] R_z і T приймаємо для заготівки штамповка, для інших операцій ці величини визначаємо за табл. 4.6, с.65 [1].

					ТМ 18090017-00 ПЗ						Арк.
											24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							

Сумарне відхилення розташування штамповки визначають за формулою [1], с. 67:

$$\rho = \sqrt{C_o^2 + (\Delta y L)^2}, \quad (6.1)$$

де C_o – зміщення осі отвору, мкм; $C_o=25$ мкм.

Δy - питомий увод осі, мкм; $\Delta y=0,9$ мкм.

$$\rho = \sqrt{25^2 + (0,9 \cdot 30)^2} = 37 \text{ мкм}$$

Визначаємо величину просторових відхилення розміщення для інших переходів за формулою с.73[1]:

$$\rho_{заг} = k_y \times \rho_s, \quad (6.2)$$

де k_y - коефіцієнт уточнення форми, залежить від виду обробки. Для свердління; $k_y=0,05$; для розточування $k_y=0,005$; для шліфування $k_y=0,002$.

Розраховуємо ρ для кожного переходу:

$$\rho_{розт} = 0,05 \cdot 37 = 1,85 \text{ мкм}$$

$$\rho_{шліф} = 0,02 \cdot 37 = 0,74 \text{ мкм}$$

Визначаємо похибки під час установки і закріплення заготовки в процесі механічної обробки за формулою:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad (6.3)$$

де ε_6 – похибка базування, мкм;

ε_3 – похибка закріплення заготовки, мкм, табл.4.10 [1] с.76

При установці в трьохкулачковий патрон $\varepsilon_6=0$ Визначаємо похибку установки для закріплення деталі в трьохкулачковому патроні: для розточування $\varepsilon_3=70$ мкм; для шліфування $\varepsilon_3=35$ мкм.

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

$$\varepsilon_{y,розт} = \sqrt{0^2 + 70^2} = 70 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{y,шл} = \sqrt{0^2 + 35^2} = 35 \text{ мкм}$$

Величину розрахункового мінімального припуску на операцію (перехід) визначаємо за наступною формулою с.62, табл.4.2 [1]:

$$2z_{\min} = 2(R_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (6.4)$$

де R_{i-1} - висота мікронерівностей, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

T_{i-1} - глибина дефектного шару, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ρ_{i-1} - сумарне значення просторових відхилень, які залишаються після попередньої операції або переходу, мкм;

ε_{yi} - похибка установки заготовки в пристосуванні на даній операції, мкм;

Розраховуємо мінімальний припуск по кожному технологічному переходу:

для розточування:

$$2z_{\min \text{ напіс}} = 2 \times (150 + 200 + \sqrt{37^2 + 70^2}) = 858 \text{ мкм}$$

для шліфування:

$$2z_{\min \text{ шл}} = 2 \times (50 + 50 + \sqrt{1,85^2 + 35^2}) = 270 \text{ мкм}$$

Розрахунки значення розрахункового розміру d_p починаємо з розміру, який є найбільшим граничним розміром деталі Верхнє відхилення $ES = +52 \text{ мкм}$.

$$d_{\min} = D + ES, \quad (6.5)$$

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

де D – номінальний діаметр, мм.

$$d_{\max} = 20 + 0.052 = 20.052 \text{ мм}$$

Визначаємо діаметри інших переходів, відхиленням від найбільш граничного розміру, розрахунок припуску Z_{\min} :

$$d_{i+1} = d_i - 2Z_i, \quad (6.6)$$

$$d_{\text{розточ}} = 20,052 - 0,27 = 19,782 \text{ мм}$$

$$d_{\text{заг}} = 19,782 - 0,858 = 18,924 \text{ мм}$$

Допуски на міжопераційні розміри для кожного переходу і заготовки визначаємо за ГОСТ. $\delta_{\text{заг}} = 520$; $\delta_{\text{розточ}} = 130$; $\delta_{\text{шліф}} = 52$.

Максимальний граничний розмір знаходимо шляхом округлення розрахункового розміру до того знаку десяткового дробу, з яким заданий допуск на розмір для кожного технологічного переходу.

Мінімальний розмір знаходимо за формулою:

$$d_{\min} = d_{\max} - \delta \quad (6.7)$$

Для шліфування:

$$d_{\min \text{ шліф}} = 20,052 - 0,052 = 20 \text{ мм}$$

Для розтачування:

$$d_{\min \text{ розт}} = 19,78 - 0,130 = 19,65 \text{ мм}$$

Для заготовки:

$$d_{\min \text{ заг}} = 18,92 - 0,52 = 18,7 \text{ мм}$$

Граничні значення припусків визначаємо як різницю граничних розмірів попереднього і наступного переходів:

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

$$2Z_{\min} = d_{\min i-1} - d_{\min i} \quad (6.8)$$

$$2Z_{\max} = d_{\max i-1} - d_{\max i} \quad (6.9)$$

Шліфування:

$$2Z_{\min \text{ шліф}} = 20,052 - 19,78 = 0,272 \text{ мм} = 272 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max} = 20 - 19,65 = 0,35 \text{ мм} = 350 \text{ мкм}$$

Розточування:

$$2Z_{\min} = 19,78 - 18,92 = 0,860 \text{ мм} = 860 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max} = 19,65 - 18,4 = 1,25 \text{ мм} = 1250 \text{ мкм}$$

Визначаємо загальні припуски на обробку:

$$2Z_{\sum \text{ заг}}^{\min} = 272 + 860 = 1132 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\sum \text{ заг}}^{\max} = 350 + 1250 = 1600 \text{ мкм}.$$

Виконуємо перевірку правильності розрахунку:

$$2Z_{\sum \text{ max}} - 2Z_{\sum \text{ min}} = \delta_{\text{заг}} - \delta_{\text{д}}$$

$$1600 - 1132 = 520 - 52$$

$$468 = 468 \text{ мкм}.$$

Отже, розрахунок виконано вірно.

Номінальний розмір заготовки визначаємо за формулою:

$$d_{\text{заг ном}} = d_{\min} + Z_{\text{о ном}}, \quad (6.10)$$

де $Z_{\text{о ном}}$ – найбільший припуск, мкм.

$$Z_{\text{о ном}} = Z_{\text{о min}} + B_3 - B_{\text{д}} \quad (6.11)$$

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

де $Z_{0\text{ min}}$ – мінімальний загальний припуск, мкм;

H_d – нижнє відхилення деталі, мкм;

H_3 - нижнє відхилення заготовки, мкм.

$$Z_{0\text{ ном}} = 1132 + 520 - 52 = 1600 \text{ мкм}$$

$$d_{\text{заг ном}} = 20 - 1,60 = 18,4 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{\text{заг ном}} = 18,4^{+1.7}_{-0.8} \text{ мм}$

Будуємо схему розташування полів допусків і припусків на обробку поверхні рисунок 6.1

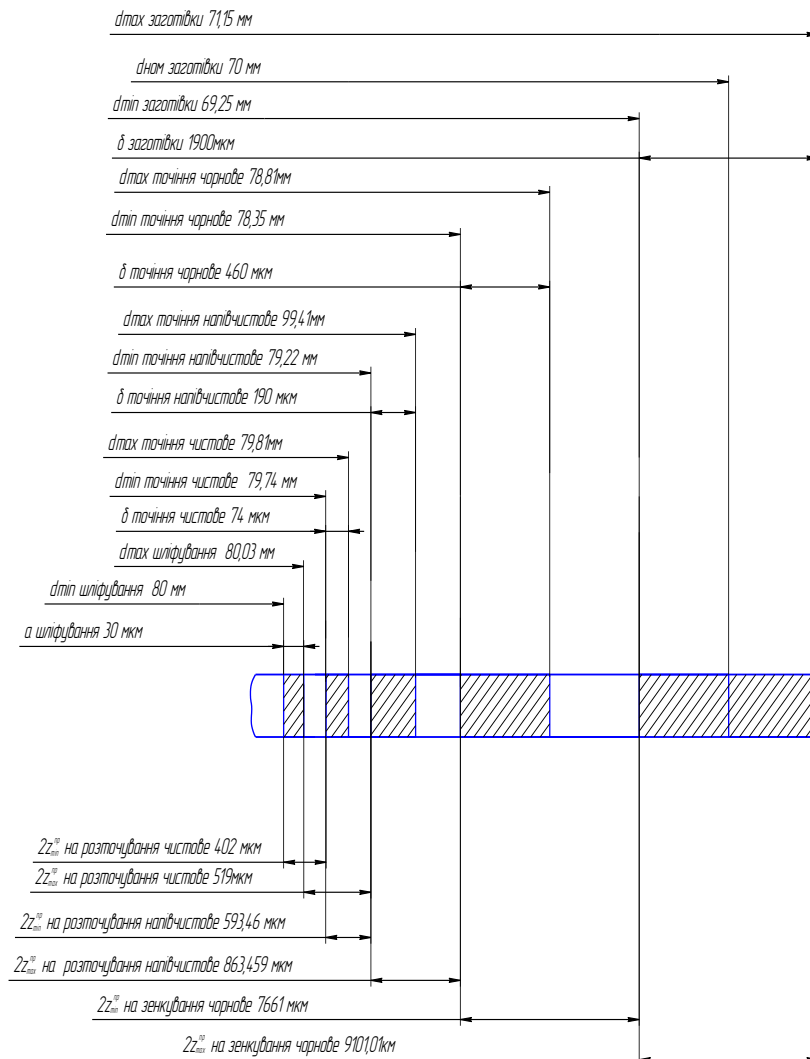


Рисунок 6.1 – Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку зовнішньої поверхні

					<i>TM 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Вибір схем базування і закріплення заготовки істотно впливає не тільки на точність і якість оброблюваних поверхонь, але і на обґрунтування вибору верстатного устаткування, засобів технічного оснащення. Обрана схема базування повинна забезпечувати можливість простого і зручного закріплення заготовки [5].

Операція 010 Токарно-багаторізева. На даній операції відбувається токарна обробка шестерні .

Перший спосіб – закріплення в трьохкулачковому патроні: зовнішня поверхня заготовки буде подвійно-напрямною базою, що позбавляє заготовку 4-х ступенів вільності, а упор в торець позбавляє заготівку 1-го ступеню вільності – відповідає опорній базі. У такий спосіб деталь позбавляється 5 ступеней вільності, шоста залишається вільною. Похибка базування $\varepsilon_D = 0,062$ мм.

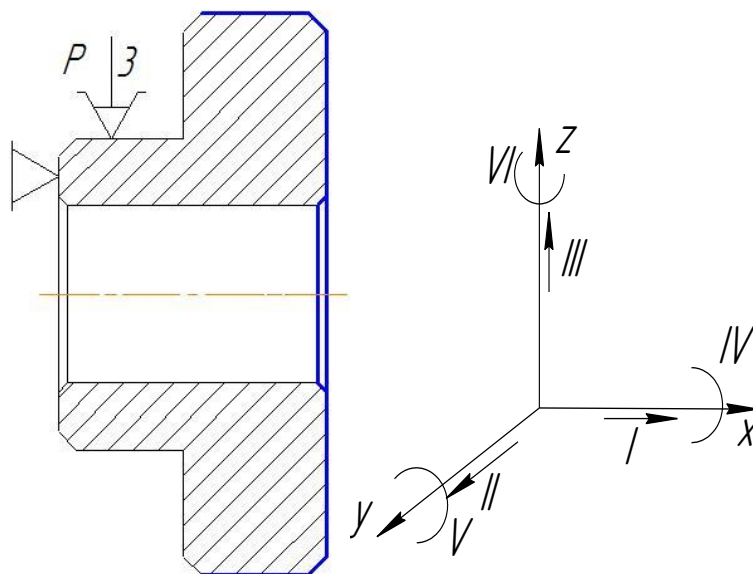


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на токарно-багаторізевої операції

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		30

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3,4	II,III,V, VI	Подвійно-напрямна база
5	I	Опорна
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
ПНБ	L	0	1	1
	α	0	1	1
ОБ	L	1	0	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

Другий спосіб – закріплення на оправці: внутрішній отвір заготовки буде подвійно-напрямною базою, що позбавляє заготовку 4-х ступенів вільності, а упор в торець позбавляє заготовку 1-го ступеню вільності – відповідає опорній базі. У такий спосіб деталь позбавляється 5 ступеней вільності, шоста залишається вільною. Похибка базування $\varepsilon_D = 0,2$ мм

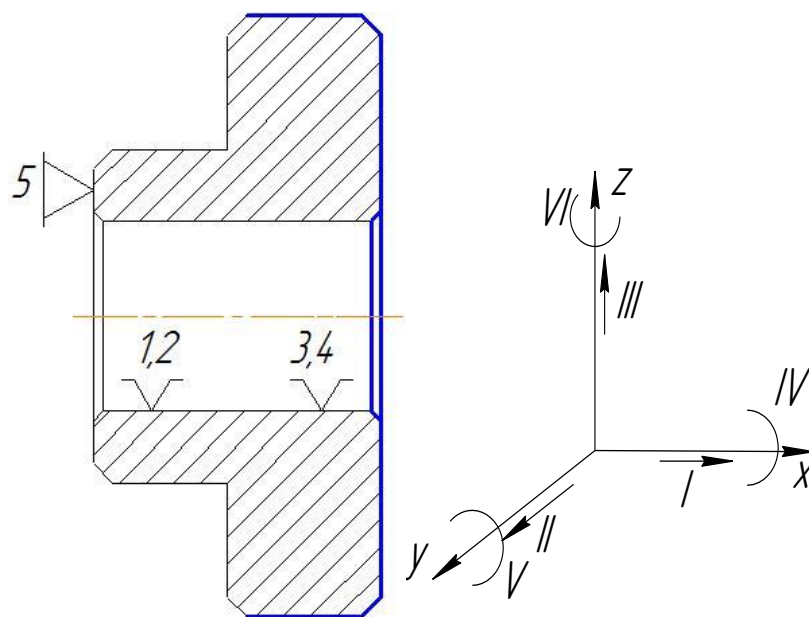


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на токарно-багаторіздевій операції

						ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			31

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3,4	II,III,V, VI	Подвійно-напрямна база
5	I	Опорна
6	IV	Вакансія

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
ПНБ	L	0	1	1
	α	0	1	1
ОБ	L	1	0	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	1	0	0

При першому способі закріплення похибка менша, отже приймаємо даний спосіб базування.

Операція 020 Зубофрезерна. Закріплення – на палець по внутрішньому отвору (рис. 6.3). При даній схемі базування отвір є прямою базою, а торець деталі – установчою.

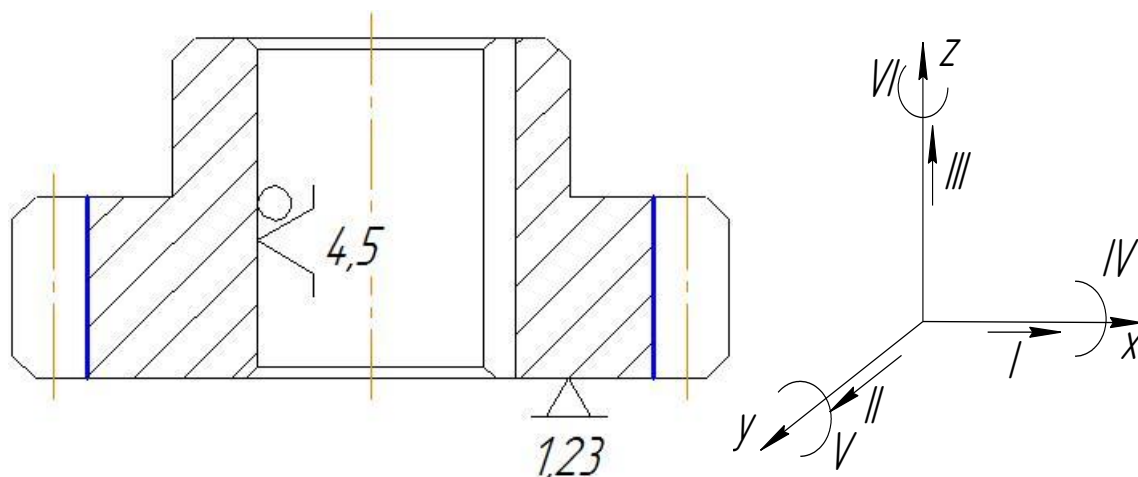


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки при зубонарізанні

Таблиця відповідностей і матриця зв'язків приведені в табл. 6.7 і табл. 6.8

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		32

Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування баз
1,2,3	II,IV,VI	Установча база
4,5	III,I	Подвійна опорна база
6	V	Вакансія

Таблиця 6.8 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	0	Установча база
α	1	0	1	
L	1	0	1	Подвійна опорна база
α	0	0	0	
L	0	0	0	Вакансія
α	0	1	0	

Проаналізувавши матриці можна стверджувати про те, що заготовка буде позбавлена п'яти ступенів вільності, $\Sigma=3+2=5$ ступенів

Так як розміри задані симетрично то це є єдина схема базування і похибка базування відсутня тому що вимірювальна база співпадає з технологічною.

Виходячи із конструкції обраного обладнання, це єдиний можливий спосіб закріплення.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

На операції 010 у заводському технологічному процесі застосовується токарно – багаторізцевий копіювальний верстат моделі 1Н713, який має такі характеристики:

- найбільший діаметр обробленої заготовки над станиною $\varnothing 630$ мм, над супортом $\varnothing 350$ мм;

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

- найбільша довжина оброблюваної заготовки 3000 мм;
- висота різця, що може встановлюватися в різцетримачі 32 мм;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті 1;
- потужність електродвигуна верстата 15 кВт.

Як альтернативу можна вибрати сучасніший токарно – гвинторізний верстат моделі 16К20 [4], с. 15 табл. 9, що буде враховано в подальшій роботі, а саме:

- найбільший діаметр обробленої заготовки над станиною $\varnothing 800$ мм, над супортом $\varnothing 450$ мм;
- найбільша довжина оброблюваної заготовки 2000 мм, 2800 мм, 4000 мм, 6000 мм;
- висота різця, що може встановлюватися в різцетримачі 32 мм;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті 1;
- кількість інструментів, які можна установити на верстаті - 1;
- габаритні розміри верстата (Д \times Ш \times В) - 6140 \times 2200 \times 1770 мм;
- вага верстата – 12800 кг;
- потужність електродвигуна верстата 18,5 кВт.

На операції 020 Зубофрезерна обираємо обладнання, яке підходить за таким технологічним ознаками:

- технологічні методи обробки поверхонь: для обробки поверхонь було розглянуто перелік верстатів, проаналізувавши, був обраний вертикальний зубофрезерний верстат моделі 5к324А;
- потужність двигуна: верстат моделі 5К324А оснащений 7,5 кВт двигуном, якого достатньо для обробки поверхонь;
- тип виробництва: при середньосерійному виробництві широко використовується універсальне устаткування, таким обладнанням є верстат моделі 5К324А.

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

Таблиця 6.9 – Основні технічні характеристики верстату 5К324А

Характеристика	Значення
Найбільший діаметр нарізаних циліндричних прямозубих коліс, мм	500
Найбільший модуль нарізаного колеса, мм	8
Найбільше переміщення супорта, мм	360
Число обертів фрези, об/хв	5...310
Пришвидшене переміщення каретки супорта, мм/хв	550
Число ступенів подач	7
Діаметр стола, мм	500
Потужність головного руху, кВт	7,5
Конус отвору шпинделя	Морзе 5
Габаритні розміри, мм	2500×1440×2000

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

В умовах серійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент[5].

На 010 Токарно-багаторізевої операції вибираємо наступне устаткування [16, 17]:

- Трьохкулачковий патрон – для закріплення заготовки;
- різальний інструмент: різець прохідний відігнутий Т15К6 ГОСТ18868-73; різець прохідний упорний Т30К4 ГОСТ18879-73; різець розточний Т15К6 ГОСТ 18882-73 [10];

- вимірювальний інструмент: Калібр-скоба \varnothing 63 ГОСТ 16776-71; шаблон спеціальний 30h12; 16; $1 \times 45^\circ$; $2 \times 45^\circ$; шаблон спеціальний 31; $2 \times 45^\circ$;

На 020 Зубофрезерній операції вибираємо наступне устаткування [16, 17]:

- пристосування спеціальне – для закріплення заготовки;

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

- різальний інструмент: фреза черв'ячна цільна $\varnothing 80$, тип 2, $m=5$ P6M5 ГОСТ 9324-80 [10];
- вимірювальний інструмент: колесо зубчасте вимірювальне

6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунок режимів різання на токарно-багаторізцеву операцію №010

Токарно-багаторізцева операція №010 – виконується на верстаті моделі 1Н713 обробка ведеться чотирма різцями: 1 – прохідний упорний Т15К6; 2 і 3 – підрізні Т15К6; 4 – фасонний Т15К6.

1 Визначаємо глибину різання.

На даній операції проводиться остаточна обробка ступиці та вінця. Глибина різання дорівнюватиме припуску на сторону: $t_1 = 1,2\text{мм}$.

2 Призначаємо подачу за [3], с.266, табл. 11: $S_0 = 0,6-1,2\text{мм/об}$. Приймаємо $S = 0,6\text{мм/об}$

3 Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \quad (2.30)$$

де C_v , x , y , m , q – коефіцієнт та показники степеня [3], с.269, табл. 17:

$C_v = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$;

T – період стійкості, $T = 60$ хв;

K_v - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання.

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv} \quad (6.12)$$

де K_{nv} – коефіцієнт, що враховує стан заготівки, $K_{nv} = 0,8$ [3], с.263, табл. 5;

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструменту, $K_{iv} = 1,0$ [3], с.263, табл. 6;

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість обробляемого матеріалу.

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (6.13)$$

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{630} \right)^{1,3} = 1,3$$

$$K_v = 1,3 \times 0,8 \times 1,0 = 1,04$$

Тоді

$$V = \frac{340}{60^{0,4} \times 1,2^{0,15} \times 0,6^{0,45}} \times 1,04 = 59,47 \text{ м/хв.}$$

4 Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d}, \text{ об/хв} \quad (6.14)$$

$$n = \frac{1000 \times 59,47}{3,14 \times 63} = 300,6 \text{ об/хв}$$

Приймаємо найближче значення за паспортними даними верстата $n_d = 315 \text{ об/хв.}$

5 Фактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi \times d \times n_d}{1000}, \quad (6.15)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 63 \times 315}{1000} = 62 \text{ м/хв}$$

6 Визначаємо силу різання за формулою:

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		37

$$P_z = C_p \times t^x \times s^y \times V^n \times K_p, \quad (6.16)$$

де C_p , x , y , n – коефіцієнт та показники степеня [3] , с.273, табл. 22:

$$C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$$

K_p – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу:

$$K_p = K_{mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \quad (6.17)$$

де K_{mp} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [3], с.264, табл. 9.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.18)$$

$$n = 0,75$$

$$K_{mp} = \left(\frac{630}{750} \right)^{0,75} = 0,88$$

де $K_{\varphi p}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує змінення головного кута в плані, $K_{\varphi p} = 1$;

$K_{\gamma p}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує змінення переднього кута, $K_{\gamma p} = 1,1$;

$K_{\lambda p}$ – поправочний коефіцієнт, який враховує змінення головного кута в плані, $K_{\lambda p} = 1$.

$$K_p = 0,88 \times 1,0 \times 1,1 \times 1,0 = 0,97$$

$$P_z = 300 \times 1,2^{1,0} \times 0,6^{0,75} \times 59,47^{-0,15} \times 0,97 = 128,2H$$

7 Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \times V_d}{60 \times 102}, \quad (6.19)$$

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38

$$N_{\text{різ}} = \frac{1282 \times 59,47}{60 \times 102} = 12,45 \text{кВт}$$

$$N_{\text{різ}} < N_{\text{д}},$$

$$12,45 < 14,8$$

Потужність різання менше потужності електродвигуна верстата, тобто обробка можлива.

8 Визначаємо основний час обробки на даній операції, так як обробка ведеться чотирма різцями одночасно то час розраховуємо на більшу довжину обробки $l_0 = 78 \text{мм}$.

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times n}, \quad (6.20)$$

де i – кількість проходів, $i = 1$;

L – довжина робочого ходу інструмента, мм:

$$L = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}, \quad (6.21)$$

де, l_0 – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$l_{\text{вр}}$ – довжина врізання, мм;

$l_{\text{пер}}$ – довжина переходу, мм.

$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 4 \text{мм}$ [3], с.374, лист 6, додаток 4.

$$L = 14 + 4 = 18 \text{мм},$$

$$T_o = \frac{18 \times 1}{315 \times 0,6} = 0,095 \text{хв}$$

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		39

Розрахунок режимів різання на зубофрезерну операцію №020

Розраховуємо режими різання аналітичним методом на зубофрезерну операцію, яка виконується на вертикально-зубофрезерному верстаті 5К324А.

Визначаємо глибину різання. Нарізаємо зуби за один робочий хід. Тому глибина різання буде рівною висоті зуба:

$$t = h = 2,2m, \text{ мм} \quad (6.22)$$

$$t = 2,2 \cdot 5 = 11 \text{ мм}$$

Визначаємо класифікаційну групу, до якої за нормативами відноситься вертикально-зубофрезерний верстат 5К324А, карта 1.1 [1]. Він відноситься до III групи верстатів, так як потужність його електродвигуна 5 кВт.

Визначаємо величину подачі, карта 1.2, [2]. При обробці сталі 20Х і модулі $m=5$ мм приймаємо осьову подачу $S_{o \text{ табл}} = 2,5$ мм/об. Уточнюємо величину подачі, враховуючи поправні коефіцієнти (карта 1.5, [2]) за формулою:

$$S_o = S_{o \text{ табл}} \cdot K_{MS} \cdot K_{\beta S} \cdot K_{z1S} \cdot K_{zS} \cdot K_{FS}, \text{ мм/об} \quad (6.23)$$

де K_{MS} – коефіцієнт, що враховує матеріал; при обробці сталі 40Х $K_{MS} = 1,0$;

$K_{\beta S}$ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу зубів сателіту; при $\beta = 30^\circ$ $K_{\beta S} = 0,65$;

K_{z1S} – коефіцієнт, що враховує число заходів фрези; при одному заході $K_{z1S} = 1,0$;

K_{zS} – коефіцієнт, що враховує число зубів сателіту; при $z = 30$ $K_{zS} = 0,8$;

K_{FS} – коефіцієнт, що враховує напрямлення подачі; при попутній подачі $K_{FS} = 1,2$.

$$S_o = 2,5 \cdot 1,0 \cdot 0,65 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,2 = 1,56 \text{ мм/об.}$$

Коректуємо за паспортними даними верстата: $S_o = 2,5$ мм/об.

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Визначаємо період стійкості фрези (карта 1.3, [2]). При обробці сталі 40Х та модулі зубів сателіту $m=5$ мм приймаємо $T = 360$ хв.

Визначаємо швидкість головного руху різання, що допустима ріжучими властивостями фрези (карта 1.4, [2]). Для напівчистового нарізання зубів при подачі $S_0 = 2,5$ мм/об, модулі $m=5$ мм приймаємо $V_{\text{табл}} = 30$ м/хв. Уточнюємо величину швидкості різання за формулою:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_{MV} \cdot K_{\beta V} \cdot K_{z1V} \cdot K_V \cdot K_{IV} \cdot K_{TV} \cdot K_{\Delta V}, \text{ м/хв} \quad (6.24)$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує матеріал; при обробці сталі 40Х $K_{MS} = 1,0$;

$K_{\beta V}$ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу зубів сателіту; при $\beta = 30^\circ$ $K_{\beta S} = 0,8$;

K_{z1V} – коефіцієнт, що враховує число заходів фрези; при одному заході $K_{z1S} = 1,0$;

K_V – коефіцієнт, що враховує число проходів фрези; обробка виконується за один прохід, тому $K_V = 1,0$;

K_{IV} – коефіцієнт, що враховує матеріал фрези; матеріал фрези – швидкорізальна сталь Р6М5, тому $K_{IV} = 1,0$;

K_{TV} – коефіцієнт, що враховує період стійкості фрези; при $T = 360$ хв $K_{TV} = 1,17$;

$K_{\Delta V}$ – коефіцієнт, що враховує клас точності фрези; $K_{\Delta V} = 1,0$.

$$V = 30 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,17 \cdot 1,0 = 28,08 \text{ м/хв}$$

Визначаємо частоту обертання фрези за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (6.25)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 28,08}{3,14 \cdot 100} = 89,43 \text{ об/хв}$$

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		41

Коректуємо за паспортними даними верстата: $n_d = 100$ об/хв.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.26)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 100}{1000} = 31,4 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо потужність, що витрачається на різання (карта 5, [2]). Для напівчистового нарізання зубів при подачі $S_o = 2,5$ мм/об, модулі $m=5$ мм приймаємо $N_{\text{табл}} = 1,4$ кВт. Уточнюємо величину потужності за формулою:

$$N_{\text{різ}} = N_{\text{табл}} \cdot K_{\beta N}, \text{ кВт} \quad (6.27)$$

де $K_{\beta N}$ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу зубів сателіту; при $\beta = 30^\circ$ $K_{\beta N} = 0,95$.

$$N_{\text{різ}} = 1,4 \cdot 0,95 = 1,33 \text{ кВт}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність привода верстата $N_{\text{пв}}$ за умовою:

$$N_{\text{різ}} < N_{\text{пв}} \quad (6.28)$$

$$N_{\text{пв}} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (6.29)$$

де N_d – потужність верстата за паспортними даними; $N_d = 5$ кВт;

η – коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,85$.

$$N_{\text{пв}} = 5 \cdot 0,85 = 4,25 \text{ кВт}$$

$$1,33 < 4,25$$

Отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{Lz}{nS_oK}, \text{ хв} \quad (6.30)$$

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		42

де L – довжина робочого ходу фрези;

K – число заходів фрези; $K = 1$.

$$L = b + l_1, \text{ мм} \quad (6.31)$$

де b – довжина обробки, мм; $b = 60$ мм;

l_1 – врізання та перебіг фрези, мм; при модулі $m=5$ мм, для обробки за один робочий хід $l_1 = 37$ мм.

$$L = 60 + 37 = 97 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{97 \cdot 30}{100 \cdot 2,5 \cdot 1} = 11,64 \text{ хв}$$

6.6 Технічне нормування операцій

Технічні норми часу в умовах крупносерійного виробництва встановлюємо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності.

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.32)$$

де $T_{\text{оп}}$ – операційний час, хв.;

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_d, \text{ хв} \quad (6.33)$$

де T_o – основний час на операцію, хв;

T_d – допоміжний час на операцію, хв;

$$T_d = T_{\text{уст}} + T_{\text{зв}} + T_{\text{пк}} + T_{\text{вим}}, \text{ хв} \quad (6.34)$$

де $T_{\text{уст}}$ – час на установку та зняття деталі, хв;

$T_{\text{зв}}$ – час, на закріплення та відкріплення деталі, хв;

					<i>TM 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$T_{ПК}$ – час на прийоми керування, хв;

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв;

$a_{орг}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %; $a_{орг} = 4\%$;

$a_{відп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{відп} = 4\%$.

Технічне нормування токарно-багаторізевої операції № 010.

Визначаємо штучний час

$$T_{шт.} = T_o + T_d + T_{обс} + T_{отд}$$

де T_o – норма основного часу на операцію, хв; $T_o = 0,095$ хв;

T_d – допоміжний час, хв;

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим}$$

$T_{уст}$ – час на установку і зняття деталі [1], с.199, табл.5.6 $T_{уст} = 0,062$ хв

$T_{пер}$ – час пов'язаний з переходом [1], с.202, табл.5.8; $T_{пер} = 0,15$ хв

$T_{вим}$ – час на вимірювання [1] с.207 табл.5.13 $T_{вим} = 0,21$ хв

$$T_d = 0,062 + 0,15 + 0,21 = 0,422$$
хв

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, в відсотках від оперативного часу

$a_{обс} = 4,0\%$ [1], с.212 таб. 5.21

Остаточний штучний час на операцію № 20 складає:

$$T_{шт.} = (0,095 + 0,422) \cdot \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 0,55$$
хв

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		44

Технічне нормування зубофрезерної операції 020.

Допоміжний час на операцію визначаємо, враховуючи, що $T_{уст} + T_{зв} = 0,26$ хв, табл. 5.5 с. 199 [1]; $T_{пк} = 0,18$ хв, табл. 5.9 с. 206 [1]; $T_{вим} = 0,07$ хв, табл. 5.14 с. 208 [1].

$$T_d = 0,26 + 0,18 + 0,07 = 0,51 \text{ хв}$$

Операційний час визначаємо за формулою (2.45), враховуючи, що $T_o = 11,64$ хв. (п.2.8)

$$T_{оп} = 11,64 + 0,51 = 12,15 \text{ хв}$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою (2.45):

$$T_{шт} = 12,15 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 13,12 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час на наладку верстата та інструменту та додаткові прийоми $t_{пз} = 17$ хв (табл. 6.6 с. 218 [1]).

					<i>TM 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		45

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Враховуючи середньосерійний тип виробництва і необхідність зменшувати час на обробку та підвищувати точність поверхні при обробці, на вертикально-свердловальній операції доцільно спроектувати спеціальне пристосування.

Умовою досягнення точності оброблюваної деталі є досягнення точного базування деталі в пристосуванні, при тому що точність верстата повинна задовольняти отримувані параметри [2, 4].

Необхідно спроектувати пристосування на операцію 020 Зубофрезерна. В базовому технологічному процесі заготовка закріплювалася в універсальному пристосуванні.

Необхідно спроектувати пристосування з пневмоприводом. Використання такого верстатного пристосування допоможе скоротити час на установку, базування та закріплення заготовки, що значно зменшить допоміжний час, як результат, собівартість деталі. Також необхідно відмітити, що використання такого верстатного пристрою допоможе збільшити точність та стабільність параметрів, отриманих на операції (точність форми та розміщення, шорсткість).

На операції 020 Зубофрезерна необхідно за допомогою черв'ячної фрези нарізати зуби.

Умовою досягнення точності оброблюваної деталі є досягнення точного базування деталі в пристосуванні, при тому що точність верстата повинна задовольняти отримувані параметри.

Згідно вимог креслення на заданій операції необхідно отримати зубчастий вінець з допуском $T = 250$ мкм.

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		46

Для затискування деталі при фрезеруванні зубів шестерні застосуємо спеціальне верстатне пристосування, на якому закріплюється деталь за допомогою пневматичного приводу.

Для забезпечення надійності затискування деталі визначається коефіцієнт запасу:

$$K_{заг} = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \quad (7.1)$$

де K_0 - постійний коефіцієнт запасу при всіх випадках обробки;

$$K_0 = 2,5;$$

K_1 - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки; $K_1 = 1,75$;

K_2 - коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при затупленні ріжучого інструменту; $K_2 = 1,8$;

K_3 - коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при обробці поверхонь деталі які перериваються; $K_3 = 1,0$;

K_4 - коефіцієнт, який враховує постійність сили затиску; $K_4 = 1,5$;

K_5 - коефіцієнт для ручних затискних пристроїв; $K_5 = 1,0$;

K_6 - коефіцієнт, який враховується при існуванні моментів які прагнуть повернути деталі; $K_6 = 1,1$;

$$K_{заг} = 2,5 \times 1,75 \times 1,8 \times 1,0 \times 1,5 \times 1,0 \times 1,1 = 12,99$$

Визначаємо необхідну силу затиску для оброблюємої заготовки

$$W_n = P_z \times K_{заг}, \text{ Н} \quad (7.2)$$

де P_z – обточуюча сила різання, Н.

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S_o^y \times V_\phi^n \times K_p,$$

де C_p , x , y , n – коефіцієнт та показники степеня [5], с.274, табл. 22:

$$C_p = 92; \quad x = 1,0; \quad y = 0,75; \quad n = 0$$

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		47

K_p – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу:

$$K_p = K_{m_p} \times K_{\phi_p} \times K_{\gamma_p} \times K_{\lambda_p} \times K_{r_p},$$

де K_{m_p} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу

K_{ϕ_p} , K_{γ_p} , K_{λ_p} , K_{r_p} – коефіцієнт, що залежить від геометричних параметрів різального інструменту [5 , с.275, табл. 23]:

$$K_{\phi_p} = 0,89; K_{\gamma_p} = 1,1; K_{\lambda_p} = 1,0; K_{r_p} = 0,93$$

$$K_{m_p} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{n_v},$$

$$K_{m_p} = \left(\frac{250}{190} \right)^{0,4} = 1,12$$

$$K_p = 1,12 \times 0,89 \times 1,1 \times 1,0 \times 0,93 = 1,02$$

$$P_z = 92 \times 2,0^{1,0} \times 1,2^{0,75} \times 50^0 \cdot 1,02 = 129,5H$$

$$W_n = 129,5 \times 12,99 = 1682,2 H$$

Визначаємо розрахунковий діаметр пневмоциліндра :

$$D_u = \sqrt{\frac{W_n}{0,785 \times p \times \eta}}, \text{ мм} \quad (7.3)$$

де p - тиск стиснутого повітря ; $p = 0,4$ МПа;

η - коефіцієнт корисної дії; $\eta = 0,8$.

$$D_u = \sqrt{\frac{1682,2}{0,785 \times 0,4 \times 0,8}} = 81,8 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний діаметр пневмоциліндра $D_u = 250$ мм, оскільки дана оправка може застосовуватися і для обробки шестерень іншої номенклатури.

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		48

Визначаємо дійсну силу затиску:

$$W_g = 0,785 \times D_u^2 \times p \times \eta, \text{ Н} \quad (3.4)$$

$$W_g = 0,785 \times 250^2 \times 0,4 \times 0,8 = 15700 \text{ Н}$$

Визначаємо час спрацювання пневмоциліндру:

$$T_z = \left(\frac{D_u \times \ell_x}{d_o^2 \times v_c} \right), \text{ с} \quad (3.5)$$

де ℓ_x - довжина ходу поршня конструкції пристрою: $\ell_x = 30$ мм;

d_o - діаметр повітропроводу; $d_o = 8$ мм;

v_c - швидкість переміщення стиснутого повітря; $v_c = 180$ м/с.

$$T_z = \frac{250 \times 30}{8^2 \times 180} = 0,65 \text{ с}$$

Точність розрахунків пристрою

Для обробки зубів закріплюємо шестерню по отвору. В якості пристрою приймаємо спеціальне пристосування з пневмопристроєм. Посадка шестерні на втулку є практично без зазору і похибка базування становить 20 мкм, а допуск на обробку діаметра 40 мкм.

Дане пристосування призначене для установки і затиску заготовки і подальшого фрезерування по діаметру $\varnothing 72,5$ мм на зубофрезерному верстаті моделі 5К324А.

Пристрій складається з корпусу на який монтуються втулка і пневмоциліндр.

Пристосування базується на стіл верстата за допомогою спеціальних болтів, для яких передбачені пази в корпусі пристосування. Для того, щоб обробити заготовку її встановлюють на шліцьову оправку і закріплюють швидкознімною шайбою, притиск якої до заготовки здійснюється штоком з накрученою на нього гайкою. Вся ця система працює за допомогою пневмоциліндра, вмонтованого в корпус пристосування. При попаданні повітря

										Арк.
										49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090017-00 ПЗ					

в штокову порожнину пневмоциліндра, заготовка притискається до корпусу пристосування за допомогою швидкознімної шайби. При надходженні повітря в безштокову порожнину, поршень зі штоком піднімається вгору і відбувається розтиск заготовки.

Обертання заготовки відбувається разом зі столом при її повороті на один опрацьований зуб.

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		50

ВИСНОВКИ

Під час виконання бакалаврської роботи був виконаний наступний обсяг роботи:

- проведено аналіз службового призначення тепловозу ЧМЕЗ-7315. Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. Проведено аналіз технічних вимог на виготовлення шестерні.

- встановлено, що тип виробництва середньосерійний, а форма організації виробництва – групова;

- проаналізовано деталь на технологічність;

- проведено техніко-економічні розрахунки оптимального варіанта виготовлення заготовки і прийнято штампування на КГШП.

Докладно розроблено дві операції: токарно-багаторізцеву та зубофрезерну порівняні схеми базування і обрана найбільш раціональна; обрано найбільш раціональне металорізальне обладнання, верстатне технологічне оснащення; проведений розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

Розраховане і спроектоване спеціальне пристосування та карту налагодження зубофрезерну операцію.

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		51

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1 Анализ технических требований, выявление технологических задач, возникающих при изготовлении деталей, и технологический анализ конструкций / Под ред. А.Г. Косиловой. – М.: МВТУ, 1982. – 36 с.

2 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – М.; Л.: Машиностроение, 1964. – 652 с.

3 Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: «Высшая школа», 1983. – 256 с., ил.

4 Горошкин, А. К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник / А. К. Горошкин. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.

5 Егоров, М. Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев. Под ред. М. Е. Егорова. – Изд. 2-е и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 534 с.

6 Колесов, И. М. Служебное назначение изделия и технические условия / И. М. Колесов. – М.: Знание, 1977. – 64 с.

7 Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. Стали и чугуны. Т. II-2 / Г.Г. Мухин, А.И. Беляков, Н.Н. Александров и др.; Под общ. ред. О.А. Банных и Н.Н. Александрова. – М.: «Машиностроение», 2001. – 784 с., ил.

8 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 55 с.

9 Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

10 Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту. – М.: «Машиностроение», 1990. – 448с.

11 Общестроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени для технического нормирования станочных работ: Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

12 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 2. Зуборезные, горизонтально-расточные, резьбо-накатные и отрезные станки. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.

13 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 203 с.

14 Режимы резания металлов: справ. / Под ред. Ю.Б. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 311с.

15 Силантьева Н.А., Малиновский В.Р. Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1990. – 256 с.: ил.

16 Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: «Машиностроение», 1986. – 496с.

17 Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Панов. – М.: Машиностроение, 1980. – 527 с.

18 Чернавский С.А. Проектирование механических передач: учебно-справочное пособие для втузов. – М.: «Машиностроение», 1984. – 560 с.

19 ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

					ТМ 18090017-00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

20 АЧ2. Материал из Википедии — свободной энциклопедии.
[Электронный ресурс]: Web-сайт. – Режим доступа:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%A72> – Назва з екрану.

21 "Неубиваемая" АЧ2 [Электронный ресурс]: Web-сайт. – Режим
доступу: https://pikabu.ru/story/neubivaemaya_ach2_6669919 – Назва з екрану.

22 Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та
перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов,
Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука
і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

					<i>ТМ 18090017-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		54