

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д-р техн. наук, професор

М.Р. Ткач

 «__» _____ 2026 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Проектування технології виготовлення

вал-шестерні редуктора ($m = 4$ мм, $z = 16$)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 4267стЗ

Керівник



Чернявський М.В.
(прізвище та ініціали)



Поліщук В.А.
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2026

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Інститут _____ Машинобудівний навчально-науковий _____
Кафедра _____ Інженерної механіки та технології машинобудування _____
Освітній рівень _____ Магістр _____ Спеціальність
_____ 131 «Прикладна механіка» _____

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма _____ «Технології машинобудування» _____

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д.т.н., професор М.Р.ТКАЧ

“ _____ ” _____ 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студент _____ Чернявський Максим Валерійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Проектування технології виготовлення вал-шестерні редуктора
($m = 4$ мм, $z = 16$)”

керівник роботи к.т.н., доцент Поліщук В.А.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “22”04.2026р. № 291-уч

2. Строк подання студентом роботи 1.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Робоче креслення деталі; нормативна література;
держстандарти; довідники

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

1) Загальний розділ: Призначення та аналіз технологічності деталі.

2) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки.

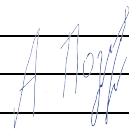
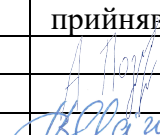
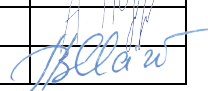
Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів
різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання,
ріжучого та вимірювального інструменту.

3) Конструкторський розділ - Розрахунок і проектування спеціальних конструкцій
пристроїв для верстатів та спеціального металорізального
інструменту.

4) Охорона праці та навколишнього середовища – Розробка заходів з охорони
праці та навколишнього середовища на ділянці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі, заготовки, спеціального пристрою до металорізального
верстату, спеціального металорізального або вимірювального інструменту,
налагодження до однієї з технологічних
операцій

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Познанський А.С., канд.техн.наук, доцент кафедри ІМ та ТМ		
Нормоконтроль	Боду С.Ж., доцент кафедри ІМ та ТМ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруківка у форматі А3)	25.03.2026	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 2)	15.04.2026	
3	Оформлення конструкторського розділу (3)	25.04.2026	
4	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (4)	25.05.2026	
5	Оформлення креслень	25.05.2026	
	Перевірка на плагіат	1-10.06.2026	
6	Нормоконтроль (креслення у форматі А3)	1-9.06.2026	
9	Затвердження КРБ на кафедральному перегляді (ПЗ , креслення у форматі А1)	10-16.06.2026	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи(текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	12-16.06.2026	
11	Затвердження КРБ зав.кафедрою (подання, анотація)	12-16.06.2026	
12	Рецензування	16-22.06.2026	

Студент

(підпис)

Чернявський М.В. _____

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Поліщук В.А. _____

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В бакалаврській роботі на тему «Проектування технології виготовлення вал-шестерні ($m = 4$ мм, $z = 16$)» надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення деталі.

В бакалаврській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів, розглянуті методи зменшення небезпек пов'язаних зі стружкою, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці.

Ключові слова: вал-шестерня, заготівка, припуски, патрон повідцевий, фреза черв'ячна, скоба індикаторна.

ABSTRACT

In the bachelor's thesis on the topic "Design of the technology for manufacturing a shaft-gear ($m = 4$ mm, $z = 16$)" a description of the purpose of the part and the characteristics of the material from which it is made are provided, an analysis of its manufacturability is made, the choice and justification of the type of production is made, a technological process for manufacturing the part is developed.

The bachelor's thesis provides calculations of special devices and cutting and measuring tools, methods for reducing hazards associated with chips are considered, and measures for labor protection and the environment at the site are developed.

Keywords: shaft-gear, workpiece, allowances, lead chuck, worm cutter, indicator bracket.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. Загальна частина	8
1.1. Службове призначення деталі	9
1.2. Характеристика властивостей матеріалу деталі	9
1.3. Аналіз технологічності деталі	11
1.4. Визначення та обґрунтування типу виробництва	1
2. Технологічна частина	46
2.1. Вибір способу отримання заготовки	47
2.2. Розрахунок штампованої заготовки	47
2.3. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	49
2.4. Розрахунок операційних припусків на механічну обробку	50
2.5. Вибір технологічного обладнання	55
2.6. Вибір ріжучого інструменту	58
2.7. Вибір вимірювальних інструментів	60
2.8. Розрахунок режимів різання та технічне нормування	61
2.8.1. Розрахунок режимів різання при точінні	62
2.8.2. Визначення технічно обґрунтованих норм часу	67
3. Конструкторська частина	69
3.1. Розрахунок і проектування пристосування	70
3.1.1. Службове призначення і опис пристосування	70
3.1.2. Розрахунок сил затиску заготовки	71
3.1.3. Розрахунок пристосування на точність	73
3.1.4. Розрахунок пристосування на міцність	74
3.2. Опис індикаторної скоби	75
4. Охорона праці	79
4.1. Аналіз безпечних та шкідливих виробничих факторів	
4.2. Методи зменшення небезпек пов'язаних зі стружкою	84
4.3. Охорона навколишнього середовища	86

						Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Історія машинобудування нерозривно пов'язана з глибиною розуміння виробничих процесів. Чим краще ми вивчали та узагальнювали наукові закономірності, що лежать в основі механічної обробки та збирання, тим вищим ставав рівень розвитку цієї галузі.

Основна мета машинобудування – це внесок у зростання добробуту людей. Це досягається через сталий розвиток економіки, ефективне використання ресурсів, підвищення продуктивності праці та якості виробленої продукції.

Для досягнення цих цілей, особлива увага приділяється:

- розробці та впровадженню нових, високоефективних технологій: Це включає використання передових матеріалів, зменшення витрат металу, оптимізацію використання паливно-енергетичних ресурсів.
- механізації та автоматизації виробництва: Це дозволяє підвищити ефективність та зменшити ручну працю.
- підвищенню надійності та довговічності продукції: Прагнення до створення виробів, які за своїми технологічними характеристиками та якістю перевершують вітчизняні та зарубіжні аналоги.

Фахівець у галузі машинобудування – це універсальний спеціаліст. Він повинен мати глибокі знання та володіти сучасними методами аналізу та розрахунку. Це дозволяє йому успішно вирішувати складні технологічні завдання на всіх етапах створення машин, систем автоматизації та керування. Головне завдання такого фахівця – забезпечити високу якість продукції при мінімальній собівартості виробництва.

						Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4267ст3.16.КРБ.04.01.ПЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Чернявський МВ			Загальна частина	Літ		Арк.	Аркушів
Перевірив		Поліщук В.А				К Р	Б	8	4
Консульт.						НУК			
Ч.контр.		Боду С.Ж.							
Ватвердив		Ткач М.Р.							

1. Загальна частина

1.1. Службове призначення деталі

З'єднувальний вал лебідки передає обертання від валу відбору потужності провідної шестірні, яка знаходиться в постійному зачепленні з веденою шестірнею правого барабана. Шестерня лівого барабана знаходиться в зачепленні з шестірнею.

Таким чином, при включеній муфті зчеплення трактора обертання безперервно передається шестерні і далі шестерням барабанів, що обертається в протилежні сторони.

Шестерня обертається на двох конічних роликотоподшипниках, укріплених на втулці, яка сидить на осі. На різьбі внутрішнього кінця осей і встановлена гайка, на якій закріплений кулак важеля управління. До торця маточини шестерні прикріплений болтами провідний конус з обкладками з феродо або пластмаси.

При повороті гайки кулаком важеля управління вісь разом з ведучим конусом буде, в залежності від напрямку обертання гайки, притискатися до веденого конусу барабана або, навпаки, відходити від нього. Барабан змонтований на осі на двох конічних роликотоподшипниках (на таких же, як і шестерня).

Затяжку підшипників регулюють зміною товщини набору прокладок. На задньому кінці валика встановлений двуплечий важіль.

Одне плече важеля з'єднане з пружиною, а інше — з роликом, що спирається на кулак гайки управління.

1.2. Характеристика властивостей матеріалу деталі

Матеріал вал-шестерні — сталь 20Х. Ця сталь застосовується при виготовленні втулок, шестерень дисків та інших цементованих деталей, до яких пред'являються вимоги високої поверхні при невисокої міцності серцевини, деталей, що працюють в умовах зносу при терті.

Хімічні і механічні властивості наведені в табл.1.1 і 1.2.

					4267ст3.16.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Хімічний склад, %

Таблиця 1.1

C	Si	Mn	Cr	P	S	Cu	Ni
				не більш			
0,17- 0,23	0,17- 0,37	0,50- 0,80	0,70- 1,00	0,035	0,035	0,30	0,30

Механічні властивості поковок

Таблиця 1.2

Термооб- робка	Січення, мм	КП	τ0,2	τв	σв	ψ	КСУ, Дж/см²	НВ, не більш
			МПа		%			
			не менше					
Нормалізація	100-300	195	195	390	23	50	54	111-156
Закалка, відпуск	100-300	275	275	530	17	38	34	156-197

Технологічні властивості: Температура кування, °С, початок 1260, кінця 750. Заготовки перерізом до 200 мм охолоджуються на повітрі; 201-700 мм піддаються низькотемпературного відпалу.

Зварюваність – зварюється без обмежень (крім хіміко-термічно оброблених деталей). Способи зварювання: РДС, КТС без обмежень.

Оброблюваність різанням в горячекатанном стані при НВ =131 і $\sigma_B = 460$ МПа $K_{VVCT} = 1,3$ $K_{VTB.CПЛ} = 1,7$

Флокеночутливість – малочутливі.

Схильність до відпускної крихкості – не схильна.

Зуби шестерні піддаються цементації, глибина шару $h = 0,8...1,2$;

Твердість шестерні –207-340 НВ – піддається загартуванню.

					4267ст3. 16.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

1.3. Визначення та обґрунтування типу виробництва

Тип виробництва – це класифікаційна категорія, виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності і об'єму випуску продукції.

Організація виробництва і характер технологічного процесу, вживані верстати і інструменти залежать від кількості виробів, що виготовляються, і трудомісткості їх виготовлення.

У машинобудівному виробництві розрізняють три основних типу виробництва: масове, серійне, одиничне. Приналежність виробництва до того або іншого типу визначається ступенем спеціалізації робочих місць, номенклатурою виробів, формою руху цих об'єктів по робочим місцям.

Ступінь спеціалізації робочих місць характеризується коефіцієнтом закріплення операцій, під яким кількість різних операцій, що виконуються на одному робочому місці протягом місяця:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P},$$

де O – число різноманітних операцій, які виконуються на робочих місцях ділянки протягом місяця; P – кількість робочих місць на ділянці або в цеху.

Якщо за робочим місцем, незалежно від його завантаження, закріплена лише одна операція, то $K_{з.о.} = 1$, що відповідає масовому виробництву.

При $1 < K_{з.о.} < 10$ – багатосерійне виробництво;

При $10 < K_{з.о.} < 20$ – середньосерійне;

При $20 < K_{з.о.} < 40$ – дрібносерійне;

При $K_{з.о.} > 40$ – одиничне.

Для нашого випадку:

число операцій, які виконуються на ділянці 7;

число робочих місць – 7; отже $K_{з.о.} = 7/7 = 1$ – що відповідає багатосерійному виробництву.

Попередньо тип виробництва можа визначити за масою деталі і річною програмою випуску. Приймаємо середньосерійний тип виробництва.

					4267ст3.16.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

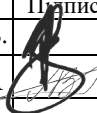
Залежність типу виробництва від обсягу випуску (шт.) і маси деталі

Таблиця 1.3

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	одиначне	дрібносерійне	середньосерійне	багатосерійне	масове
< 1,0	< 10	10-2000	1500- 100 000	75 000- 200 000	200 000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000- 50 000	50 000- 100 000	100 000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35 000	35 000-75 000	75 000
5,0-10	< 10	10-300	300-25 000	25 000-50 000	50 000
> 10	< 10	10-200	200-10 000	10 000-25 000	25 000

Розділення серійного виробництва на багатосерійне, дрібносерійне, середньосерійне – умовно, оскільки в різних галузях машинобудування при одній і тій же кількості виробів, що випускаються, в серії, але при істотній відмінності їх розмірів, складності і трудомісткості виробництва може бути віднесено до різних типів.

Для серійного виробництва характерно застосування як універсального, так і спеціального обладнання, яке розташовується по ходу технологічного процесу; оснастка – уніфікована. Технологічний процес розробляється поопераційне, кваліфікація робочих – середня.

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ			
					Технологічна частина			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Чернявський М.В.						
Перевірив		Поліщук В.А.						
Консульт.								
Ч.контр.		Боду С.Ж.				Літ		Арк.
Затвердив		Ткач М.Р.				К Р Б		13
					22			
					НУК			

2. Технологічна частина

2.1. Вибір способу отримання заготовки

Одним з основних напрямків сучасної технології машинобудування є вдосконалення заготованих процесів з метою зниження припусків на механічну обробку, обмеження її операціями кінцевої відділки, а у ряді випадків повного виключення, тобто забезпечення маловідходної або без відхідної технології.

Необхідність економії матеріальних ресурсів виставляє високі вимоги до раціонального вибору заготовок, до рівня їх технологічності, в значній мірі визначає витрати та технологічну підготовку виробництва, собівартість, надійність та довговічність виробу.

Правильно вибрати заготовку – це значить визначити раціональний метод її отримання, розрахувати припуски на механічну обробку кожної з оброблюваних поверхонь, вказати розміри заготовки та встановити допуски на неточність їх виготовлення, назначити на нахили та технічні умови на виконання заготовки.

Для отримання заготовки використовується метод гарячої об'ємної штамповки. Цей засіб найбільш ефективний при серійному виробництві деталей. Для гарячої об'ємної штамповки рекомендуються конструкційні сталі. [4]

Привілеї гарячої об'ємної штамповки: змога виготовляти заготовки складної форми с поліпшеною якістю поверхні з шорсткістю $Rz = 80 \dots 20 \mu\text{м}$; підвищується продуктивність праці.

Вид об'ємної штамповки: Горизонтально кувальна машина (ГКМ).

Штамповка на ГКМ відрізняється високими КВМ та продуктивністю, відсутності на заготовці заусенців.

2.2. Розрахунок штампованої заготовки

1. Заготовка – штампована поковка отримана на ГКМ. Для встановлення величини допусків та припусків на розміри штампованої поковки необхідно встановити наступні параметри:

Точність виготовлення Т4 – вибираємо в залежності від технологічного процесу та устаткування для її виготовлення.

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Група сталі – М1 – леговані сталі із вмістом вуглецю 0,18%.

Маса поковки – орієнтована величина розрахункової маси поковки (VC) розраховується за формулою:

$$G_{ков} = G_{дет} \times k_p, \quad (2.1)$$

де $G_{фіг}$ - маса деталі, кг;

k_p - 1,3...1,8 – розрахунковий коефіцієнт.

$$G_{ков} = 4 \cdot 1,32 = 5,3(\text{кг})$$

$$C = \frac{G_{пок}}{G_{фіг}} = \frac{5,3}{4} = 1,28$$

$$G_{фіг} = H \times S_{пер} = H \cdot \left(\frac{\pi D^2}{4} \cdot \ell \gamma \right) = 63 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 63^2}{4} \cdot \frac{2,7 \cdot 7,95}{1000} \right) = 4,0(\text{кг})$$

Ступінь складності – С2

2. В залежності від розрахункової маси поковки, групи сталі, ступеня складності, класу точності поковки встановлюємо: вихідний індекс – 9 [дод. 4. табл.4.1Д.]

Основні припуски на номінальні розміри деталі визначаємо з урахування вихідного індексу та шорсткості поверхонь деталей по таблиці. Додаткові припуски, враховуючі по поверхні роз'єму штамп – 0,3мм [дод.4. табл.4.9Д.].

Витрати матеріалу на одну деталь:

$$G_{в.к.} = 0,001[G_{ков.} \cdot G_{фіг.} - (G_{ков.} - G_{дет.})C_{в.п.}] + G_{о.в.} \quad (2.2)$$

$$G_{в.к.} =$$

$$0,001[G_{ков.} \cdot G_{фіг.} - (G_{ков.} - G_{дет.})C_{в.п.}] + G_{о.в.} = 0,001[1000 \cdot 4 - (4 - 2) \cdot 470] = 30,6(\text{грн.})$$

$$G_{в.к.} = 30,6\text{грн.}$$

Коефіцієнт використаного матеріалу

$$KBM = \frac{G_{дет.}}{G_{в.п.}} = \frac{4}{5,3} = 0,72$$

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

2.3. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Характеристика технологічного процесу по операціям

Таблиця 2.1

№	Найменування операції	Обладнання	Пристосування
1	2	3	4
005	Контрольна	Верстак слюсарний 2280	Плита контрольна
010	Фрезерувально-центрувальна	Поздовжньо-фрезерувальний 6620	Лещата 7200-0252 ГОСТ 21168-75
015	Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний 1М61	Патрон повідцевий 7108-0025 ГОСТ2571-71
020	Слюсарна	Верстак слюсарний 2280	
025	Контрольна	Верстак слюсарний 2280	Плита контрольна
030	Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний 1М61	Патрон повідцевий 7108-0025 ГОСТ2571-71
035	Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний 1М61	Патрон повідцевий 7108-0025 ГОСТ2571-71
040	Горизонтально-фрезерувальна	Горизонтально-фрезерувальний 6Р81Ш	Пристосування фрезерувальне
045	Горизонтально-фрезерувальна	Горизонтально-фрезерувальний 6Р81Ш	Пристосування фрезерувальне
050	Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3М151	
055	Контрольна	Верстак слюсарний 2280	Плита контрольная

Технологічний процес розроблений для серійного виробництва. Всі зміни в ньому, в порівнянні з базовим, направлені на максимальне скорочення ручної

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		16

праці, механізацію і автоматизацію процесу виробництва. Застосовуються спеціальні пристосування, комбінований інструмент, спеціальний вимірювальний інструмент, що значно скорочує виробничий цикл і окупає витрати.

2.4. Розрахунок операційних припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків на механічну обробку робиться розрахунково - аналітичним методом і по таблицям.

Загальним припуском на обробку називається шар матеріалу, що знімається із заготовки в процесі механічної обробки для отримання готової деталі.

Проміжним (між операційним) припуском називається шар металу, що видаляється при виконанні одного технологічного переходу; припуск визначається різницею розмірів попереднього та наступного переходів. Для зовнішніх поверхонь деталей:

Для зовнішніх поверхонь деталі:

$$Z_i = a - b$$

Для внутрішньої:

$$Z = a - b$$

Z - проміжний припуск;

a - розмір, який отримується на попередньому переході;

b - розмір, який повинен бути знайдений на виконуваному переході.

Розмір припуску повинен бути достатнім для того, щоб при його зрізанні були забрані різні дефекти заготівлі(нерівності, дефектний шар тощо), а також для компенсації погрішності установки і базування заготівлі на даній операції.

Розрахунок припусків аналітичними методом

1. Розраховуємо величину мінімального однобічного операційного припуску:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \xi_i^2} \right] \text{ мкм,} \quad (2.3)$$

2. Визначаємо величину розрахункового однобічного операційного припуску:

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$2Z_{iooz.} = T_{i-1} + 2Z_{i\min} \text{ мкм}, \quad (2.4)$$

де Rz_{i-1} , h_{i-1} , $\Delta_{\Sigma i-1}$ - висота мікронерівностей, величина дефектного шару та векторна сума просторових відхилень відповідно, отримані на попередньому переході, мкм; ξ_i - векторна сума похибок установлення та базування деталі на переході, що виконується, мкм; T_{i-1} - допуск попереднього переходу, мкм. [4]

Розрахунок операційних припусків зробимо у вигляді таблиці.

Rz_i , h_i , Δ_{Σ} , ξ та допуск T вибираємо з довідників. [1,2,3]

Мінімальний припуск для чорнового точіння:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \xi_i^2} \right] \quad (2.5)$$

Розрахунок припусків на обробку поверхні $\varnothing 62.5^{+0.19}_{-0.49}$ мм

Заготівка – штамповка

$Rz = 200$; $h = 250$

Визначаємо Σ і E_y

$$E_k = 2\Delta_k \cdot l \cdot \cos [\arctg(2\Delta_k)] \quad (2.6)$$

Величину $\cos [\arctg(2\Delta_k)]$ упускаємо

$$\Delta E_k = 2 \cdot 0,6 \cdot 70 = 84 \text{ мкм}$$

$$\Delta E_y = \sqrt{(\Delta E_b) + (E_z)} \quad (2.7)$$

$$\Delta E_b = 500 \text{ мкм}$$

$$E_z = k_3 \cdot b; \quad (2.8)$$

$$k_3 = 17,5 \text{ мкм}$$

$$b = 113 \text{ мм}$$

$$E_z = 17,5 \cdot 113 = 1977,5 \text{ мкм}$$

$$\Delta E_y = \sqrt{500 + 1977,5} = 2040 \text{ мкм}$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta E_k} \quad (2.9)$$

Розраховуємо мінімальні і максимальні значення припусків по кожному технологічному переході.

Чорнове точіння:

$$2Z_{\min} = [(200+250) + \sqrt{342 + 122,4}] = 471,5 \text{ мкм}$$

					4267СТ3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\max} = 471,5 + 5200 - 520 = 4631,5 \text{ мкм}$$

Чистове точіння:

$$2Z_{\min} = 2 \left[(63 + 60) + \sqrt{20,52 + 4,896} \right] = 288 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\max} = 288 + 520 - 210 = 598 \text{ мкм}$$

Спільні припуски на обробку поверхонь:

$$2Z_{0\min} = 471,5 + 288,192 = 759,692 \text{ мкм}$$

$$2Z_{0\max} = 4631,5 + 598 = 5229,5 \text{ мкм}$$

Перевірка :

$$2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = 5229,5 - 759,692 = 4470 \text{ мкм}$$

$$TD_{\text{заг}} - TD_{\text{дет}} = 5200 - 730 = 4470 \text{ мкм}$$

$$4470 = 4470$$

Визначаємо граничні розміри:

$$D_{\text{чист.точ.}}^{\max} = 79 + 0,50 = 39,5 \text{ мм}$$

$$D_{\text{чист.точ.}}^{\min} = 79 + 0,25 = 79,25 \text{ мм}$$

$$D_{\text{чор.точ.}}^{\max} = 79,5 - 0,598 = 78,911 \text{ мм}$$

$$D_{\text{чор.точ.}}^{\min} = 78,9 - 0,520 = 78,38 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг}}^{\max} = 75 - 7,0 = 68 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг}}^{\min} = 67,7 - 5,2 = 62,5 \text{ мм}$$

Розрахунок припусків на обробку поверхні Ø72h9

Розраховуємо величину припусків на обробку поверхні валу діаметром 72h9. Технологічний маршрут обробки цієї поверхні складається з наступних переходів: обточування попереднє і остаточне, шліфування попереднє і остаточне. Величина припуску розраховується по формулі, приведеній вище. Оскільки обробка ведеться в центрах, то погрішність установки на усіх переходах дорівнює нулю. Сумарне відхилення визначаємо по формулі:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2}$$

де $\rho_{\text{см}} = 1000 \text{ мкм}$ для поковок;

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k l$$

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Δk - питоме викривлення, мкм;

$\Delta k = 1$ мкм.

$L = 515$ - довжина поверхні валу

$\rho_{\text{кор}} = 1 \cdot 515 = 0,515$ мм.

$$\rho_{\text{ц}} = \sqrt{\left(\frac{\delta_z}{2}\right)^2 + 0,25^2}$$

де $\delta_z = 1,8$ мм - допуск на поверхні, що використовуються як бази на першій операції.

Тоді: $\rho_{\text{ц}} = \sqrt{\left(\frac{1,8}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 0,93 \text{ мм}$

Сумарне відхилення буде рівне:

$$\rho_z = \sqrt{1000^2 + 515^2 + 930^2} = 1460 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск:

Під попереднє обточування:

$$2Z = 2(150 + 200 + 1460) = 3620 \text{ мкм}$$

під остаточне обточування:

$$2Z = 2(80 + 50 + 88) = 436 \text{ мкм}$$

під попереднє шліфування:

$$2Z = 2(20 + 30 + 58) = 217 \text{ мкм}$$

під остаточне шліфування:

$$2Z = 2(6,3 + 20 + 58) = 169 \text{ мкм}$$

Заповнюємо таблицю. Графа з розрахунковими розмірами заповнюється, починаючи з кінцевого розміру, шляхом збільшення розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

На отримані значення призначаємо допуски. Найбільші граничні розміри обчислюємо збільшенням допуску до заокругленого найменшого граничного розміру. Максимальні значення припусків визначаємо як різницю найбільших граничних розмірів, а мінімальні значення припусків - як різницю найменших граничних розмірів передуючого і такого, що виконується переходів.

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\max 1}=74,065-73,88=0,185 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 2}=74,356-74,065=291 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 3}=74,971-74,356=0,615 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 4}=79,5-74,971=4,53 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 1}=74,019-73,85=0,169 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 2}=74,236-74,019=0,217 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 3}=74,671-74,236=0,435 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 4}=78,29-74,671=3,62 \text{ мм}$$

Отримані дані заносимо в таблицю і на їх основі графічно зображуємо величини припусків і допусків.

Загальний мінімальний припуск з урахуванням несиметричного розташування поля допуску заготівлі :

$$Z_{0 \text{ ном}} = Z_{0 \text{ min}} + H_{\text{заг}} - H_{\text{дет}} = 4441 + 400 - 30 = 4811 \text{ мкм.}$$

Номінальний розмір заготівлі :

$$d_{\text{заг ном.}} = d_{\text{дет. min}} + Z_{0 \text{ ном}} = 73,85 + 4,811 = 78,66 \text{ мм}$$

Приймаємо номінальний розмір заготівлі 79 мм

Розрахунок припусків і граничних розмірів на обробку поверхні діаметром

72h9

Таблиця 2.2

Технологічний перехід	Елементи припуска, мкм				Розрахунковий припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				D _{min}	D _{max}	Z _{min}	Z _{max}
Заготівка	150	200	1460			78,29	1200	78,29	79,5		

Точіння чорнове	80	50	88	-	3620	74,671	300	74,671	74,97	3,62	4,52
Точіння чистове	20	30	58	-	435	74,236	120	74,236	74,356	0,435	0,615
Шліфування чорнове	6,3	20	58	-	217	74,019	46	74,019	74,065	0,217	0,291
Шліфування чистове	2,5	15		-	169	73,85	30	71,95	72,08	0,169	0,185
Разом										4441	5611

2.5. Вибір технологічного обладнання

При виборі обладнання враховують наступні основні фактори:

- ✓ об'єм випуску деталі по задані;
- ✓ тип виробництва;
- ✓ габарити деталі;
- ✓ розміри і розташування обробляючих поверхонь;
- ✓ вимогання до точності шорсткості поверхні економічності обробки;
- ✓ необхідність найбільш повного використання станків по потужності по завантаженню (години праці);
- ✓ простота обслуговування верстатів, степінь їх використання і вартість.

По своїй технологічній характеристиці вибраний верстат повинен відповідати наступним вимогам :

- ✓ робоча зона верстата (висота центрів, відстань між центрами , розміри стола та ін.) повинна відповідати габаритам оброблюваної деталі;

- ✓ потужність, жорсткість і кінематичні можливості верстата повинні дозволяти вести роботу на дійсних режимів різання ;
- ✓ виробництво верстата повинно відповідати даному обсягу випуску виробів.

На ділянці механічного цеху по виробництву валів-індукторів використовую наступне обладнання:

1. Токарно-гвинторізний 1М61

Верстати моделі 1М61 призначені для різноманітних токарних робіт.

Клас точності верстата по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С) Н

Найбільший діаметр оброблюваної деталі над станиною, мм 320

Найбільший діаметр оброблюваної деталі над супортом, мм 160

Найбільша довжина оброблюваної деталі, мм 710, 1000

Межі частот обертання шпинделя min/max об/хв 12,5 / 1600

Потужність двигуна головного руху / сумарна потужність, кВт 4

Габарити машини: довжина/ширина/висота, мм 2055/1095/1450,
2345/1095/1450

Маса машини з виносним обладнанням, кг 1300, 1375

2. Горизонтально-фрезерувальний 6Р81Ш

Верстати моделі 6Р81Ш призначені для виконання різноманітних фрезерувальних робіт циліндричними, торцевими, кінцевими, фасонними та іншими фрезами.

Робоча поверхня стола, мм 250х1000

Переміщення столу, мм, найбільша

поздовжнє 710

поперечний 250

вертикальне 400

Переміщення гільзи вертикального шпинделя, мм, найбільша 80

Кут повороту осі вертикального шпинделя, град

до станини 45

					4267СТ3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						23
Зм.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

від станини / в поздовжній площині 90 / 90

Швидкість швидкого переміщення столу, мм/хв

поздовжнього 2900

поперекового 2300

вертикального 765

Кількість швидкостей шпинделя

вертикального 12

горизонтального 21

Частота обертання шпинделя, хв-1

вертикального 31,5-1400

горизонтального 16-1600

Подача стола, мм/хв

поздовжня 35-1020

поперекова 27-790

вертикальна 9-264

Конус шпинделя

горизонтального ISO 50

вертикального ISO 40

Потужність електродвигуна, кВт

приводу подач 1,5

приводу вертикального шпинделя 2,2

приводу горизонтального шпинделя 5,5

Габаритні розміри, мм

довжина 2135

ширина 1725

висота 2015

Маса, кг 2500

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

3. Круглошліфувальний 3М151.

Верстати моделі 3М151 призначені для зовнішнього шліфування гладких і переривчастих і пологих циліндричних і конічних поверхонь методами поздовжнього і врізного шліфування

Найбільші розміри встановлюваної заготовки:

Діаметр: 200 мм

довжина: 700 мм

Висота центрів: 125 мм

Діаметр шліфувального круга:

Найменший: 450 мм

Найбільший: 600 мм

Частота обертання шліфувального круга: 1590 хв-1

Частота обертання заготовки: 50-500 хв-1

Потужність електродвигуна привода шліфувального круга: 10 кВт

Швидкість переміщення стола від гідроприводу: 0,05—5 м/хв

Врізна подача: 0,01-3 мм/хв

Габаритні розміри верстата:

Довжина: 4635 мм

Висота: 2450 мм

ширина: 2170 мм Маса: 6032 кг

2.6.Вибір ріжучого інструменту

При розробці технологічного процесу бажано застосовувати стандартний, більш дешевий ріжучий інструмент, який дозволяє з'єднувати обробку декількох поверхонь, скорочуючи цим основний час.

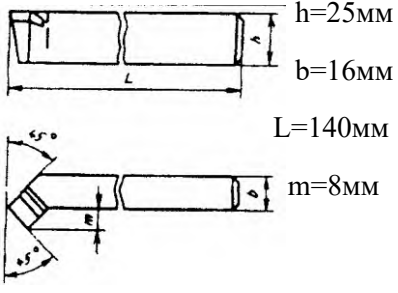
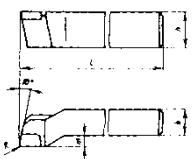
При проектуванні нового ріжучого інструмента крім розробки конструкції необхідно зробити розрахунки геометричних параметрів, посадочних місць, розмірів інструмента. Вибір матеріалу для інструмента, матеріалу оброблюваної заготовки, прийнятих режимів різання і типу виробництва. У даному дипломному

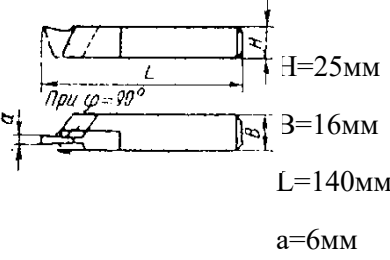
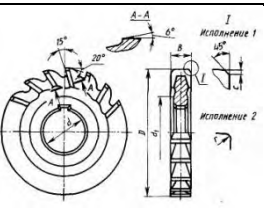
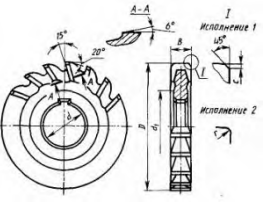
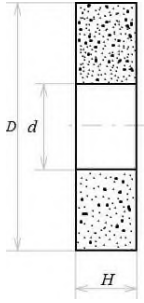
					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

проекті при розробці технологічного процесу виготовлення вал-шестерні використовують як стандартний, так і спеціальний ріжучий інструмент.

Ріжучий інструмент

Таблиця 2.3

Нумерація			Ескізне зображення інструментів та основні розміри	Найменування, позначення, марка
Операцій	Установів	Переходів		
1	2	3	4	5
30	1	2		Різець токарний прохідний відігнутий правий з пластинами із твердого сплаву 2112-0036-ВК6-IV ГОСТ 18880-73
	8	9		
35	1	3		
	4	6		
10	1	2	d=6,3 мм L=71мм l=9,8мм D=16мм	Свердло центрове комбіноване 2317-0008 P18 ГОСТ 14952-75
	3	4		
15	1	2		Різець токарний прохідний упорний відігнутий правий 2103-0037-ВК8-IV ГОСТ 1878-73
	3	4		
30	1	3,7		
	8	10,1		
35	1	1		
	4	2		
		5		

30	1 8	4-6 12	 $H=25\text{мм}$ $B=16\text{мм}$ $L=140\text{мм}$ $a=6\text{мм}$	Різець токарний відрізний з пластинками із твердого сплаву 2130-0517 T15K6 ГОСТ 18884-73
40	1	2-17	 $D=60$ $B=8$ $d=22$ $d_1=34$ $z=16$ $r=0.25$	Фреза модульна дискова 2240-0356 ГОСТ 3755-78
45	1	2-16	 $D=63$ $B=60$ $d=22$ $z=15$ $m=8$	Фреза дискова трьохстороння 2240-0356 ГОСТ 3755-78
50	1 4	2 3	 $D=300\text{мм}$ $H=40\text{мм}$ $d=50\text{мм}$	Круг шліфувальний ПП 300x40x50 CM2 10K ГОСТ 2424-83

2.7. Вибір вимірювальних інструментів

При виборі вимірювального інструмента потрібно враховувати, що погрішність вимірювання звичайно більше погрішності самого засобу вимірювання і визначається контактними деформаціями у місці доторкання вимірювального елемента з об'єктом контролю, не повинна бути більше 0,1 допустимої погрішності вимірювання.

Вимірювальний інструмент

Таблиця 2.4

Нумерація			Найменування та позначення	Коротка характеристика
Операцій	Установів	Переходів		
1	2	3	4	5
5 10 15 30 35	1 1;3 1;3 1;8 1;4	2 2;4 2;4 2-7 9-12 2;3;5 6	Штангенциркуль ШЦ – I; 0-125; 0.1мм ГОСТ 166-89	1.Величина відрахунку по ноніусу 0.1 2.Вильот вимірювальних губок: - для зовнішніх вимірювань 40 - для внутрішніх вимірювань 17-18 3.Гранична похибка показників ±0.1
50	1	2	Скоба індикаторна спеціальна	1.Ціна ділення ноніусного барабану 0.01 2.Гранична похибка показників ±0.002
50	2	3	Мікрометр гладкий МК 75; 50-75; 0.01мм ГОСТ 6507-90	1.Ціна ділення ноніусного барабану 0.01 2.Гранична похибка показників ±0.02
40 45	1 1	2-17 2-17	Штангензубомір ШЗ-18 ГОСТ 5568-68	1. Величина відрахунку по ноніусу 0.01 2.Гранична похибка показників ±0.02
55	1	2	Прибор для перевірки на биття в центрах ПБ-1600 ТУ 2-034-543-81	1. Висота центрів 250 мм 2. Ціна поділки 0,01 мм 3. Гранична похибка показників ±0.02

2.8. Розрахунок режимів різання та технічне нормування

При призначенні елементів режимів різання враховують характер обробки, тип і розміри інструменту, матеріал його ріжучій частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан устаткування.

Елементи режимів різання встановлюються в наступному порядку:

- глибина різання **t**: при чорновій (попередній) обробці призначають по можливості максимальну **t**, рівну припуску або його більшій частині; при чистовій

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

(остаточній) обробці, залежно від вимог точності розмірів і шорсткості обробленої поверхні.

-подача **S**: при чорновій обробці вибирають максимально можливу подачу, виходячи з жорсткості і міцності системи СНІД, потужності приводу верстата і

- інших обмежуючих чинників; при чистовій обробці – залежно від необхідного ступеня точності і шорсткості обробленої поверхні.

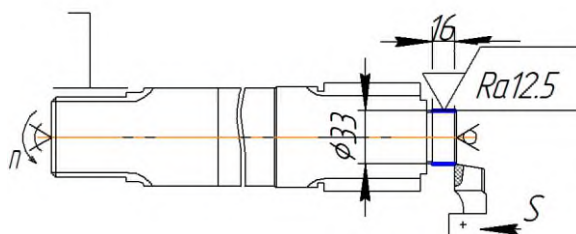
- сила різання – під нею звично розуміють її головну складову P_z , визначальну потужність N_e , що витрачається на різання, і що крутить момент на шпинделі верстата. Силкові залежності розраховуються по емпіричним формулам.

- швидкість різання **V** розраховується по емпіричним формулам, встановленим для кожного виду обробки, які мають загальний вигляд

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v$$

Аналітичний розрахунок режимів різання.

2.8.1 Розрахунок режимів різання при точінні



Обладнання: Верстат токарно-гвинторізний 1М61

Установ 1: Встановити вал в

повідцевий патрон, підтиснути центром задньої бабки, закріпити й зняти.

Пристосування: 1. Патрон токарний повідцевий 7108-0051 ГОСТ 2572-72 2. Центр верстатний упорний 7032-А-1-2 НП ГОСТ 13214-79

Допоміжний час на установ в центрах при масі валу 4 кг:

$$T_o^1 = 0.30xv \text{ ([4], с. 82 табл. 51)}$$

Перехід 2: Точити посадочну поверхню під підшипник з Ø35мм до Ø33мм, на довжину 16мм.

					4267СТ3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Інструмент:

Ріжучий – різець токарний прохідний упорний

відігнутий правий 2103-0037-ВК8-IV ГОСТ 1879-73 ([5], с. 282 табл.2)

Вимірювальний інструмент – штангенциркуль

ШЦ-I; 0-125; 0.1мм ГОСТ 166-89 ([5], с. 414 табл.3)

Режими різання

1. Припуск на чорнове точіння зовнішньої поверхні h , мм, визначається за формулою:

$$h = \frac{D - d}{2},$$

де D і d - відповідно діаметри до та після обробки поверхонь:

$$D = 35 \text{ мм} \text{ і } d = 33 \text{ мм}$$

$$h = \frac{35 - 33}{2} = 1 \text{ мм};$$

2. Глибина різання при чорновому зовнішньому точінні чисельно дорівнює припуску t , мм:

$$t = h = 1 \text{ мм}$$

3. Кількість проходів i визначається за формулою:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{1}{1} = 1$$

4. Подача при чорновому повздовжньому точінні для обробки поверхні $\varnothing 35 \text{ мм}$ і глибині різання $t = 1 \text{ мм}$, $S, \text{ мм/об}$:

$$S = 0.4 \dots 0.5 \text{ мм/об} \quad ([4], \text{ с.55 табл.17})$$

Для розрахунку приймаю:

$$S = 0.50 \text{ мм/об}$$

5. Швидкість різання розрахункова при чорновому точінні $v_p, \text{ м/хв}$ визначається за формулою:

$$v_p = v_T \cdot k_m \cdot k_x \cdot k_{m.p.} \cdot k_{ox},$$

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де v_T - таблична швидкість різання при точінні вуглецевої
конструкційної сталі

$\sigma_B = 650 \text{ МПа}$ при обробці різцями Т15К6 без охолодження при
 $t = 1 \text{ мм}$ і $S = 0.50 \text{ мм/об}$

$$v_T = 147 \text{ м/хв} \quad ([4], \text{ с.63 табл.31})$$

k_m - поправочний коефіцієнт на швидкість різання при обробці Сталі
20Х, $\sigma_B = 780 \text{ МПа}$; $k_m = 0.87$ ([4], с.57 табл.21)

k_x - поправочний коефіцієнт на швидкість різання при обробці валу
 $k_x = 1.0$ ([4], с.58 табл. 23)

$k_{m.p.}$ - поправочний коефіцієнт на швидкість різання при обробці різцями зі
сталі Т15К6

$$k_{m.p.} = 0.8 \quad ([4], \text{ с.58 табл.24})$$

k_{ox} - поправочний коефіцієнт на швидкість різання при обробці без
охолодження

$$k_{ox} = 1.0 \quad ([4], \text{ с.58 табл.24})$$

$$v_p = 147 \cdot 0.87 \cdot 1.0 \cdot 0.8 \cdot 1.0 = 102.3 \text{ м/хв}$$

6. Частота обертання шпинделя розрахункова $n_p, \text{ об/хв}$ визначається за
формулою:

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 102.3}{3.14 \cdot 35} = 930,8 \text{ об/хв}$$

7. Частота обертання шпинделя фактична $n_\phi, \text{ об/хв}$ за паспортними даними
верстату:

$$n_\phi = 958 \text{ об/хв}$$

					4267СТ3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		31

8. Швидкість різання фактична $v_\phi, \frac{м}{хв}$ визначається за формулою:

$$v_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3.14 \cdot 35 \cdot 958}{1000} = 105.28 \frac{м}{хв}$$

Перевірка вибраних режимів

по зусиллю різання і потужності основного електродвигуна верстата

1. Зусилля різання при чорновому зовнішньому точінні $P_z, Н$ визначається за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V_\phi^n \cdot k_p,$$

де C_p, x, y, n - коефіцієнт і показники ступеня при точінні конструкційної сталі $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15 \quad ([6], \text{с.372 табл.22})$$

k_p - поправочний коефіцієнт на зусилля різання, визначається за формулою:

$$k_p = k_{mp} \cdot k_{\phi p} \cdot k_{\gamma p} \cdot k_{\lambda p} \cdot k_{rp},$$

де k_{mp} - поправочний коефіцієнт для обробки сталі, з врахуванням впливу якості оброблюваного матеріалу на силові залежності, визначається за формулою:

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad ([6], \text{с.362 табл.9})$$

де σ_B - межа міцності, для Сталі 40Х, $\sigma_B = 980 \text{ МПа}$;

n - показник ступеня, $n = 0,75$ ([6], с.362 табл.9)

$$k_{mp} = \left(\frac{780}{750} \right)^{0.75} = 1.03$$

$k_{\phi p}$ - поправочний коефіцієнт, при обробці різцем з головним кутом в плані $\phi = 90^\circ$

$$k_{\phi p} = 1.0; \quad ([6], \text{с.374 табл. 23})$$

$k_{\gamma p}$ - поправочний коефіцієнт, при обробці різцем з переднім кутом $\gamma = 10^\circ$

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$k_{\gamma p} = 1.0; \quad ([6], \text{с.374 табл.23})$$

$k_{\lambda p}$ - поправочний коефіцієнт, при обробці різцем з кутом нахилу головного леза $\lambda = 15^\circ$

$$k_{\lambda p} = 1.0; \quad ([6], \text{с.374 табл.23})$$

$$k_p = 1.03 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 1.03;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1.0^1 \cdot 0.5^{0.75} \cdot 105.28^{-0.15} \cdot 1.03 = 913,8 \text{ Н}$$

2. Ефективна потужність двигуна верстату $N_{ef}, \text{кВт}$, визначаються за формулою:

$$N_{ef} = \frac{P_z \cdot v_\phi}{61200} = \frac{913,8 \cdot 105,28}{61200} = 1,57 \text{ кВт}$$

3. Необхідна потужність основного електродвигуна верстату $N_{el}^H, \text{кВт}$, визначається за формулою:

$$N_{el}^H = \frac{N_{ef}}{\eta},$$

де η - ККД трансмісії верстату, $\eta = 0.85$

$$N_{el}^H = \frac{1,57}{0,85} = 1,85 \text{ кВт}$$

4. Коефіцієнт завантаження основного електродвигуна верстату k_3 визначається за формулою:

$$k_3 = \frac{N_{el}^H}{N_o} = \frac{1,85}{4,5} \approx 0,41 \leq 1,1$$

Норми часу по переходу

1. Допоміжний час при чорновому точінні на верстаті з висотою центрів 160 мм $T_o^2, \text{хв}$:

$$T_o^2 = 0,3 \text{ хв} \quad ([4], \text{с.83 табл.52})$$

2. Основний час при чорновому точінні $T_o^2, \text{хв}$ визначається за формулою:

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						33
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

$$T_o^2 = \frac{(l + y_1 + y_2) \cdot i}{n_\phi \cdot S}$$

де l - довжина оброблюваної поверхні при точінні, $l = 16 \text{ мм}$

y_1, y_2 - відповідно величина врізання й перебігу різця при глибині різання $t = 1 \text{ мм}$:

$$y_1 + y_2 = 2 \text{ мм} \quad ([4], \text{ с.77 табл.44})$$

$$T_o^2 = \frac{(16 + 2) \cdot 1}{958 \cdot 0.7} = 0.04 \text{ хв}$$

Режими різання і норми часу по решті переходів визначаються аналогічно.

2.8.2. Визначення технічно обґрунтованих норм часу

Норми часу по операціям розраховуються у такій послідовності:

1. Оперативний час:

$$T_{опер} = \sum T_\partial + \sum T_o$$

де $\sum T_\partial$ – сумарний допоміжний час по операціям, хв.

$\sum T_o$ – сумарний основний час по операціям, хв.

2. Додатковий час по операціям:

$$T_{доод} = \frac{T_{опер} \cdot K}{100}$$

де K – відсоток додаткового часу від оперативного ([4], с.43 табл.14)

3. Штучний час:

$$T_{шт} = T_{опер} + T_{доод}$$

4. Норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{Q}$$

де $T_{пз}$ – норма підготовчо-заключного часу, хв.;

Q – розмір партії деталей в штуках, $Q = 500$ шт.

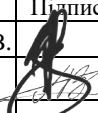
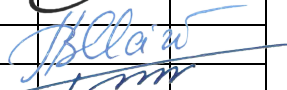
Результати розрахунків норм часу по операціям зведені до табл.2.5.

					4267СТ3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норми часу по операціям

Таблиця 2.5

Нумерація та найменування операції	Підсумковий допоміжний час Т _д , хв	Підсумковий основний час Т _о , хв	Оперативний час Т _{оп} , хв	Додатковий час		Штучний час Т _{шт} , хв	Підготовчо-заключний час Т _{пз} , хв	Норма штучно- калькуляційного часу
				К, %	Т _{дод} , хв			
005 КОНТРОЛЬНА	—	—	—	—	—	—	—	—
010 ФРЕЗЕРУВАЛЬ НО- ЦЕНТРУВАЛЬНА	1,36	0,17	1,53	8	0,12	1,65	11	1,66
015 ТОКАРНО- ГВИНТОРІЗНА	1,20	0,16	1,36	8	0,11	1,47	8	1,48
030 ТОКАРНО- ГВИНТОРІЗНА (чорнова)	2,50	0,97	3,47	8	0,28	3,75	8	3,76
035 ТОКАРНО- ГВИНТОРІЗНА(чистова)	1,70	0,56	2,26	8	0,18	2,44	8	4,45
040 ГОРИЗОНТАЛЬНО- ФРЕЗЕРУВАЛЬНА	3,54	8,16	11,70	7	0,82	12,52	27	12,54
045 ГОРИЗОНТАЛЬНО- ФРЕЗЕРУВАЛЬНА	3,54	3,52	7,06	7	0,49	7,55	27	3,57
050 КРУГЛО- ІПЛІФУВАЛЬНА	2,98	0,21	3,19	9	0,29	3,48	7	3,49
055 КОНТРОЛЬНА	—	—	—	—	—	—	—	—

					4267ст3.16.КРБ.04.03.ПЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Конструкторська частина	Літ		Арк.	Аркушів
Розробив		Чернявський М.В.				К Р Б		36	9
Перевірив		Поліщук В.А.				НУК			
Консульт.									
Н.контр.		Боду С.Ж.							
Затвердив		Ткач М.Р.							

3. Конструкторська частина

3.1. Розрахунок і проектування пристосування

3.1.1 Службове призначення і опис пристосування

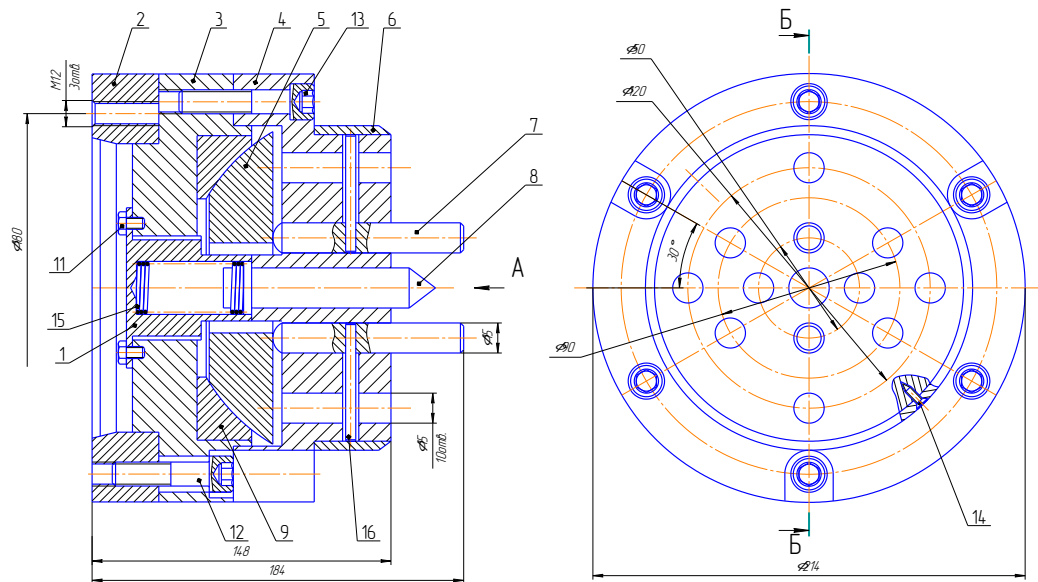


Рис. 3.1 Самозатискний повідцевий патрон

Самозатискний повідцевий патрон виготовлений з трьома ексцентриковими кулачками з насічкою, які на початку обробки під дією сил різання затискають оброблювану деталь встановлену центру верстата і передають їй крутний момент від шпинделя верстата. При збільшенні крутного моменту різання автоматично збільшується і крутний момент від шпинделя, що передається кулачками патрона на деталь.

У конусній частині корпуса патрона встановлюється плаваючий центр. В корпусі патрона на вісях встановлені три вантажу, які з'єднуються з кулачками за допомогою пальців.

Затискач оброблюваної деталі встановленої в центрах проводиться автоматично повертаються на осях кулачками під дією відцентрових сил від вантажів і сил різання. При зупинці верстата шпиндель з патроном перестає

					4267ст3.16.КРБ.04.03.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		37

обертатися, пружини розводять вантажі і кулачки і оброблювана деталь розтискається.

3.1.2 Розрахунок сил затиску заготовки

Розрахунок сил затиску зводиться до розв'язання задачі статичної рівноваги твердого тіла під дією зовнішніх сил. Величина сил затиску визначається з умови рівноваги всіх сил, при повному збереженні контакту технологічних баз оброблюваної заготовки з настановними елементами пристосування і неможливості її зсуву або повороту в процесі обробки.

Розрахуємо зусилля необхідне для затиску заготовки одним кулачком.

Вихідні дані для розрахунку:

- діаметр оброблюваної поверхні, $D=50,7$ мм;
- діаметр затискної поверхні $D_z=50,6$ мм;
- глибина різання $t=0,65$ мм;
- частота обертання $n=800$ хв;
- швидкість різання $v=72,6$ м/хв;
- сила різання $P_z = 519$ Н

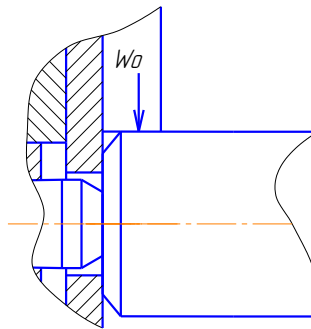


Рис.3.2 - Схема для розрахунку зусилля, необхідного для затиску заготовки.

Необхідну силу затиску на кожному кулачку визначимо за формулою:

$$W_0 = \frac{2 \cdot k \cdot M}{\pi \cdot f \cdot D}, \text{ Н} \quad (3.1)$$

де k - коефіцієнт запасу;

M – крутний момент від зусилля різання;

f - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях кулачка;

					4267ст3.16.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		38

$f = 0,45$ ([12], стр. 211);

D - діаметр затискної поверхні.

Крутний момент:

$$M = P_z \cdot \frac{D_{\phi}}{2}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.2)$$

Підставивши в (4.1) формулу (4.2) отримаємо:

$$W_o = \frac{\kappa \cdot P_z}{\pi \cdot f}, \text{ Н} \quad (3.3)$$

Коефіцієнт запасу

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.4)$$

де $K_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки ([12], с.199);

$K_2 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання внаслідок затуплення інструмента; ([12], с.206 табл.95)

$K_3 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;- ([12], с.199)

$K_4 = 1,0$ - коефіцієнт мінливості затискного зусилля; ([12], с.199)

$K_5 = 1,0$ - ступінь зручності розташування рукояток ([12], с.206);

$K_6 = 1,5$ - коефіцієнт, що враховує вплив крутних моментів; ([12], с.207)

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 3,24$$

По ГОСТ 12.2.029-77 мінімальний запас надійності закріплення дорівнює 2,5, а розрахований коефіцієнт перевищує це значення.

За формулою (4.3) зусилля необхідне для затиску заготовки:

$$W_o = \frac{3,24 \cdot 519}{3,14 \cdot 0,45} = 1190 \text{ Н}$$

Розрахуємо силу затиску деталі одним кулачком повідкового патрона при даній частоті обертання деталі

$$W_3 = 0,01 \cdot G \cdot R \cdot n^2, \text{ Н} \quad (3.5)$$

де G – вага протитяги, $G = 20 \text{ Н}$;

					4267ст3.16.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

R – відстань від центра ваги вантажу до осі обертання патрона, $R = 0,07\text{м}$.

$$W_3 = 0,01 \cdot 20 \cdot 0,07 \cdot 800^2 = 8960 \text{ Н}$$

3.1.3 Розрахунок пристосування на точність

Мета розрахунку пристосування на точність полягає у визначенні необхідної точності виготовлення пристосування по обраному точностному параметру і завданні допусків розмірів деталей і елементів пристосування.

Розрахуємо похибку пристосування при установці цапфи до нього:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{пи}}^2 + (k_{T2} \cdot \quad)^2} \quad (4.6)$$

де $\varepsilon_{\text{пр}}$ - похибка пристосування, мкм;

T - допуск радіального биття, $T = 150$ мкм;

K_T - коефіцієнт, що враховує відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілу, $K_T = 1,1$;

k_{T1} - коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах, $k_{T1} = 0,85$;

k_{T2} - коефіцієнт, що враховує частку похибки обробки сумарної похибки, спричиненої факторами, незалежними від пристосування, $k_{T2} = 0,7$;

ε_6 - похибка базування, мкм;

ε_3 - похибка закріплення, мкм;

ε_y - похибка установки пристосування на верстаті, мкм;

$\varepsilon_{\text{и}}$ - похибка положення робочих поверхонь робочих елементів в ре-док їх зношування в процесі експлуатації пристосування, мкм;

$\varepsilon_{\text{пи}}$ - похибка від перекосу інструменту через неточності виготовлення напрямних елементів пристосування, мкм;

ϖ - економічна точність обробки ($\varpi = 0,09$ мкм).

$\varepsilon_6 = 0$, так як технологічна та вимірювальна бази збігаються.

Похибка закріплення, з урахуванням того, що установка здійснюється за обробленої поверхні, буде становити:

$\varepsilon_3 = 0$, так як установка здійснюється в центрах.

					4267ст3.16.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

$\varepsilon_y = 0$, так як установка проводиться з розвиненою поверхні і невизначеності не виникає.

Похибка від зношення установочних елементів визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{\text{и}} = \frac{u}{n}, \text{ мкм} \quad (3.7)$$

де n – кількість змін опор протягом року, приймаємо $n=2$;

u – величина ізноса.

$$\varepsilon_{\text{и}} = \frac{20}{2} = 10 \text{ мкм} \quad (3.8)$$

Так як установка відбувається на опору з великою площею контакту:

$$u = \beta_1 \cdot N^{0,8}, \text{ мкм} \quad (3.9)$$

де β - постійна, що залежить від виду інсталяційного елемента та умови контакту ($\beta_1 = 0,002 \text{ мкм}$);

N - кількість контактів заготовки з опорою (установок в пристосування, зняття з нього), рік. В нашому випадку дорівнює річній програмі випуску: $N_r=37000$ шт.

$$u = 0,002 \cdot 37000^{0,8} = 7,4 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{\text{ни}} = 0$, так як у пристосуванні відсутні направляючі елементи.

Підставимо значення в (4.6), отримаємо:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 150 - 1,1 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + (0,7 \cdot 0,85)^2} = 139 \text{ мкм}$$

Приймаємо $\varepsilon_{\text{пр}} = 139 \text{ мкм} = 0,139 \text{ мм}$

На підставі розрахунку можна зробити висновок, що сумарна похибка пристосування $\varepsilon_{\text{пр}}$ не повинна перевищувати 0,139мм.

3.1.4 Розрахунок пристосування на міцність

Розрахуємо на міцність найнебезпечніше ланка пристосування.

Розглядаючи дане пристосування можна прийти до висновку, що найбільш навантаженим ланкою є вісь, що з'єднує противагу з кулачком.

Вісь працює на зріз. Вона виготовлена зі сталі 20.

					4267ст3.16.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Розрахунок на міцність проводимо за наступною формулою :

$$\tau_{CP} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot n \cdot i \cdot d^2} \leq [\tau_{CP}], \text{ МПа} \quad (3.9)$$

де: Q - розрахункова осьова сила, Q = 8960 Н ;

d – діаметр вісі, мм;

n – число осей в з'єднанні;

i – число площин зрізу;

$[\tau_{CP}]$ - припустиме навантаження зрізу;

Для сталі 20 $[\tau_{CP}] = 120 \text{ МПа}$

Висловлюючи d з формули (4.9) знаходимо необхідний розмір небезпечного перерізу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 8690}{3,14 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 120}} = 6,8 \text{ мм}$$

Оскільки використовуваний розмір d=26 мм більше розрахованого мінімально допустимого, то залишаємо його тим же.

3.2. Опис індикаторної скоби

Скоби з відліковим пристроєм призначені для вимірювань лінійних розмірів до 1000 мм, оснащені відліковим пристроєм з ціною поділки 0,002 0,01 мм. Вони виготовляються двох типів:

- СВ важільні, з вбудованим в корпус відліковим пристроєм (рис. 3.3).
- СІ індикаторні, оснащені вимірювальними головками (рис. 3.4).

Основні параметри скоб відповідають зазначеним у табл.3.1

					4267ст3.16.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Параметри скоб

Таблица 3.1

Типи скоб	Межі вимірювань скоб, мм	Відліковий пристрій		Діапазон переміщень переставний п'яти, мм	Кількість перестав них п'ят, шт.
		Ціна поділки, не більше, мм	Межі вимірювань, не більше, мм		
СВ	0-25	0,002	0,14	25	1
	25-50				
	50-75				
	75-100				
	100-125				
	125-150				
СІ	0-50	0,01	3	50	1
	50-100				2
	100-200				
	200-300				
	300-400				
	400-500				
	500-600		5		
	600-700				
	700-850				
850-1000					

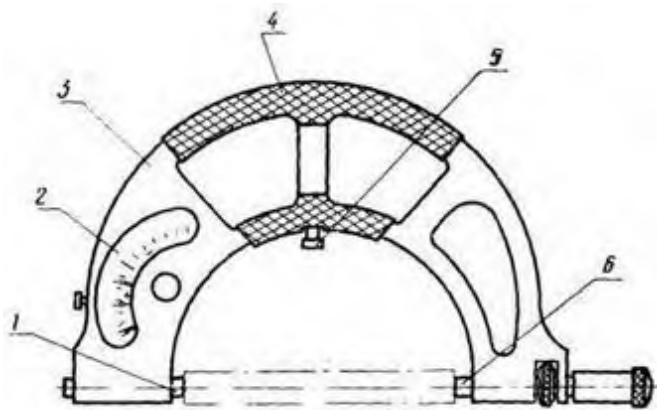


Рис.3.3 Скоба важільна

1 - п'ятка рухома; 2 - відліковий пристрій; 3 - корпус; 4 - теплоізоляційна накладка; 5 - упор; 6 - п'ятка переставна

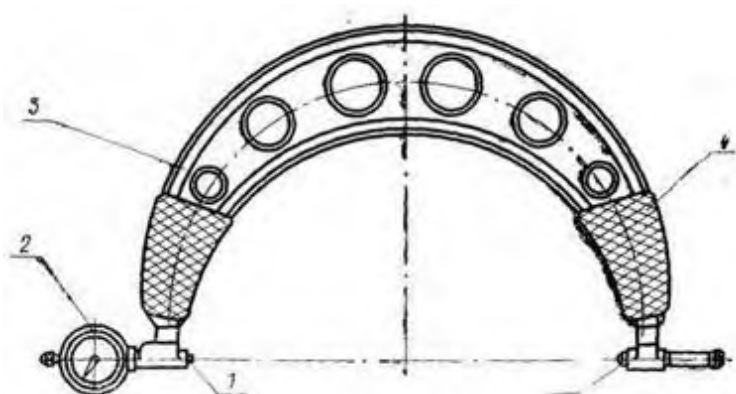


Рис. 3.4 Скоба індикаторна

1 - п'ятка рухома; 2 - відліковий пристрій; 3 - корпус; 4 - теплоізоляційна накладка; 5 - п'ята переставна

На основі базових скоб, у дипломному проекті була розроблена спеціальна індикаторна скоба представлена на рис. 4.5.

Відміна від базових - шкала.

У мікрометра в сотих частках міліметра. У пассаметра в мікронах (на порядок точніше).

Технічні характеристики:

Діапазон вимірювань приладу — 25-50мм;

Ціна поділки відлікового пристрою скоби — 2мкм (0,002 мм);

Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

4267ст3.16.КРБ.04.03.ПЗ

Арк.

44

Діапазон показів відлікового пристрою — $\pm 80 \text{ мкм}$;

Габарити — $210 \times 85 \times 35 \text{ мм}$;

Маса виробу — не більше $0,70 \text{ кг}$;

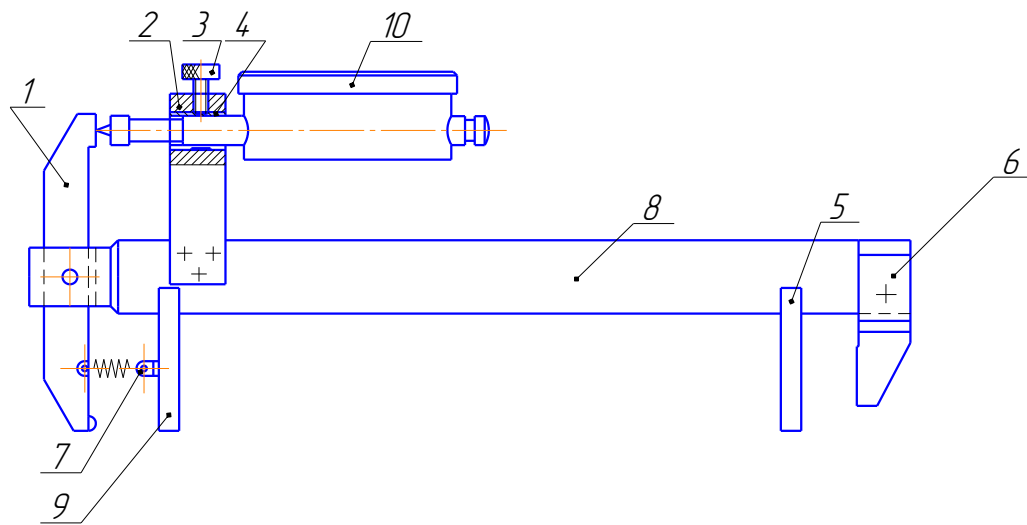


Рис.3.5. Скоба індикаторна спеціальна

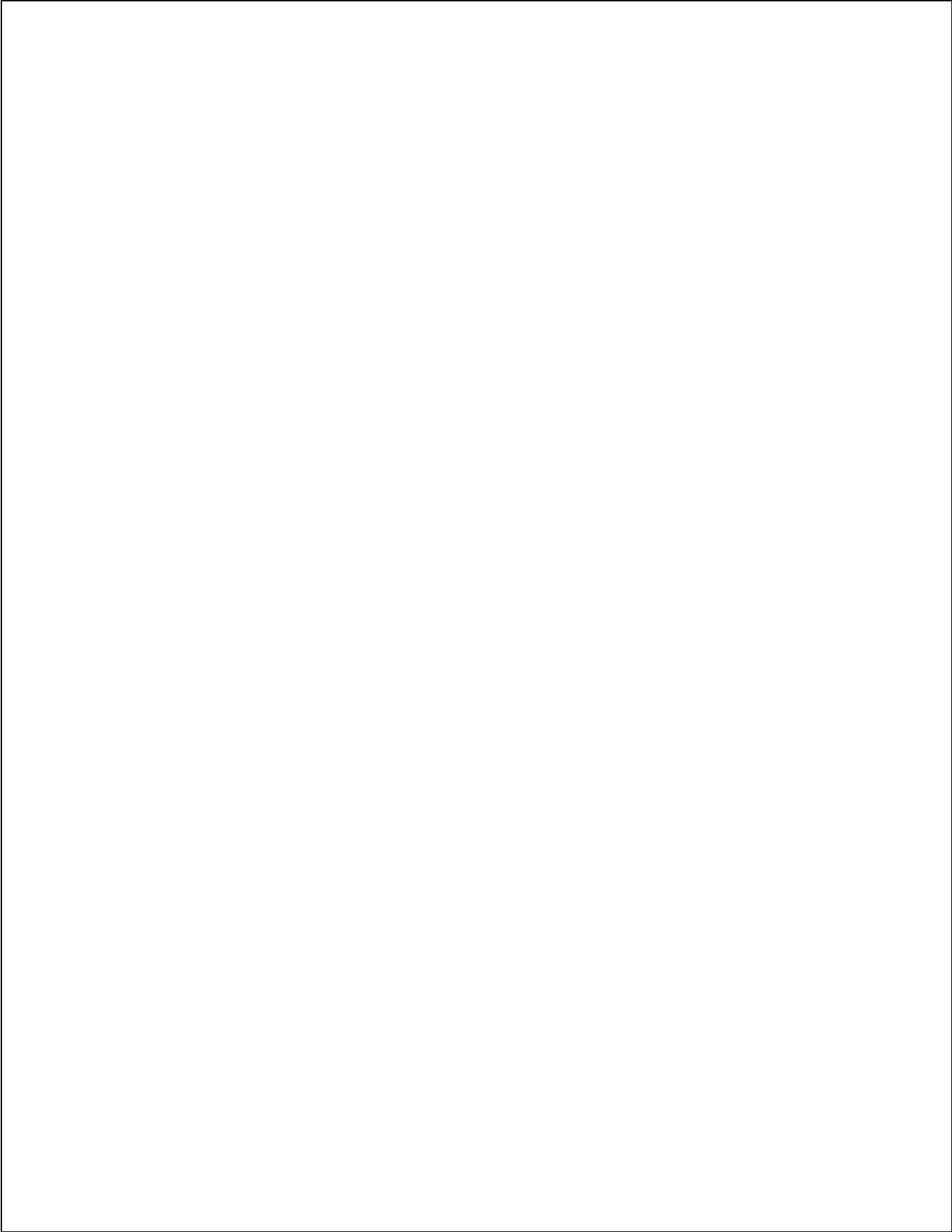
1 - упор; 2 – кронштейн; 3 - гвинт притискний 4 - теплоізоляційна накладка; 5 - п'ята переставна; 7 – пружина; 8 – штанга; 9 - п'ятка рухома; 10 - відліковий пристрій

Вимірювальні поверхні скоб виконані з твердого сплаву. Скоби оснащені теплоізоляційними накладками, і орієнтиром для відводу рухомий п'яти і переставними показчиками поля допуску.

Унікальні особливості інструменту:

- Установка індикатора для вирішення різних вимірювальних завдань.
- Підходить для швидких вимірювань деталей, особливо циліндричних, в умовах серійного і масового виробництва для оцінки потрапляння в поле допуску.
- Встановлюється за зовнішнім стандартам довжини, таким як кінцеві міри.
- Зручний у використанні арретир.

					4267ст3.16.КРБ.04.03.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		45



					4267ст3.16.КРБ.04.04.ПЗ			
					Охорона праці та навколишнього середовища			
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Чернявський М.В						
Перевірів		Поліщук В.А						
Консульт.		Познанський АС						
Н.контр.		Боду С.Ж.			Літ Арк. Аркушів К Р Б 46 9 НУК			
Ватвердив		Ткач М.Р.						

4. Охорона праці

4.1. Аналіз безпечних та шкідливих виробничих факторів, які впливають на виробничий персонал ділянки

Дільниця, призначена для обробки деталей типу «Вал–шестерні барабана лебідки». Для механічної обробки використовуються наступні верстати:

- токарні;
- фрезерувальні;
- шліфувальні;

Розглянемо безпечні та шкідливі фактори, характерні для дільниці.

1. Фізичні

- 1.1. Рухомі частини машин та устаткування, ріжучий інструмент(можуть бути травми при випадковому доторкуванню, захваті одягу)
- 1.2. Оброблювана деталь, яка при не досить надійному закріпленні її в оснащенні або при підвищених режимах різання може вирватися з закріплюючих пристроїв.
- 1.3. Важлива заготовка, яка встановлюється на верстат без допоміжних пристроїв (тобто, власноруч)
- 1.4. Висока температура оброблювальної поверхні та інструменту
- 1.5. Високі напруги в електромережі та статична електрична напруга, при яких людину може вразити електричний струм.
- 1.6. Металева стружка («стрічкова, зливна»), яка має високу температуру та швидкість.
- 1.7. Підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони, наявність аерозолів ЗОР.
- 1.8. Високий рівень шуму та вібрації.
- 1.9. Недостатнє освітлення робочої зони, наявність прямої та відображаючої блискучості поверхні.

					4267ст3.16.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
						47
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

2. Хімічні

2.1. Наявність в повітрі робочої зони продуктів термоокиснення та речовин розпаду які присутні в ЗОР.

2.2. Наявність парів та аерозолів ЗОР.

3. Психофізіологічні

3.1. Перевантаження при встановленні та переміщенні вантажу, вагою яка перевищує встановлену норму.

4. Біологічних шкідливих факторів на ділянці немає

Розглянемо перераховані фактори більш докладно.

За для уникнення нещасних випадків при контакті з рухомими частинами машин та механізмів, необхідно пофарбувати останні у жовто – чорний колір та при змозі відокремити небезпечні зони.

Найбільш розповсюджені у механічних цехах травми очей, які займають при токарній обробці 50% загального числа травм, при фрезеруванні – 10%, при шліфуванні – 8%. Очі пошкоджуються відлітаючою стружкою, сталевими часками оброблюваного матеріалу, осколками інструменту та частинами абразивів.

Для захисту робочих від травм від літаючої стружки верстати мають загороджувальні щитки. Заходи індивідуального захисту – захисні окуляри типу Б – відкриті, захищені, з безкольоровим склом ГОСТ12.4.003 – 80.

При чистовому точінні, шліфуванні, зубошліфуванні утворюється малопомітний дисперсний пил (2 – 60 мкм), причому при шліфуванні частини розміром до 10 мкм складають 50 – 60% загального числа пилових часток. Пил таких розмірів найбільш небезпечний, так як, потрапляючи у легені він добре змащується та затримується. Має неправильну геометричну форму та гострі кути, частини роздратовують слизову оболонку дихальних шляхів, що може призвести до запалення.

Запиленість повітряного середовища повинна відповідати ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007.

					4267ст3.16.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Найбільш ефективний засіб прибирання продуктів роботи абразивного круга та абразивного металевго пилю – видалення їх безпосередньо від ріжучого інструменту. За допомогою місцевої витяжної вентиляції.

Для забезпечення чистоти повітря та нормальних параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні окрім місцевої вентиляції передбачається приток – вентиляційна система загально обмінної природної вентиляції. Природна вентиляція здійснюється крізь спеціальні вентиляційні отвори, які розташовані у стінах приміщення цеху на висоті 1,5 м для подачі повітря у літній період та на висоті 4 м для потрапляння повітря у зимовий період.

За ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 «Повітря робочої зони» в цеху на дільниці температура повітря у зимовий час повинна бути 15 - 18°C, у літній час 20 ±5°C. Швидкість руху повітря взимку повинна бути не більше 0,5 м/с, влітку не більше 0,7 м/с.

Система опалення цеху складається з нагріваючих приладів(радіаторів), розташовані повз стіни та повітряного опалення агрегату СДТ – 40В. Теплоносій – вода або пара під тиском 4...5атм.

Повітряне опалення є основним, забезпечуючим рівномірний нагрів та переміщення повітря.

Високий рівень шуму та вібрації є шкідливим фактором, так як веде до порушення фізіологічних функцій організму, центральної нервової системи, поява головних болей, запаморочень, зниження працездатності та уваги людини, в технічних випадках до розвитку віброхвороби та глухоти.

Доступний рівень шуму визначається за ГОСТом 12.1.003 – 83. У механічних цехах припускається використовувати в якості нормативного граничного спектру ПС – 80, для якого нормальний рівень шуму – 80дБ при частоті 1000Гц для постійних робочих місць.

Допустимі параметри вібрації визначаються за ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 «Система стандартів безпечної праці, загальні вимоги безпечності». Допустиме середньоквадратичне значення коливань швидкості складає 22мм/с, рівень коливальної швидкості – 929Б.

					4267ст3.16.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Джерелом вібрації на ділянці є вузли верстатів: шліцові з'єднання, кулачкові муфти та ін.

Загальні шляхи зниження вібрацій:

1. Застосування малошумних та точних передач.
2. Установка амортизаційних прокладок.

На ділянці використовується напруга 220 В та 380 В. Для запобігання ураженню людей електричним струмом застосовується захисне заземлення устаткування за ДСТУ 7237:2011 та по «Правилам пристосування електроустановок» ПУЕ-86.

Дільниця працює в дві зміни, тому необхідно використовувати штучне освітлення. Нормативний документ, регламентуючий штучне освітлення, - ДБН В.2.5-28-2006. Детальна система освітлення розглядається окремо у пункті 62.

В технологічному процесі на дільниці використовуються наступні ЗОР:

- для шліфування та зубошліфування – 5% розчин напівсинтетичної ЗОР Аквол – 6 ГОСТ 6243-75;
- для зубофрезерування, токарних робіт – Укрінол - 1 ГОСТ 6243–75.

Аерозолі нафтових мастил, які входять у склад ЗОР можуть роздратовувати слизові оболонки дихаючих шляхів, понижувати імунобіологічну реактивність. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007, встановлює гранично – допустиму концентрацію 5% емульсії – 10 мг/м³. Для забезпечення нормальної концентрації аерозолів, мастил та парів ЗОР також застосовують систему місцевої вентиляції та загально обмінної природної вентиляції.

З пожежобезпеки ділянка відноситься до категорії Г (не вибухонебезпечна). За для гасіння пожеж на дільниці передбачені наступні засоби пожежогасіння:

1. Вогнегасник ОХП10 для гасіння твердих та рідких горючих матеріалів.
2. Вогнегасники ОУ – 2; ОУ – 6 для гасіння пожеж у закритих приміщеннях.

Засоби пожежогасіння підбираються за ГОСТ 12.4.009 – 83. ССБТ.

					4267ст3.16.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

4.2.Методи зменшення небезпек пов'язаних зі стружкою

При обробці деталей в механічних цехах формуються різні види стружки:

1.елементна стружка, являє собою окремі зрізані елементи.

2.стружка злому, елементи котрої з'єднані між собою.

Зливна стружка, яка не має помітних слідів площини зсуву.

Найбільшу небезпеку являє собою зливна стружка, яка при обробці може накручуватися на деталь, інструмент, рукоятки керування, чіплятися за одяг та призвести до травми робочого. Також при точінні сталей з подачами $S > 0,25$ мм/об., новими прохідними різцями може утворюватися стружка міцна та пружна, практично пряма. Стружка такої форми являє собою небезпеку не тільки для робочого, який обслуговує верстат, але і для робочих, які зайняті на сусідніх верстатах. Стружка – шпага дуже незручна для прибирання, зберігання, для повторної утилізації.

Один з най ефективніших методів боротьби зі зливною стружкою – це стружка подрібнення та стружка завертання.

Засоби стружка подрібнення та стружка-завертання :

1. Лункою, заточеною на передній грані різця
2. Уступами, заточеними на передній грані різця
3. Накладними стружка ламами, встановленими на передню грань
4. Застосування екранів
5. Вібраційне різання
6. Попереднє нарізання канавок на глибину 70% припуску.

Недоліками перших двох методів є те, що заточка лунок та уступів призведе до послаблення ріжучої частини інструмента. Перші чотири методи не завжди забезпечують надійне стружка подрібнення. Також параметри заточки необхідно підбирати експериментально згідно даних умов обробки. Однак, ці методи не потребують збільшення машинного часу та змінюють якість оброблюваної поверхні. Метод вібраційного дроблення дає надійне стружка подрібнення незалежно від матеріалу та режимів різання. Однак його використання потребує

					4267ст3.16.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
						51
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		

додаткових пристроїв, створює перемінне навантаження, іноді знижує чистоту поверхні.

Попереднє нарізання канавок потребує додаткової операції, що призведе до збільшення часу на обробку деталі та відповідно її вартості.

На ділянці мається можливість використовувати стружко лами або спеціально заточений ріжучий інструмент.

					4267ст3.16.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3.Охорона навколишнього середовища

Механічні забруднення

У результаті механічної обробки відбувається викид пилу різного хімічного та геометричного складу. Зміст пилу в повітрі робочої зони не повинен перевищувати ГДК по ГОСТ 12.1.005 – 88. Особливо шкідливий дрібнодисперсний пил, виникаючий при шліфуванні та зубошліфуванні. Пил, який є у процесі абразивної обробки, на 30 – 40% складається з матеріалу деталі. При шліфуванні виділяється приблизно 50г/г пилу з одного верстату. Для зменшення концентрації пилу в повітрі застосовують місцевий забір повітря з зони різання та його очищення, забезпечування очищування повітря перед виходом в атмосферу за допомогою циклонів.

Хімічні забруднення

Використання на ділянці змащувально – охолоджуючої рідини веде до хімічного забруднення оточуючого середовища аерозолями мастил, випарень ЗОР, а також відробленими ЗОР при скиданні їх в каналізацію.

На ділянці використовуються наступні ЗОР:

- при підрізанні торців та інших токарних роботах – Укрінол-1 ГОСТ 6243-75;
- при зубошліфуванні, шліфуванні – Аквол – 6 ГОСТ 6243-75.

Відроблена ЗОР збирається у спеціальні ємкості. Водну та мастильну фази можна вторинно використовувати для виготовлення емульсій. Мастильна фаза емульсій може зріджуватися. Водяна фаза очищається до допустимого змісту нафтопродуктів та скидається у каналізацію. Концентрація нафтопродуктів у стічних водах при скиданні їх у каналізацію регламентується вимогами ДСТУ 8691:2016 та «Правилами охорони вод від забруднень стічними водами».

					4267ст3.16.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Для приймання, очищення та знешкодження хімічно забруднених стоків, а також обезводнення осаду, зникаючого при освітленні стоків при скиданні їх у господарсько – побутову каналізацію.

Фізичне забруднення

Рівень шумового забруднення від механічних цехів перевищує рівень шумів великої кількості інших галузей. Джерелом шуму є елементи приводів (електродвигун, зубчасті передачі, підшипники), особливо зношені, а також сам процес різання. Спектр шуму – середньо та низькочастотний, рівень шуму – 85 – 100 дБ.

Найбільш високий рівень шуму при роботі крупних токарних, фрезерних, шліфувальних верстат. Допоміжні джерела шуму – різні пневматичні інструменти (188 – 118 дБ). Вентиляційна система є джерелом аеродинамічних шумів.

Для зменшення шумового забруднення необхідно проводити своєчасний огляд та ремонт обладнання, використовувати балансування обертаючих елементів машин, звукоізоляцію вентиляційних систем.

Відповідно вимогам СН і П ІІ 33 – 88 ворота, двері та технологічні процеси механічних цехів володіють повітряними та повітряно – тепловими завісами, котрі захищають виробничий персонал від охолодження.

Для зняття зарядів статичної напруги, яка може викликати вибух, пилоприймачі, обладнання, повітряні проводи вентиляційних устаткувань заземлення.

Загальні висновки

1. При проектуванні нових технологічних процесів та устаткування необхідно досягти виключення або різкого зниження виділення шкідливих речовин у повітря та оточуюче середовище.

2. При змозі необхідно заміщати токсичні речовини – нетоксичними, веде та рідке паливо – газоподібним.

3. Необхідно застосовувати шумо– та звукоізолюючі та пиловловлювачі.

					4267ст3.16.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

Висновки

Бакалаврська робота на тему «Проектування технології виготовлення вал-шестерні ($m = 4$ мм, $z = 16$)» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД.

В кваліфікаційній роботі надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення деталі.

В бакалаврській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та різучого і вимірювального інструментів: принцип дії вимірювального інструменту, опис і розрахунок патрона самозатискного повідкового інерційного, скоби індикаторної. Наведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що впливають на виробничий персонал дільниці, методи зменшення небезпек пов'язаних зі стружкою, аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля та розглянуті заходи з охорони навколишнього середовища.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		55

Література

1. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей: Навчальний посібник/ Б.К. Хлопенко, М.М. Івахненко, О.П. Шумілов, О.О. Козленко. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 56 с.
2. Курсове проектування з дисциплін "Технологія машинобудування", "Організація та нормування в машинобудуванні", "Організація виробництва": Навчальний посібник/ Під ред. О.П. Гурченкова. – Миколаїв: НУК, 2004. – 212 с.
3. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні: Навч. пос./ П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плєскач; Під заг. ред. В.М. Плєскача. – К.: Вища школа, 1991. – 247 с.
4. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготівок: Підручник. – Львів: Світ, 1996. – 368 с.
5. Довідник технолога-машинобудівника. в 2-х т. /Під заг.ред. А.Г.Косилової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., переробл. і доп. – Київ, Техніка, 1990.
6. Базування і бази в машинобудуванні: Навч. пос./ Я.Д. Колкер, О.Н. Руднев. – Київ: Вища школа, 1991. – 100 с.
7. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для вищих навчальних закладів/ За ред. М.П. Гандзюка. – Київ: Каравела, 2003. – 408 с.
8. Тубальцев А.М. Виробниче освітлення і його розрахунок: Навчальний посібник. – Миколаїв: УДМТУ, 2001. – 84 с.
9. Антонюк В. Е. Технологія виробництва і методи забезпечення якості зубчастих колес і передач / В. Е. Антонюк, М. М. Кане, В. Е. Старжинський. – СПб: Професія, 2007. – 837 с.
10. Антонюк В. Е. Тенденции современного производства зубчастих колес/ В. Е. Антонюк //інженерний журнал. Довідник. Д о д а т о к . – 2004.-№12.- с. 2–15.
11. Богуслаєв В. О. Формоутворення черв'ячних зуборізних фрез./ В. О. Богуслаєв, Н. С. Равська, О. Я. Качан. - Запоріжжя: вид. ВАТ «Мотор Січ», 2007. – 179 с.

						Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дата		

12.Івщенко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івщенко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.

13.Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування. – Підручник для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи». – Житомир, Держ.університет «Житомирська політехніка», 2009.

14. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. Під заг.ред. А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.

15. Паливода Ю.Є., Дячун А.Е., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки. – Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: Тернопільський нац.техн.університет ім. Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

16.Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг.ред. к.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.

17.Технологія машинобудівних підприємств. - Підручник /В.Л.Дикань, Ю.Є.Калабухін, Н./Каличева та ін. За заг.ред. В.Л.Диканя. – Харків, УкрДЧЗТ, 2020. – 386 с.

18. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. – Навчальний посібник/І.І.Юрчишин, Я.М.Литвиняк, І.Е.Грицай, М.Л.Кухляк, Я.М.Кусій, В.В.Ступницький, В.А.Яцюк, А.М.Кук, Е.М.Махоркін, В.П.Свізінський. За заг.ред.І.І.Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

19. Ткаченко І.Г., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є. Технологія машинобудування: Вступ до спеціальності. – Навчальний посібник. – Тернопіль, Тернопільський нац.тех.університет ім.Івана Пулюя, 2013. – 84 с.

18. Ткачук К.Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – ДО, Техніка, 1991.

						Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

[illegible]