

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 колеса зубчастого АК48-4В77-А758

Виконав: студент IV курсу, групи *ТМ-71К*

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Петрушенко В.В

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Динник О.Д.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Іванов

«___» _____ 2021р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ КОЛЕСА ЗУБЧАСТОГО АК48-4В77-А758**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Петрушенко В.В

Керівник

Динник О.Д.

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.Іванов
«___» _____ 2021р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Петрушенко Владислав Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного
процесу виготовлення колеса зубчастого АК48-4В77-А758*

керівник проекту *Ст.викладач каф. ЕПіА к.т.н Динник О.Д.*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «12» лютого 2021 року №07-III

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «14» червня 2021 року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)
*Креслення деталі «колесо зубчасте АК48-4В77-А758»
Річний обсяг випуску деталей – 3500 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

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

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>	<i>23 квітня 2021</i>	
2	<i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>	<i>3 травня 2021</i>	
3	<i>Визначення типу виробництва та форми його організації</i>	<i>7 травня 2021</i>	
4	<i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>	<i>14 травня 2021</i>	
5	<i>Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку</i>	<i>21 травня 2021</i>	
6	<i>Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі</i>	<i>25 травня 2021</i>	
7	<i>Проектування верстатного пристрою</i>	<i>01 червня 2021</i>	
8	<i>Виконання графічної частини</i>	<i>10 червня 2021</i>	
9	<i>Оформлення комплексу технологічної документації на виготовлення деталі</i>	<i>12 червня 2021</i>	

Студент

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(підпис)

Петрушенко В.В

(прізвище та ініціали)

Динник О.Д.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 55 с., 14 табл., 9 рис., 61 формула, 18 літературних джерел

Об'єкт розробки: деталь колесо зубчасте АК48-4В77-А758

Мета роботи: Проектування технологічного процесу виготовлення деталі колесо зубчасте АК48-4В77-А758.

В кваліфікаційній роботі бакалавра було виконано аналіз службового призначення виробу – стрічкового конвеєра ЛК- 500, деталі – колесо зубчасте АК48-4В77-А758, яке входить до складу одноступінчатого циліндричного редуктора. Було визначено та охарактеризовано тип виробництва – середньосерійний за допомогою коефіцієнта закріплення операцій, а також визначена величина партії запуску деталей та охарактеризовано основні умови організації праці.

Проаналізовано технічні вимоги при виготовленні деталі та технологічність її конструкції. На основі техніко-економічних розрахунків вибрано спосіб отримання заготовки – штампування на молотах.

Проаналізовано технологічні операції: 015 Токарна з ЧПК та 035 Свердлильна з ЧПК, обґрунтовано схеми базування, вибрано металорізальне обладнання та технологічну оснастку, розраховано режими різання та нормування на цих операціях.

Для графічної частини роботи було виконано креслення: заготовки, маршрутного технологічного процесу колеса зубчастого, пристосування з механізованим пневматичним приводом для операції 035 Свердлильної з ЧПК та операційне налагодження 015 Токарну операцію з ЧПК.

РЕДУКТОР, КОЛЕСО ЗУБЧАСТЕ, ЗАГОТОВКА, РІЗЕЦЬ, СВЕРДЛО,
НОРМИ ЧАСУ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ПРИСТОСУВАННЯ, БАЗУВАННЯ

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.....	6
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	11
3 Визначення типу та форми організації виробництва	13
4 Аналіз технологічності конструкції деталі	16
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї.....	18
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі	23
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	25
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки	27
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	32
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	35
6.5 Розрахунки режимів різання.....	36
6.6 Технічне нормування операцій	44
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	47
Висновок	54
Список використаної літератури	
Додатки	

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>			
		№ докум.	Підпис			Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Петровченко В.			Проектування технологічного процесу виготовлення колеса зубчастого АК48-4В77-А758	5	62	
Перевірив		Динник О.Д.						
Реценз.								
Н. Контр.		Динник О.Д.				КІСумДУ, ТМ-71к		
Затв.		Іванов В.О						

ВСТУП

Провідне місце в розвитку економіки країни належить галузям машинобудування, які забезпечують матеріальну основу технічного прогресу всіх галузей народного господарства. В даний час машинобудування не володіє достатньо потужною виробничою базою. Це пов'язано з непристосованістю промисловості України до самостійного розвитку та рядом інших причин.

Моральне старіння продукції машинобудування дуже часто настає значно швидше її фізичного старіння, при цьому строки стійкого масового чи серійного виробництва скоротилися 10...15 до 3...5 років, а для впровадження у виробництво нових виробів на кожну тисячу деталей необхідно розробити понад 15 тисяч одиниць різноманітної технічної документації та виготовити до 5 тисяч різних видів технологічного оснащення. Все це потребує підвищення технології методів організації та управління процесами виробництва.

Практичному здійсненню широкого застосування прогресивних типових технологічних процесів, оснащення та обладнання, засобів механізації та автоматизації, що відповідають сучасним досягненням науки і техніки, сприяє Єдина система технологічної підготовки виробництва, що забезпечує для всіх підприємств та організацій системний підхід до оптимізації вибору методів та засобів технологічної підготовки виробництва.

Основними принципами єдиної системи технологічної підготовки виробництва є: запуск у виробництво виробів, відпрацьованих на технологічність, широке застосування типових технологічних процесів, стандартизація та механізація інженерно-технічних та керівницьких робіт. Важливе місце у вирішенні цих задач займає технологія машинобудування.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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

Стрічкові конвеєри застосовують для переміщення в горизонтальному або похилому напрямках різноманітних насипних і штучних вантажів, а також для міжопераційного транспортування виробів при потоковому виробництві. Вони отримали широке поширення в усіх галузях промисловості і є основними агрегатами механізації транспорту в ливарних цехах(подання і розподіл землі і прибирання відходів), підземного і наземного транспорту вугілля і породи у вуглевидобувній промисловості, руди, коксу і флюсів в металургії, будівельних матеріалів і корисних копалини в кар'єрах, зерна в зерносховищах, піску і каменю на будівництві каналів і гідроелектростанцій.

Стрічковий конвеєр ЛК- 500 призначений для транспортування сипких матеріалів об'ємною вагою до 2000 кг/куб.м.(пісок, гравій, щебінь, вугілля, шлак та ін.) по горизонтальних і похилих трасах. Стрічковий конвеєр складається з рами конвеєра 1, мотор-редуктора SITI(Італія) 2, транспортної стрічки 3, барабана приводного натяжного 4, барабана неприводного 5, несучих верхніх роликів опор жолобчастих 6, роликів опор плоских нижніх поворотних 7, роликів дефлекторів 8 (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Ескіз стрічкового конвеєра ЛК – 500

Технічна характеристика стрічкового конвеєра ЛК – 500 наведена в таблиці 1.1

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		6

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика стрічкового конвеєра ЛК-500

Параметр	ЛК-500
Продуктивність стрічкового конвеєра, куб.м./год	до 143
Ширина транспортної стрічки, мм	500
Довжина конвеєра між вісями барабанов, м	до 30
Швидкість руху транспортної стрічки, м/с	1,3
Навантаження на погонний метр стрічки, кг	до 200
Кут нахилу до горизонту не более, град.	35
Крок роликів опор несучої гілки конвейера, мм	1,4
Мощність електродвигателя, кВт	4-5,5
Максимальний крутний момент, Н•м	273-650

Редуктор барабана приводного натяжного – механізм, який перетворює високу кутову швидкість обертання вхідного валу в низьку на вихідному валу. При цьому крутний момент на вихідному валу зростає пропорційно зменшенню швидкості та частоті обертання.

Основу редуктора складають зубчасті передачі – прямозубі циліндричні, конічні або косозубі. Редуктор може складатися з однієї або декількох ступенів.

Задана деталь входить в циліндричний одноступінчастий редуктор (рисунок 1.2). Він представляє собою одну циліндричну передачу, укладених в загальний корпус. У свою чергу циліндрична зубчаста передача являє собою пару зубчастих коліс, що знаходяться в зачепленні один з одним.

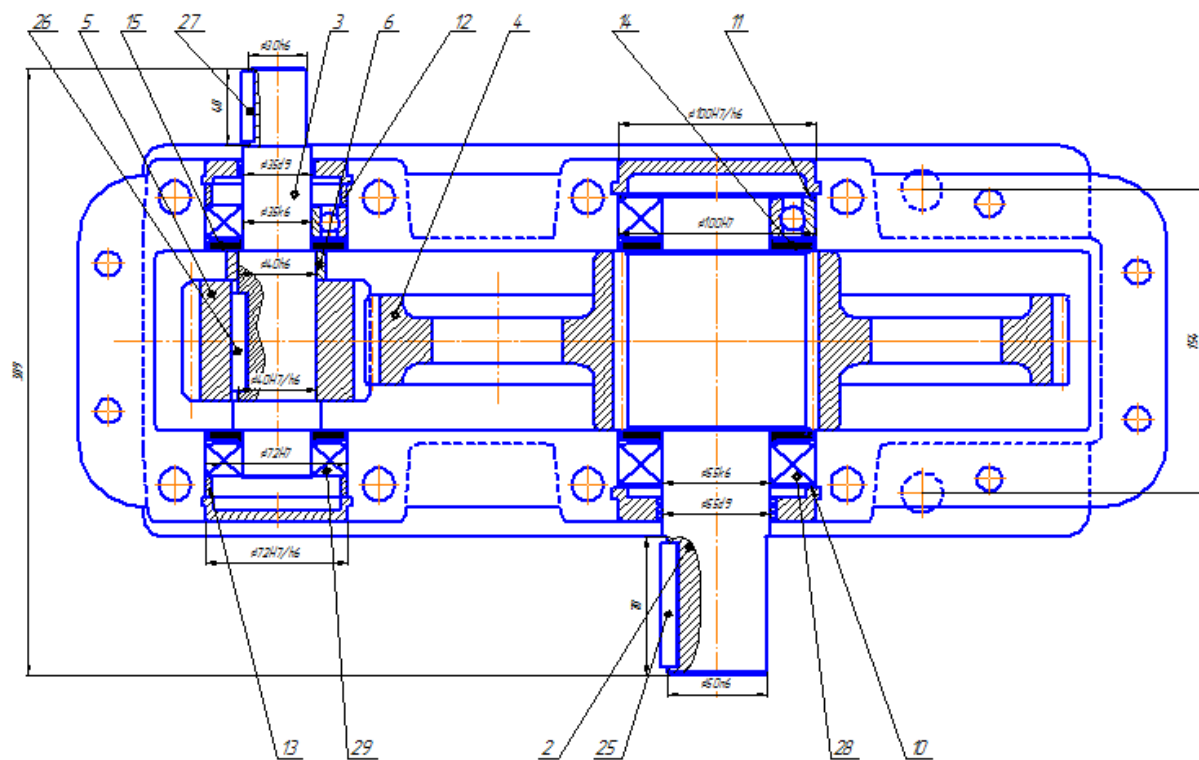
За допомогою циліндричної передачі зусилля передається від колеса вхідного валу до колеса, що знаходиться з ним в зачепленні. Колеса виготовляються різних діаметрів і з різною кількістю зубів.

Обертальний момент послідовно передається з вхідного валу на вихідний.

Хоча циліндричні редуктори мають обмеження по передавальному числу і підвищену шумливість, завдяки високому ККД, низькому тепловиділенню,

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

здатності передавати великі потужності, надійності роботи навіть в умовах тривалих періодів з частими пусками-зупинками, малому люфту вихідного валу, можливості обертання валів в будь-яку сторону циліндричні редуктори є одним з найбільш поширених типів редукторів.



2 – вихідний вал; 3 – вхідний вал; 4 – зубчасте колесо; 5 – шестерня;
6 – втулка; 10-13 – кільця розпірні; 14 -15 – шайби утримуючі; 25-27 – шпонки;
28-29 – підшипники

Рисунок 1.1 – Ескіз редуктора барабана приводного натяжного

«Зубчасте колесо АК48-4В77-А758», яке входить в циліндричний одноступінчастий редуктор, передає крутний момент з одного валу на інший.

Деталь має зубчастий вінець $\varnothing 188_{-0,11}$ мм і товщиною $24_{-0,033}$ мм із степінню точності 9-10-8-E за ГОСТ 1643-81, маточину товщиною $50_{-0,039}$ мм, центральний шліцьовий отвір D-10x46H11x51H7 і два отвори для зменшення маси деталі $\varnothing 35^{+0,62}$ мм.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 18090049-00 ПЗ

Арк.

8

Деталь складається з таких поверхонь (рис.1.2): зубчастий вінець 1 є виконавчою поверхнею, яка входить в зачеплення із шестернею і передає крутний момент на вихідний вал. Отвір 5 є основною конструкторською базою і визначає положення деталі у вузлі. По цій поверхні зубчасте колесо базується на вихідний вал в редукторі.

Поверхня 5 є установчою базою, позбавляючи трьох ступеней вільності

Шліцьова поверхня отвору є допоміжною конструкторською базою, яка визначає положення приєднуємого вихідного валу.

Торці маточини 6 і 17 також є основними конструкторськими базами, так як зубчасте колесо має упори в кільця саме по цим поверхням. Торці маточини 6 і 17 є опорною базою, позбавляючи зубчасте колесо двох ступеней вільності.

Інші поверхні – циліндричні поверхні маточини 4 та 14; фаски 2, 7, 11, 16; торці вінця 3 та 12; скруглення 8 та 15; отвори 9 та 18; виточки 10 та 13 є вільними поверхнями, які формують загальну конфігурацію зубчастого колеса.

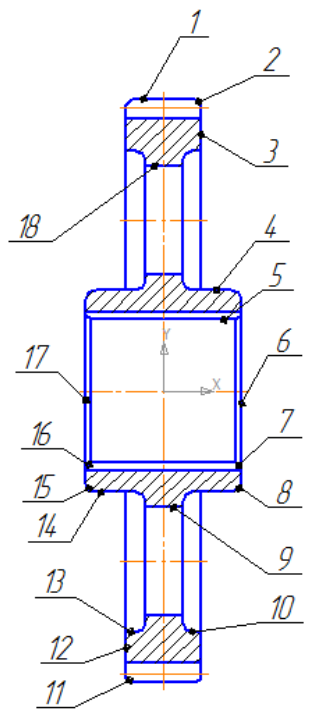


Рисунок 1.2 – Поверхні зубчастого колеса

					ТМ 18090049-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

На основі аналізу конструкції та принципу роботи редуктора розробляємо схему базування деталі у вузлі (рис. 1.3) та складаємо таблицю відповідностей (таблиця 1.2) та матрицю зв'язків (таблиця 1.3)

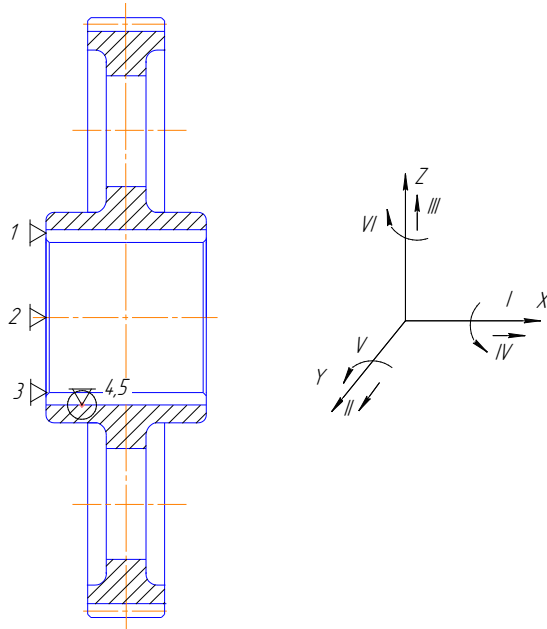


Рисунок 1.4 – Схема базування зубчастого колеса у вузлі

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Найменування бази
1,2,3	I,V,VI	ВБ
4,5	II, III	ПОБ
6	VI	ОБ

Таблиця 1.3 – Матриця зв'язків

		X	Y	Z
ВБ	L	1	0	0
	α	0	1	1
ПОБ	L	0	1	1
	α	0	0	0
ОБ	L	0	0	0
	α	1	0	0

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 18090049-00 ПЗ

Арк.

10

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Деталь «Зубчасте колесо AD48-4B77-A758» є типовим представником деталей типу зубчастих коліс. Виготовлене зі сталі 20Х ГОСТ4543-71. Це легована конструкційна сталь, яка 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 у виробництві редукторів.

Хімічний склад та механічні властивості сталі 20Х ГОСТ4543-71 наведені в таблицях 1.1 – 1.2 ([4], табл. 1.2.7, с.60; табл.1.2.9, с.61).

Таблиця 1.1 – 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	0,70-1,10	0,035	0,17-0,23

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 20Х ГОСТ4543-71

Перетин, мм	$\delta_{0,2}$, МПа	$\delta_{\text{в}}$, МПа	$\delta_{5\%}$, %	δ , %	КСУ, Дж/м ²	НВ
Загартування: при $t = 880^{\circ}\text{C}$, вода або масло; при $t = 770-820^{\circ}\text{C}$, вода або масло; відпуск 180°C , повітря або масло						
100-300	245	470	19	42	39	143...179

Всі оброблювані поверхні, з точки зору точності та чистоти, не представляють технологічних труднощів. Деталь є достатньо жорсткою в осьовому та радіальному напрямках.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

Конструкція зубчастого колеса забезпечує можливість обробки всіх необхідних елементів деталі. Деталь має гарні базові поверхні: отвір, торці та зовнішню циліндричну поверхню. Тобто конфігурація деталі має зручні і надійні поверхні для установки заготовки в процесі її обробки, дозволяє застосовувати сучасні та продуктивні методи механічної обробки.

Шорсткість поверхонь деталі відповідає квалітетам точності розмірів. Постановка розмірів забезпечує зручність вимірювань.

До робочої поверхні та основних поверхонь, які є посадочними при базуванні зубчастого колеса в редуктор, ставлять високі вимоги. Точність робочої поверхні, зубчастого вінця ($\varnothing 188_{-0,11}$ мм) – 9-10-8-E; точність торців маточини ($50_{-0,039}$ мм) за квалітетом h8 з шорсткістю Ra 1,6 мкм; шліцьовий отвір D-6x46H11x51H7 виконаний з центруванням по зовнішньому діаметру з квалітетом H7 і шорсткістю Ra 1,6 мкм.

Торці вінця ($24_{-0,033}$ мм) виконані по квалітету h8 з шорсткістю Ra 3,2 мкм. Два отвори, які зменшують масу деталі, виконані по квалітету точності H11. Всі інші розміри не вимагають високої точності, тому виконані: граничні відхили валів за h14, отворів – H14 (ГОСТ 25670-83). Шорсткість інших поверхонь – Ra 12,5.

На кресленні деталі є такі вимоги до термічної обробки: загартовування з відпуском до 143...179 НВ, зубці нітроцементувати на глибину h 0,3...0,5 до 58...63 НРС.

Ставиться вимога співвідносності зубчастого вінця 0,05 відносно бази А. Допуск на перпендикулярність торців 10 мкм відносно бази А.

Креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі. Визначені конструктором вимоги є обґрунтованими для забезпечення виконання службового призначення деталі.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$ згідно ГОСТ 3.1108-74.

Розраховуємо тип виробництва у відповідності до [3].

Вихідні дані:

Річна програма випуску виробів $N = 3500$ штук.

Режим роботи підприємства - у дві зміни.

Дійсний річний фонд роботи обладнання $F_D = 4029$, годин.

Для розрахунку необхідно знати штучний час на виконання механічних операцій. Дані про штучному часу виготовлення деталі «Колесо зубчасте» на механічні операції візьмемо з базового технологічного процесу.

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

Номер операції	Найменування операції	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
015	Токарно - гвинторізна	40	0,06	1	0,06	12,9
020	Токарно - гвинторізна	20	0,031	1	0,031	27,8
030	Радіально - свердлильна	30	0,046	1	0,046	17,2
035	Довбальна	15	0,023	1	0,023	34,4
040	Зубофрезерна	30	0,046	1	0,046	17,2
Σ	-	135	-	5	-	107,4

На основі штучного часу на кожну операцію, визначаємо розрахункову кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_D \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (3.1)$$

де N - річна програма випуску виробів, шт;

$T_{шт}$ - штучний час на операцію, хв;

F_D - дійсний річний фонд часу, ч;

$\eta_{з.н.}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_{з.н.} = 0,8$ [3, с.20].

					TM 18090049-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

Коефіцієнт закріплення операцій розраховуємо за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (3.2)$$

Таким чином коефіцієнт закріплення операції дорівнює:

$$K_{з.о.} = \frac{107,4}{5} = 21,2 \approx 21, \text{ що відповідає дрібносерійному типу виробництва,}$$

так як $K_{з.о.}$ знаходиться в межах $20 < 21 < 40$.

Визначаємо форму організації виробництва.

Визначаємо партію запуску за формулою [3 с. 23]:

$$n = Na/254, \text{ шт} \quad (3.3)$$

де $a=24$ – періодичність запуску [3 с. 23].

$$n = 2000 \cdot 24 / 254 = 189,9 \text{шт},$$

приймаємо партію запуску 190 штук.

Визначаємо середню трудомісткість механічних операцій:

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{шт}}{n} = \frac{135}{5} = 27 \text{ хв.}$$

$n = 5$ - число операцій.

Визначаємо добовий час роботи обладнання:

$$F_{cym} = \frac{60 \cdot F_d}{254} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 \text{ хв.}$$

Коригуємо розмір партії за рахунок визначення числа змін на виготовлення всієї партії:

$$z = \frac{T_{cp} \cdot N_{пар}}{F_3 \cdot \eta_{з.н.}} = \frac{27 \cdot 190}{476 \cdot 0,8} = 34,7.$$

$$F_3 = \frac{F_{cym}}{2} = \frac{952}{2} = 476 \text{ хв.}$$

$\eta_{з.н.} = 0,8$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість змін округляємо до найближчого цілого значення: $z_{np} = 35$.

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

Тоді число деталей в партії:

$$N_{\text{пар}} = \frac{F_z \cdot Z_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{з.н.}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{476 \cdot 35 \cdot 0,8}{27} = 494 \text{ шт.}$$

Так як розрахований тип виробництва дрібносерійний, то вибираємо форму організації робіт - групову. Ця форма організації робіт характерна для дрібносерійного і среднесерійного типів виробництва. Заготовки обробляються невеликими партіями, час обробки не погодили.

Цей тип виробництва характеризується такими показниками: заготовки, що застосовуються в дрібносерійному виробництві в основному кування і лиття в піщано-глинисті форми. Устаткування використовується універсальне і спеціалізоване. В основному використовують універсальні верстати, також широко використовуються верстати з ЧПУ. У дрібносерійному виробництві застосовується групова форма організації виробництва. Устаткування розставляються по технологічним групам.

Ріжучий інструмент застосовують як стандартний, так і спеціальний, який використовується в разі неможливості обробки стандартним інструментом різних поверхонь великої номенклатури та різної конструкції деталей. Вимірвальний інструмент застосовують як стандартний, так і спеціально виготовлений на замовлення в інструментальному цеху підприємства. Переважно застосовують шкальний інструмент в деяких випадках шаблони і калібри.

Середня кваліфікація робітників вище, ніж в масовому виробництві, але нижче ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, а також налагоджують використовуються робітники-оператори, що працюють на настроєних верстатах.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Оцінку технологічності деталі зубчасте колесо AD48-4B77-A758 за якісними показниками проводимо за такими ознаками:

Зубчасте колесо AD48-4B77-A758 виготовлене зі сталі 20Х ГОСТ 4543-71, хімічний склад та механічні властивості якого вказані в таблицях 1.2 та 1.3. В якості заміників сталі 20Х можуть 15Х, 20ХН, 12ХН2, 18ХГТ, близькі до неї за хімічним складом і фізико-механічними властивостями.

Сталь, призначена конструктором для виготовлення колеса зубчастого, є низьковуглецевою та низьколегованою. Основним легуючим елементом є хром, який полегшує механічну обробку та покращує прогартованість сталі. Замінити матеріал на більш міцний і більш легкий не представляється. Оскільки матеріал деталі недорогий, не має дефіцитних легуючих елементів, і добре підлягає обробці різанням, то можемо сказати, що за цим показником вона технологічна.

Деталь складається з простих поверхонь, доступних для обробки стандартним і нескладним спеціальним інструментом. Серед нетехнологічних елементів деталі можна відзначити отвори великого діаметру та косозубий зубчатий вінець. Крім того, радіуси R5, які хоча і є вільними розмірами, але дещо ускладнюють процес обробки, і є нетехнологічними.

Загалом, з точки зору геометричних форм деталь є технологічною.

До всіх поверхонь деталі ставляться вимоги щодо точності та якості поверхонь, тобто, всі вони підлягають механічній обробці. Отже, збільшити кількість поверхонь які не обробляються, неможливо з точки зору службового призначення деталі та її конструктивних розмірів.

Виходячи із конфігурації деталі, можливими методами отримання заготовки є вільне кування на молотах або штампуванням на КГШП. Обидва ці методи дають можливість отримати заготовки, наближені до конфігурації готової деталі з досить високим коефіцієнтом використання матеріалу.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

Базовою інформацією щодо аналізу технологічності конструкції деталі з точки зору простановки розмірів є креслення деталі. В цілому за цією ознакою деталь є технологічною, однак є певні зауваження: діаметр міжцентрової відстані 6 отворів діаметром $110 \pm 1,5$ мм. Такий великий допуск може призвести порушення плавності обертання колеса на валу.

Також на кресленні є точні розміри: $\varnothing 80H7$, $\varnothing 344,894h8$. Ці розміри, вимагає декількох стадій обробки (чорнова, напівчистова і чистова стадія), що робить деталь нетехнологічною з точки зору механічної обробки.

Крім того, креслення має допуски радіального і торцевого биття величиною 0,045 мм. Витримування цих допусків підвищує трудомісткість механічної обробки, отже є нетехнологічним.

У технічних вимогах зазначено, що заготовка виготовлюється за вимогами III-ї групи поковок, тобто під час виготовлення необхідний контроль твердості та інших механічних властивостей, що збільшує собівартість заготовки. Виходячи із службового призначення деталі, можемо зробити висновок, що III група поковок обрана конструктором грамотно і обґрунтовано.

Колесо зубчасте відноситься до класу фланців, є жорстким, (відношення $l/d = 80/341 < 1$). Деталь можна обробляти в універсальних переналогоджуваних пристроях (УНП), але їх застосування може приводити до підвищення трудомісткості налагодження. Внаслідок цього на деяких операціях доцільно застосувати спеціальні пристосування. Доступ різального інструменту до оброблюваних поверхонь під час різання необмежений.

В цілому ж конструкція деталі технологічна і не потребує значного вдосконалення.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Враховуючи геометричні параметри зубчастого колеса, умови виробництва та матеріал, можна запропонувати для отримання заготовки штампування на кривошипних гарячештамповочних пресах (КГШП) та вільне кування на молотах.

Штампування на КГШП забезпечує високу точність форми та розмірів заготовки, продуктивність праці, відсутність ударних навантажень, менші навантаження на виробничі будівлі, можливість використання універсальних штампів.

Поковка, що отримується вільним куванням на молотах має великі припуски і напуски, це в свою чергу веде до збільшення маси, а отже і істотного збільшення вартості заготовки. Отримання поковки на молотах виконується універсальними інструментами, робочими високої кваліфікації (4-6 розряди), що також збільшує собівартість, а отримання поковок на КГШП може виконуватися робітниками 1-го або 2-го розрядів.

За умови забезпечення технологічності подальшої механічної обробки більш раціональним є отримання заготовки на КГШП.

Головними ознаками класифікації поковок є: точність виготовлення; група сталі; конфігурація поверхні роз'єму штампі; ступінь складності ([1]).

Клас точності даної заготовки – Т3.

Група сталі заготовки визначається за вмістом вуглецю та легуючих елементів. Для сталі 20Х (концентрація вуглецю 0,17 - 0,23%, вміст хрому 0,7 – 1%) група сталі – М1.

Ступінь складності заготовки визначається з відношення:

$$\frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{ф}}}, \quad (5.1)$$

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		18

де M_{Π} – орієнтовна маса поковки, кг;

M_{Φ} – маса фігури, в яку можна вписати деталь, кг.

Орієнтовна маса поковки визначається за формулою:

$$M_{\Pi} = M_{д} \cdot K_{p}, \text{ кг} \quad (5.2)$$

де K_p – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки; $K_p = 1,5$.

$$M_{\Pi} = 4,65 \cdot 1,5 = 6,98 \text{ кг}$$

Масу фігури, в яку можна вписати деталь, визначаємо, беручи розміри деталі, збільшені на 1,05.

$$M_{\Phi} = V_{\Phi} \cdot \gamma, \text{ кг}, \quad (5.3)$$

де V_{Φ} – об'єм фігури, в яку можна вписати задану деталь, мм^3 ;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,85 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$;

$$V_{\Phi} = \frac{\pi D_{\Phi}^2 l_{\Phi}}{4}, \text{ мм}^3, \quad (5.4)$$

де D_{Φ} – діаметр фігури, мм;

l_{Φ} – довжина фігури, мм;

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 197,4^2 \cdot 52,5}{4} = 1605918 \text{ мм}^3,$$

$$M_{\Phi} = 1605918 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 12,61 \text{ кг},$$

$$\frac{6,98}{12,61} = 0,55.$$

Так, як $0,32 < 0,55 < 0,63$, то приймаємо ступінь складності С2.

Конфігурація роз'ємну штампу – плоска.

На основі знайдених показників визначаємо вихідний індекс – 10, який потрібен для подальшого визначення припусків та допусків поковки [1].

Розраховуємо розміри поковки. Дані заносимо в таблицю 4.1.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів поковки

Номинальний розмір елемента деталі, мм	Припуск на сторону, мм	Додатковий припуск сторону, мм	Загальний припуск, мм	Допуск на розмір	Остаточний розмір елемента заготовки, мм
∅ 188	1,7×2	0,4×2	4,2	+1,4 -0,8	∅ 192,2 ^{+1,4} _{-0,8}
∅ 46	1,5×2	0,4×2	3,8	+1,1 -0,5	∅ 42,2 ^{+1,1} _{-0,5}
50	1,5×2	0,3×2	3,6	+1,1 -0,5	53,6 ^{+1,1} _{-0,5}
24	1,4×2	0,3×2	3,4	+0,9 -0,5	27,4 ^{+0,9} _{-0,5}

На основі розрахованих розмірів поковки виконуємо ескіз заготовки (рис.5.1).

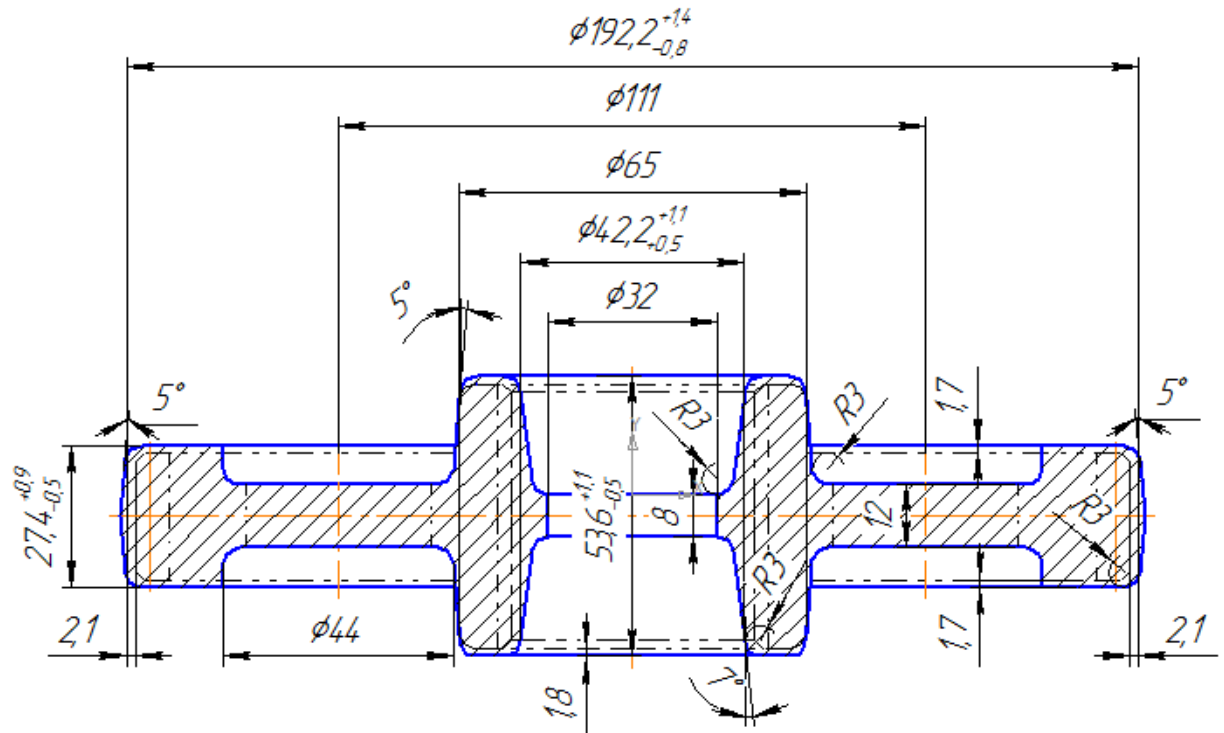


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090049-00 ПЗ				

Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$M_3 = V_3 \cdot \gamma, \text{ кг}, \quad (5.5)$$

де V_3 – об'єм заготовки, мм³

Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$V_3 = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4} - 4 \cdot \frac{\pi D_2^2 l_2}{4} - \frac{\pi D_3^2 l_1}{4} + \frac{\pi D_3^2 l_3}{4} - \frac{\pi D_4^2 l_4}{4} - \frac{\pi D_5^2 l_5}{4}, \text{ мм}^3, \quad (5.6)$$

$$\begin{aligned} V_3 &= \frac{3,14 \cdot 192,2^2 \cdot 27,4}{4} - 4 \cdot \frac{3,14 \cdot 44^2 \cdot 12}{4} - \frac{3,14 \cdot 65^2 \cdot 27,4}{4} \\ &+ \frac{3,14 \cdot 65^2 \cdot 53,6}{4} - \frac{3,14 \cdot 32^2 \cdot 8}{4} - 2 \cdot \frac{3,14 \cdot 42,2^2 \cdot 22,8}{4} = \\ &= 738331 \text{ мм}^3. \\ M_3 &= 738331 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 5,8 \text{ кг}, \end{aligned}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3}, \quad (5.7)$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

M_3 – маса заготівки, кг;

$$K_{\text{вм}} = \frac{4,65}{5,8} = 0,80$$

Визначаємо собівартість поковки за формулою [2], с.31:

$$S_{\text{заг}} = (S_{\text{м}} \cdot M_3 \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}}) - (M_3 - M_{\text{д}}) \cdot S_{\text{відх}}, \text{ грн.}, \quad (5.8)$$

де $S_{\text{м}}$ – базова вартість 1 кг заготівки, $S_{\text{м}} = 22,4$ грн./кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони відходів, $S_{\text{відх}} = 2240$ грн;

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що залежить від точності; $K_{\text{т}} = 1,0$;

$K_{\text{с}}$ – коефіцієнт, що залежить від групи складності $K_{\text{с}} = 0,87$;

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

K_B – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу $K_B = 0,89$;

K_M – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки, $K_M = 1,13$;

K_{II} – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготовки, $K_{II} = 1,0$;

$$S_{\text{заг}} = (22,4 \cdot 5,8 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,89 \cdot 1,13 \cdot 1,0) - (5,8 - 4,65) \cdot 2,24 = 111 \text{ грн.}$$

До заготовки ставляться наступні технічні вимоги [1]:

1 Поковка групи II НВ 143...179 ГОСТ 8479-70.

2 Клас точності Т3, група сталі М1, степінь точності С2, вихідний індекс – 10.

3 Допустиме зміщення по поверхні роз'єму штампку 0,4 мм.

4 Допустима величина залишкового облою по зовнішньому контуру поковки 0,9 мм.

5 Допустима величина висоти заусенців по зовнішньому контуру поковки 0,9 мм, по контуру отвору 4 мм.

5 Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору відносно зовнішнього контуру поковки 0,8 мм.

6 Допустиме відхилення від площинності 0,6 мм.

7 Невказані радіуси 3...5 мм.

8 Невказані ухили: зовнішні – 5°, внутрішні – 7°;

9 Невказані граничні відхилення розмірів: Н14, h14, ±IT/2

10 Очищення від окалини дрібноструйне.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Розглянемо базовий технологічний процес виготовлення деталі «Зубчасте колесо», складений відповідно з виконанням технічних вимог для виготовлення заданої деталі (рис. 1.2, табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

Найменування операції	Короткий зміст операції	Базування	Обладнання
1	2	3	4
005 Обробка тиском	Штапування заготовки	-	Кривошипно-гарячештапувальний прес
010	Термічна обробка	Зняти внутрішні напруження	Піч газова
015 Токарна з ЧПК	<i>Установ А</i> Підрізати торець вінця 3; підрізати торець маточини 6 і точити начорно, розточити отвір 5; точити внутрішню фаску 7 <i>Установ Б</i> Підрізати торець вінця 12; підрізати торець маточини 17 і точити начорно; точити внутрішню фаску 16	Поверхня заготовки $\varnothing 192,2$ мм, з упором в лівий торець вінця	Токарний верстат з ЧПК UNITECH UT 560×1000
015 Токарна з ЧПК	Токарна з ЧПК Точити деталь по контуру начисто	Поверхня заготовки $\varnothing 192,2$ мм, з	Токарний верстат з ЧПК UNITECH UT 560×1000

										<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							23

		упором в лівий торець вінця	
--	--	--------------------------------	--

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
020	Контрольна	Контролювати розміри згідно креслення	Стіл ВТК
025 Свердлильна з ЧПК	Свердлити та зенкерувати отвори 9 та 18	Внутрішня поверхня заготовки $\varnothing 45$ мм, з лівий торець вінця та з притиском в правий торець маточини	Свердлильний верстат з ЧПК Knuth Mark Super SV
030 Горизонта- льно- протяжна	Протягнути шліцьовий отвір 5	Внутрішня поверхня заготовки $\varnothing 45$ мм з упором в лівий торець маточини	Горизонтально- протяжний верстат 7Б55
035 Зубофрезер- на	Фрезерувати зубчасту поверхню колеса	Шліцьовий отвір з упором в лівий торець вінця та притиском в правий торець маточини	Зубофрезерний напівавтомат 5К310
040 Термічна	Нітроцементация зубців	-	Індуктор ИЗВ-1-160
045 Промивання	Промити деталь в мийному розчині	-	Мийна машина 8ФНС
050 Технічний контроль	Контролювати розміри	-	Стіл ВТК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 18090049-00 ПЗ

Арк.

24

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку отвору $\varnothing 46H8$.

Для вказаних технологічних переходів визначаємо елементи припуску [6, табл.4.3,4.5, с.63-64]

– для заготовки	$Rz = 200$ мкм	$T = 250$ мкм
– для чорнового точіння	$Rz = 40$ мкм	$T = 50$ мкм
– для чистового точіння	$Rz = 20$ мкм	$T = 20$ мкм
– для протягування	$Rz = 2,5$ мкм	$T = 15$ мкм

Розрахункова формула для знаходження припуску для отвору має вигляд:

$$2z_{\min} = 2 \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де Rz_{i-1} – величина мікронерівностей поверхні, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні, мкм;

ρ_{i-1}^2 – величина просторового відхилення форми поверхні, мкм;

ε_i^2 – похибка базування, мкм.

Величина просторового відхилення форми ρ_{i-1} , яка розраховується за формулою:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_{\text{ц}}^2} = \sqrt{800^2 + 700^2} = 1500 \text{ мкм} \quad (6.2)$$

Знайдемо значення ρ для кожного з переходів з урахуванням коефіцієнту уточнення:

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

(6.3)

$$\rho = \rho_{\text{заг}} \cdot K_y, \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{точ чор}} = 1500 \cdot 0,06 = 90 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{точ чис}} = 1500 \cdot 0,05 = 75 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{прот}} = 1500 \cdot 0,04 = 60 \text{ мкм}$$

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунку припусків на ЕОМ

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	Елементи припуску, мкм				
			Rz	T	ρ	ε_3	ε_6
Штамповка	T3	+2,2 -1,2	200	250	1500	-	0
Точіння чорнове	IT11	+0,22 0	40	50	90	110	0
Точіння чистове	IT9	+0,10 0	20	20	75	90	0
Протягування	IT7	+0,039 0	2,5	0	60	70	0

Подальший розрахунок за програмою PRIPUSK поводимо за допомогою ПК. Результати розрахунків представлені в додатку Б.

Схема припусків і допусків для $\varnothing 46H8\text{мм}$ наведена на рисунку 6.1

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

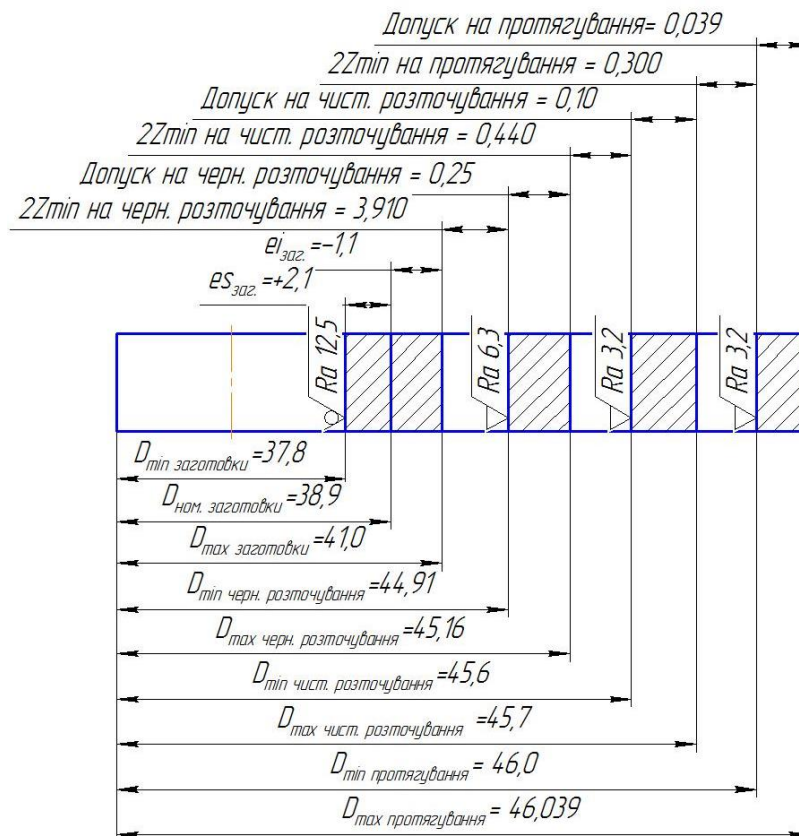


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків і допусків розміру $\varnothing 46H8mm$

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Операція 030 Токарна з ЧПК.

На даній операції на токарно-гвинторізному верстаті з ЧПК мод. 16K20Ф3 точиться вінець зубчастого колеса начорно і начисто та фаски.

Для обробки заданої поверхні порівняємо два способи базування заготовки: в трьохкулачковому самоцентруючому патроні та на шліцьову оправку. Розглянемо перший спосіб базування заготовки – в трьохкулачковому самоцентруючому патроні (рис. 6.2). За установчу базу приймаємо зовнішню циліндричну поверхню маточини, яка позбавляє заготовку 3-х ступенів волі, а лівий торець є подвійною опорною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів волі. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів волі, шоста ступінь волі звільняється (табл. 6.3 і табл. 6.4). Похибка базування $\epsilon_D = 0$.

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ 18090049-00 ПЗ					

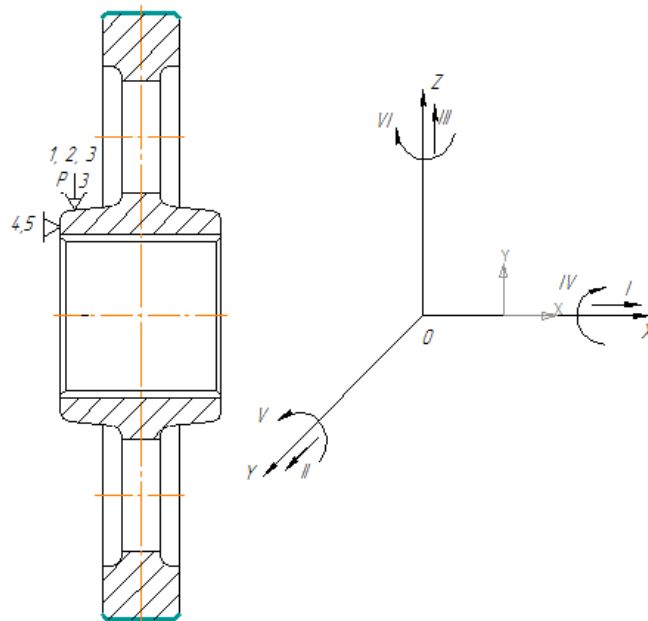


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки у трьохкулачковому патроні

Таблиця 6.3 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
		L	1	0
УБ	α	0	1	1
	L	0	1	1
ПОБ	α	0	0	0
	L	0	0	0
Вакансія	α	1	0	0

Розглянемо другий спосіб базування заготовки – на шліцьову оправку (рис. 6.3). Шліцьовий отвір заготовки буде подвійною направляючою базою, яка позбавляє 4-х ступенів волі, лівий торець є опорною базою і позбавляє заготовку 1-ї ступені волі. У такий спосіб заготовка позбавляється 5-ти ступенів волі (табл. 6.5 і табл. 6.6).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 18090049-00 ПЗ

Арк.

28

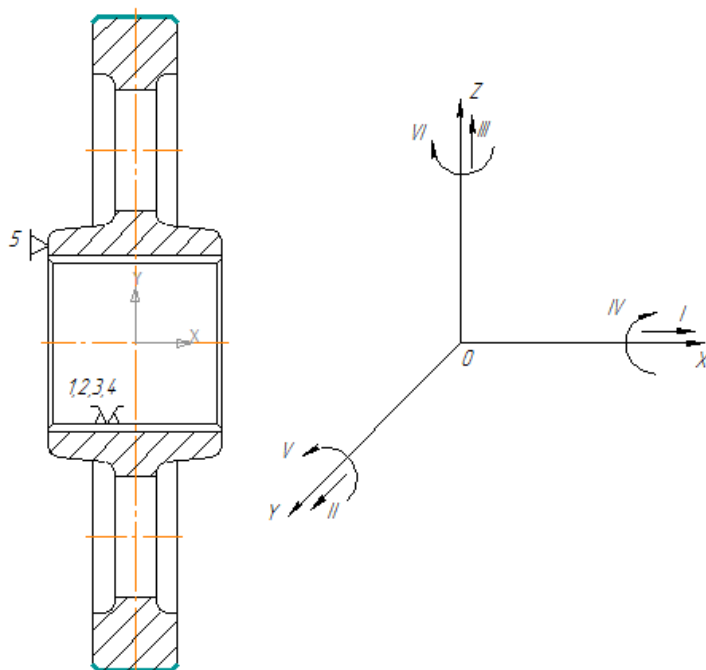


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки на шліцьову оправку

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені волі	Найменування баз
1,2,3,4	II, III, V, VI	Подвійна напрямна база
5	I	Опорна база
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

Похибка базування при такому способі буде визначатися за формулою:

$$\varepsilon_D = S_{max} + \delta_B + \delta_A, \text{ мм} \quad (6.4)$$

де S_{max} – максимальний гарантований зазор, мм;

δ_B – допуск на розмір оправки, мм; розмір оправки виконаний по квалітету js5($^{+0,0065}_{-0,0065}$), тому $\delta_B = 0,013$ мм;

δ_A – допуск на розмір базового отвору, мм; отвір виконаний по H7($^{+0,030}_{-0}$), тому $\delta_A = 0,030$ мм.

Максимальний гарантований зазор визначається за формулою:

$$S_{max} = ES - ei, \text{ мм} \quad (6.5)$$

де ES – верхнє відхилення отвору, мм;

ei – нижнє відхилення валу, мм;

$$S_{max} = 0,030 + 0,0065 = 0,0365 \text{ мм},$$

$$\varepsilon_D = 0,0365 + 0,013 + 0,030 = 0,086 \text{ мм}$$

Порівнявши два способи базування заготовки на заданій операції, можна зробити висновок, що доцільніше застосовувати трьохкулачковий самоцентруючий патрон.

На операції свердлильній з ЧПК операції відбувається свердління двох отворів діаметром 35 мм. Заготовку на даній операції можна базувати по зовнішній поверхні з упором в торець (самоцентруючи призми, рис. 6.4) або по отвору $\varnothing 46$ мм з упором в торець (рис.6.5).

Розглянемо перший спосіб – базування в самоцентруючих призмах (рис 6.3). За установчу базу приймаємо торець заготовки, який позбавляє заготовку трьох ступенів вільності а зовнішня поверхня є подвійною опорною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів вільності [2, 4].

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

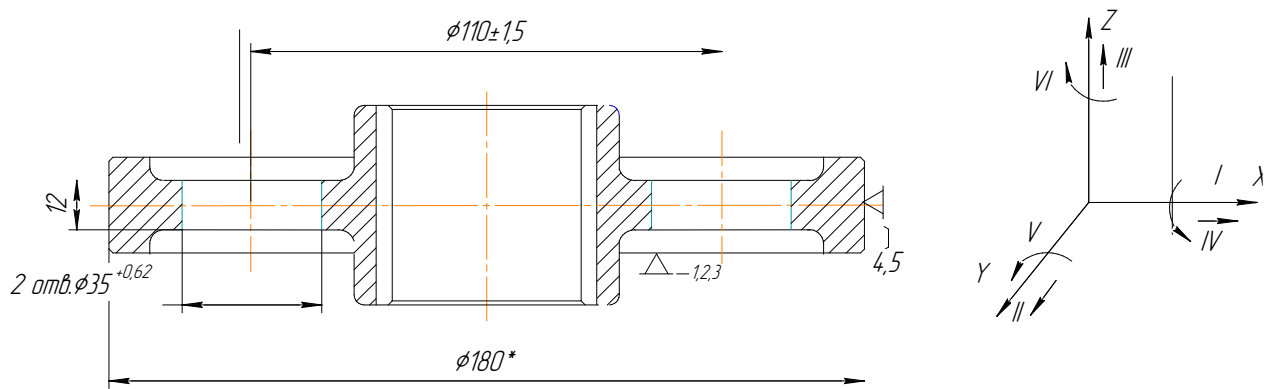


Рисунок 6.4 – Схема базування заготовки у самоцентруючі призми

Тобто, у такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів вільності, шоста ступінь волі вакансія (табл. 6.2 і табл. 6.3). Похибка базування $\varepsilon = 0$.

Таблиця 6.2 – Таблиця відповідностей

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

Таблиця 6.3 – Матриця зв'язків

Найменування баз		X	Y	Z
УБ	L	0	0	1
	α	1	1	0
НБ	L	1	1	0
	α	0	0	0
Вакансія	L	0	0	0
	α	0	0	1

Розглянемо другий спосіб базування заготовки – по отвору $\phi 46$ мм з упором в торець (рис. 6.5). За установчу базу приймаємо торець зубчастого колеса, який позбавляє заготовку 3-х ступенів вільності, а отвір є подвійною опорною базою і позбавляє заготовку 2-х ступенів вільності. У такий спосіб деталь позбавляється 5-ти ступенів вільності, шоста ступінь вільності вакансія (табл. 6.4 і табл. 6.5) [2, 4].

					ТМ 18090049-00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		31

У такий спосіб базування буде виникати похибка на довжину отвору ε_L .
 Вона буде дорівнювати допуску на розмір 24 мм: $\varepsilon_L = \delta_{24} = 1,3$ мм

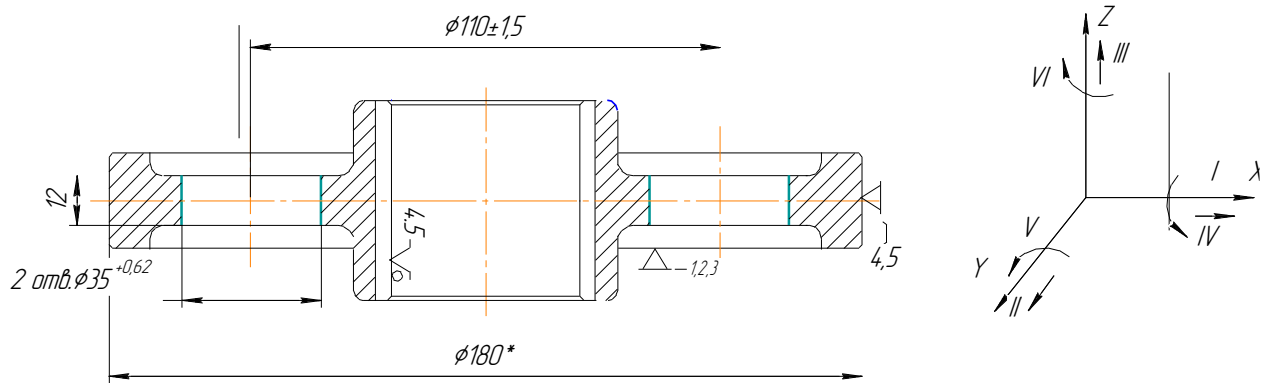


Рисунок 6.5 – Схема базування заготовки по отвору і торцю

Матриця зв'язків і таблиця відповідностей наведені у таблицях 6.2 і 6.3

Отже, порівнявши два способи базування заготовки, можна зробити висновок, що доцільніше застосовувати перший спосіб базування заготовки – у самоцентруючих призмах.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 18090049-00 ПЗ

Арк.

32

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

При виборі металорізального верстата перевагу слід надавати високопродуктивному обладнанню, орієнтуючись на сучасні високопродуктивні верстати.

Проаналізуємо обладнання, що застосовується на розглянутих операціях у базовому технологічному процесі виготовлення корпусу. Застосоване у базовому техпроцесі обладнання відповідає за характеристиками вимогам середньосерійного типу виробництва [10, 11], але є морально застарілим. Тому вважаємо за доцільне підібрати верстати, подібні за точністю та ступенем автоматизації, проте більш прогресивні, сучасні та високопродуктивні.

Таблиця 6.7 – Аналіз технологічного обладнання

Найменування операції	Технологічне обладнання, що використовується в заводському технологічному процесі	Проектне технологічне обладнання
015 Токарна з ЧПК	Токарний верстат з ЧПК 1М63НФ101	Токарний верстат з ЧПК моделі UNITECH UT 560×1000
035 Свердлильна з ЧПК	Свердлильний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3	Свердлильний верстат з ЧПК моделі Knuth Mark Super SV

На операції 035 пропонується застосувати свердлильно-фрезерний верстат з ЧПК моделі Knuth Mark Super SV (301490), який має наступні особливості:

- потужність і безступінчасте регулювання швидкості розширюють діапазон застосування
- 2 ступені коробки швидкостей і стабільна система регулювання частоти гарантують досягнення високого крутного моменту для інтенсивної обробки
- вибрана частота обертання шпинделя виводиться на панелі управління
- точно оброблена станина верстата з сірого чавуну з регульованими по усіх осях що направляють типу "ластівчин хвіст"
- 3-ступінчаста автоматична подача пінолі
-

						ТМ 18090049-00 ПЗ	Арк.
							33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			

– безшумний хід і довгий термін служби завдяки тому, що передатний механізм приводу виготовлений із загартованої сталі

– безступінчасте регулювання приводу подачі по вісі X

Свердлильно-фрезерний верстат з ЧПК моделі Knuth Mark Super SV (301490) має такі основні технічні характеристики:

– Найбільший діаметр свердління в сталі 200, мм

– Відстань від вісі вертикального шпинделя до напрямних стійки 500, мм

– Найбільший діаметр фрези 120 мм

– Поздовжнє переміщення столу по напрямних санчат (Ось X), мм 280

– Поперечне переміщення санчат по напрямних станини за програмою (Ось Y), мм 400

– Найбільше переміщення шпиндельної бабки за програмою (вісь Z), мм 620

– Частота обертів шпинделя знаходиться в межах від 35 до 3000 за хвилину

– Кількість інструментів, які можна установити на верстаті 18

– Потужність електродвигуна головного приводу – 5,3 кВт

– Розміри верстата: довжина, ширина, висота, мм 1700x1900x2000 мм

Зважаючи на характеристики, вважаємо, що свердлильно-фрезерний верстат з ЧПУ моделі Knuth Mark Super, тому що він більш сучасний, має оптимальну потужність, ширші технологічні можливості та більш досконалу систему ЧПК, ніж верстат 2P135Ф2.

На токарній операції 015 пропонуємо застосувати токарний верстат з ЧПК UNITECH UT 560×1000, який має такі особливості:

– напівавтоматичне переміщення при виконанні індивідуальних циклів: обробка конусної поверхні, нарізування різьби

– SINUMERIK 808D: початковий рівень для стандартних верстатів з ЧПУ

– переміщення по осі X і Z за допомогою електронних регуляторів

– адаптований для користувача інтерфейс циклів для легкого програмування

–

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- серійний патрон 200 мм з регульованою силою затискання
- шестиінструментальна револьверна інструментальна головка, яка підвищує ступінь автоматизації і ефективність та економію часу при обробці складних елементів

Технічні характеристики верстата:

Максимальна довжина точіння 1000 мм
 Діаметр точіння над станиною 410 мм
 Діаметр точіння над супортом 220 мм
 Обороти шпинделя 35-2500 об/хв
 Максимальне переміщення по осі x/z 235/920 мм
 Прискорений хід по осі x/z 6/8 м/хв
 Точність позиціонування по осі x/z 0,024/0,032 мм
 Діаметр пінолі задньої бабки 65 мм
 Максимальний хід пінолі задньої бабки 127 мм
 Конус пінолі задньої бабки MT4
 Потужність двигуна 5,5 кв
 Маса 3400 кг
 Габаритні розміри 3680 x 1600 x 2040 мм

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6.4 Обґрунтування вибору верстатного пристосування, металорізального та вимірювального інструментів

Для встановлення і закріплення зубчастого колеса АК48-4В77-А758 на операції 015 для умов дрібносерійного виробництва пропонуємо універсальне пристосування - трьохкулачковий патрон 7102-0071-3-1 ГОСТ 24351-80 з розточеними на діаметр 188 мм і довжину 30 мм кулачками з пневматичних приводом.

Для виконання токарної операції з ЧПУ пропонуємо застосувати різальні інструменти з багатограними непереточуваними пластинами:

- Різець прохідний упорний PCLNR2525K12, матеріал пластини Т5К10 - для точіння зовнішніх поверхонь і підрізання торців;

- Різець розточний S32PCLNR, матеріал пластини Т5к10 - для розточування внутрішніх поверхонь.

- Різець для торцевих канавок RF123-05-2525 з Т5К10 – для розточування торцевих канавок глибиною 25 мм.

При обробці застосовуємо мастильно - охолоджувальну рідину 7-10% Укрінол-1 ТУ 38 - 101197 - 76 для забезпечення умов для обробки з більш високими режимами різання.

Для контролю розмірів на операції 015 токарна з ЧПК застосовуємо універсальний шкальний вимірювальний інструмент, а саме штангенциркуль ШЦ-П-360-0,05 ГОСТ166-89, а також шаблон R5.

Обираємо пристосування та інструмент для операції 035 Свердлильна з ЧПК. Для встановлення і закріплення деталі пропонуємо застосувати спеціальний пристрій з механізованим пневматичним приводом, так як він забезпечує постійне зусилля закріплення та зменшує допоміжний час на встановлення та закріплення деталі.

Оскільки отвори на даній операції виконуються по 14му квалітету (чорнова обробка), то для обробки застосовуємо такі ріжучі інструменти:

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- Свердло спіральне діаметром 35мм зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 10903- 77 - для свердління отворів.

На свердлильній операції застосовуємо мастильно - охолоджуючу рідину 7-10% Укріол1 ТУ 38-101197-76 для охолодження деталі і свердла, а також для обробки з більш високими режимами різання.

Для контролю розмірів на операції 035 застосовуємо універсальний шкальний інструмент а саме штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166 – 89.

6.5 Розрахунки режимів різання

Операція 015 Токарна з ЧПК. Розрахунки виконуємо аналітично для чорнового точіння зовнішньої циліндричної поверхні за [8] та [10], дані заносимо в табл. 6.8.

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм} \quad (6.6)$$

де D – діаметр заготовки, мм;

d – діаметр деталі, мм.

$$t = \frac{192,2 - 189,2}{2} = 1,5 \text{ мм}$$

Визначаємо подачу (табл.11, с.266). $S_0 = 0,8$ мм/об. Коректуємо за паспортними даними верстата. Приймаємо $S_0 = 0,8$ мм/об.

Визначаємо період стійкості різця. Період стійкості токарного різця приймаємо $T = 60$ хв (с.268).

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_0^y} K_v, \text{ м/хв} \quad (5.4)$$

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де C_v , q , m , x , y , u , p – коефіцієнт та показники степеня на швидкість різання (табл. 17 с. 269). Приймаємо $C_v=340$; $x=0,15$; $y=0,45$; $m=0,2$.

K_v – поправний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (5.5)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу (табл.1, с.261). Для обробки сталі маємо:

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (5.6)$$

де K_r – коефіцієнт, що характеризує групу сталі за оброблюваністю (табл.2, с.262) $K_r = 1,0$;

σ_B – межа міцності, МПа; $\sigma_B = 470$ МПа;

n_v – показник степеню на швидкість (табл.2, с.262). При обробці сталі $n_v = 1,0$.

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{470} \right)^{1,0} = 1,60.$$

K_{pv} – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки матеріалу (табл. 5, с. 263); $K_{pv} = 0,8$;

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу (табл. 6, с. 263); $K_{iv} = 1,0$;

$$K_v = 1,60 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,28 .$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,28 = 201 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделю за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/хв} \quad (5.7)$$

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		38

$$n = \frac{1000 \cdot 201}{3,14 \cdot 192,2} = 333 \text{ об/хв}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделю за паспортними даними верстата: $n_d = 315 \text{ об/хв}$.

Визначаємо дійсну швидкість головного руху різання за формулою:

$$V_d = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/хв} \quad (5.8)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 192,2 \cdot 315}{1000} = 190 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_o^y \cdot V^n K_p, \text{ Н}$$

де C_p , x , y , n – поправні коефіцієнти на силу різання; $C_p=300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$ (табл.22, с. 273);

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \text{ Н} \quad (5.9)$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{470}{750} \right)^{0,75} = 0,71$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 190^{-0,15} \cdot 0,71 = 1249 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (5.11)$$

$$N = \frac{1249 \cdot 190}{1020 \cdot 60} = 3,88 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо чи достатня потужність приводу головного руху верстата. Необхідно, щоб виконувалася умова:

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		39

$$N_e \leq N_{\text{шп}} \quad (5.12)$$

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (5.13)$$

де N_d – потужність верстата за паспортними даними; $N_d = 10$ кВт;

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

$$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,85 = 8,5 \text{ кВт},$$

Умова виконується ($3,88 < 8,5$), отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L_i}{nS_o}, \text{ хв} \quad (5.14)$$

де L – довжина робочого ходу різця, мм;

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (5.15)$$

де l – довжина обробки, мм;

y – величина врізання, мм;

Δ – величина перебігу, мм; $\Delta = 1 \dots 5$ мм, приймаємо $\Delta = 3,13$ мм.

Величину врізання визначаємо за формулою:

$$y = t \cdot \text{ctg}60^\circ, \text{ мм} \quad (5.16)$$

$$y = 1,5 \cdot \text{ctg}60^\circ = 0,87 \text{ мм},$$

$$L = 24 + 0,87 + 3,13 = 28 \text{ мм},$$

$$T_o = \frac{28 \cdot 1}{315 \cdot 0,8} = 0,11 \text{ хв.}$$

Для решти технологічних переходів режими різання призначаємо за нормативами, дані заносимо в табл. 6.8.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 6.8 – Параметри режимів обробки на операцію 015

Найменування переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T _o , хв.
	t, мм	s, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	i		
1	2	3	4	5	6	7	8
Установ А							
Підрізання торця	2	0,6	100	109	2	145	4,83
Точіння поверхні Ø188	2	0,6	100	102	2	52	1,73
Точіння фаски	2	0,6	100	102	1	5	0,08
Розточування торцевої канавки Ø122	3,5	0,1	62	200	1	28	1,4
Розточування радіуса канавки R5	1,5	0,1	67	200	1	5	0,25
Розточування торця канавки	5	0,1	94	100	1	5	0,53
Розточування радіуса канавки R5	1,5	0,1	96	100	1	5	0,5
Розточування торцевої канавки Ø65	3,5	0,1	96	100	1	28	1,4
Розточування отвору Ø46	2	0,5	99	400	2	85	0,85
Розточування фаски на Ø46	2	0,5	102	400	1	5	0,05
Установ Б							
Підрізання торця	2	0,6	100	109	2	145	4,83
Точіння фаски	2	0,6	100	102	1	5	0,08
Розточування торцевої канавки Ø65	3,5	0,1	62	200	1	28	1,4
Розточування радіуса канавки R5	1,5	0,1	67	200	1	5	0,25
Розточування торця канавки	5	0,1	94	100	1	5	0,53
Розточування радіуса канавки R5	1,5	0,1	96	100	1	5	0,5
Розточування торцевої канавки Ø122	3,5	0,1	96	100	1	28	1,4
Розточування фаски на Ø46	2	0,5	102	400	1	5	0,05
Всього							20,66

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТМ 18090049-00 ПЗ

Арк.

41

Визначимо режими різання під час свердління двох отворів $\varnothing 35^{(+0.62)}$ мм

Різальним інструментом є спіральне свердло $D = 35$ мм ГОСТ 10903-77 з матеріалом різальної частини Р6М5 (швидкорізальна сталь)

Глибина різання під час свердління дорівнює половині діаметра:

$$T = 0,5 \cdot D, \text{ мм} \quad (6.4)$$

$$T = 0,5 \cdot 35 = 17,5 \text{ мм.}$$

Подачу вибираємо максимально допустиму $S = 0,43$ мм / об. Оскільки верстат Knuth Mark Super SV має безступінчасте регулювання, коректування подачі за паспортними даними не проводимо.

Швидкість різання під час свердління визначаємо за формулою:

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v \text{ м/хв} \quad (6.5)$$

де C_v – поправочний коефіцієнт;

T - період стійкості інструменту, хв;

S - подача, мм / об;

q, m, y - показники ступеня з таблиць [2];

K_v - коефіцієнт оброблюваності

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (6.6)$$

де $K_{uv} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує інструментальний матеріал;

$K_{lv} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує глибину різання;

K_{mv} – коефіцієнт, що характеризує опрацьований матеріал;

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (6.7)$$

де K_r – коефіцієнт, який характеризує групу стали по оброблюваності;

n_v – показник ступеню.

Коефіцієнти визначені за таблицями 1-24 стор. 261-276 згідно [2]:

$$C_v = 9,8, q = 0,4, y = 0,5, m = 0,2, \text{ звідси:}$$

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{540} \right)^{0,91} = 1,34, \text{ тоді}$$

$$K_v = 1,34 \cdot 1 \cdot 1 = 1,34,$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 35^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,43^{0,5}} \cdot 1,34 = 30,6 \text{ м/хв.}$$

Визначимо частоту обертання за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \text{об/хв} \quad (6.8)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 30,6}{3,14 \cdot 35} = 430 \text{ об/хв.}$$

Оскільки верстат Knuth Mark Super SV має безступінчасте регулювання, коректування частоти обертання шпинделя за паспортними даними не проводимо.

Визначимо крутний момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{Нм} \quad (6.9)$$

де $C_m = 0,0345$, $q = 2,0$, $y = 0,8$ – поправочні коефіцієнти згідно ([3], табл 2, с 31)

$$K_p = K_{mp},$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.10)$$

де $n = 0,75$ – показник ступені.

$$K_{mp} = \left(\frac{540}{750} \right)^{0,75} = 0,78,$$

$$K_p = 0,78$$

Звідси

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 35^2 \cdot 0,43^{0,8} \cdot 0,78 = 69,64 \text{ Нм};$$

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Визначимо потужність різання за формулою:

$$N_c = \frac{M_{кр} \times n}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.11)$$

$$N_c = \frac{69,64 \cdot 430}{9750} = 3,07 \text{ кВт.}$$

Так як за паспортом верстату $N_d = 5,3$ кВт, то дані режими різання задовольняють вимогам для поперечного точіння.

Визначимо величину робочого ходу L за формулою:

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ мм} \quad (6.12)$$

де $L = 12$ мм – довжина обробки;

$l_1 = l_2 = 5,5$ мм – довжина врізання і перебігу, звідси:

$$L = 12 + 5,5 + 5,5 = 23 \text{ мм}$$

Визначимо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_m}, \text{ хв} \quad (6.13)$$

$$T_o = \frac{23}{430 \cdot 0,43} \cdot 2 = 0,28 \text{ хв.}$$

Режим різання по решті технологічних переходів заносимо до таблиці 6.6

Номер і текст переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	То, хв
	t, мм	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	i		
Свердлити 2 отвори $\varnothing 35$	17,5	0,43	430	30,6	2	23	0,28
Всього							0,28

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6.6 Технічне нормування операції

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу. Технічне нормування операції 015 Токарної з ЧПК проводимо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [9].

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт-шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_3} + T_{\text{шт, хв}} \quad (6.14)$$

де $T_{\text{пз}}$ – підготовчо-заклучний час, хв.;

n_3 – розмір партії деталі, що запускається у виробництво, шт.

$T_{\text{шт}}$ – штучний час на операції, хв.;

Підготовчо-заклучний час визначаємо за враховуючи час на наладку верстата, пристосування та інструменту та додаткові прийоми, $t_{\text{пз}}=16$ хв.

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{н}} + T_{\text{дп, хв}} \quad (6.15)$$

де $T_{\text{н}}$ – час на налагодження верстату, інструменту та пристосування, хв.; $T_{\text{н}} = 12$ хв., (табл. 6.3 с.215 [1]);

$T_{\text{дп}}$ – час на додаткові прийоми, хв.; $T_{\text{дп}} = 12$ хв. (табл. 6.3 с.216 [1]);

$$T_{\text{пз}} = 12 + 12 = 24 \text{ хв} \quad (6.16)$$

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.17)$$

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

$a_{\text{орг}}$ – витрати часу на технічне обслуговування робочого місця, %; $a_{\text{орг}} = 5\%$;

$a_{\text{відп}}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{\text{відп}} = 8\%$

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д, хв}} \quad (6.18)$$

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		45

де T_0 – основний час на операцію, хв;

T_d – допоміжний час на операцію, хв;

$$T_d = T_{уст} + T_{пк} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.19)$$

де $T_{уст}$ – час на установку та зняття деталі, хв; $T_{уст} = 0,15$ хв

$T_{пк}$ – час на прийоми керування, хв; $T_{пк} = 0,186$ хв

$T_{вим}$ – час на вимірювання, хв; $T_{вим} = 0,24$ хв

$$T_d = 0,15 + 0,186 + 0,24 = 0,58 \text{ хв}$$

$$T_{оп} = 20,66 + 0,58 = 0,92 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 0,92 \cdot \left(1 + \frac{5 + 8}{100}\right) = 1,12 \text{ хв}$$

$$T_{шт-шк} = \frac{24}{83} + 1,12 = 1,41 \text{ хв}$$

Технічне нормування операції 035 Свердлильної з ЧПК проводимо розрахунково-аналітичним методом в наступній послідовності [9].

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-шк} = \frac{T_{пз}}{n_3} + T_{шт}, \text{ хв} \quad (6.20)$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, хв.;

n_3 – розмір партії деталі, що запускається у виробництво, шт.

$T_{шт}$ – штучний час на операції, хв.;

Визначаємо допоміжний час для операції 035, за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{уп} + T_{вим}, \text{ хв}$$

де $T_{уст} = 4,2$ хв - час на установку і зняття заготовки [5];

$T_{уп} = 6,3$ хв - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{вим} = 2,2$ хв - час на вимірювання [5].

$$T_d = 4,2 + 6,3 + 2,2 = 12,7 \text{ хв.}$$

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Визначаємо оперативний час за формулою 6.18:

$$T_{\text{оп}} = 18 + 12,7 = 30,7 \text{ хв.}$$

Визначаємо час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{оп}} 4\% = 30,7 \cdot 0,04 = 1,22 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою 6.15:

$$T_{\text{шт}} = 30,7 + 1,22 = 31,92 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{\text{шт-шк}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n_3} + T_{\text{шт}}, \text{ хв} \quad (6.21)$$

де $T_{\text{пз}} = 30$ хв - підготовчо-заключний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі МОР;

$N = 190$ шт - кількість деталей у партії.

$$T_{\text{шт-к}} = 31,92 + 30/190 = 32,08 \text{ хв.}$$

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра проведено аналіз службового призначення редуктора, в який входить задана деталь «Зубчасте колесо АК48-4В77-А758». Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. На основі проведеного аналізу технічних вимог на виготовлення зубчастого колеса визначено тип виробництва, а саме середньосерійний, обраний спосіб отримання заготовки – штампування на молотах, розраховані маса заготовки (5,8 кг), коефіцієнт використання матеріалу (0,80) та собівартість одержання поковки (111 грн.).

В результаті аналізу базового технологічного процесу виготовлення зубчастого колеса на 015 токарній операції з ЧПК та 030 свердлильній з ЧПК.

– проаналізовано базовий технологічний процес виготовлення зубчастого колеса. На основі аналізу з'ясовано, що технологічний процес відповідає принципам: поетапної обробки, постійності та суміщення баз.

– однак у зв'язку з оновленням обладнання токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат моделі 16К20Ф3 був замінений на верстат з ЧПК моделі UNITECH UT 560x1000, це дало нам змогу об'єднати дві операції в одну і тим самим скоротити штучний час.

– у відповідності з середньосерійним типом виробництва та вимогами до дипломного проекту розроблено спеціальний верстатний пристрій, що забезпечує точність базування і надійність закріплення заготовки.

Всі запропоновані нововведення направлені на зниження собівартості деталі та надання їй конкурентоспроможності.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 1 - 656 с.
2. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.
3. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина – М.: Машиностроение, 1989, 640с.
4. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» / Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.– 53 с.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки- М.: Машиностроение, 1974 – 416 с.
6. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред.: - 4-е изд., перераб. и доп., – Мн.:Выш. Школа, 1983. –256 с., ил.
7. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски, издание официальное, Москва – 1990 г».
8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 434 с.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. – М.: Машиностроение, 1974. - 203 с.

					<i>TM 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

10. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учебное пособие для техникумов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

11. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. – Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.

12. 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.

13. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении / В.С. Корсаков – М.: Машиностроение, 1971. - 288 с.

14. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] :А. К. Горошкин. – М: Машиностроение, 1979. – 302 с.

15. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77) Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация / Сборник. – М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1983. – 296 с.

16. Юдин, Е.Я. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев и др.; Под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1983, 432.

17. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка” [Текст] : П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.

18. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров- М.: Машиностроение, 1964.-652 с.

					<i>ТМ 18090049-00 ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		