

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



«15» 06 2026 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Проектування технології виготовлення

муфти зубчастої ГТД ($m = 5$ мм; $z = 56$)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 4267ст3



Кривцун Д.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник



Новошицький А.В.

(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2026

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Інститут _____ Машинобудівний навчально-науковий _____
Кафедра _____ Інженерної механіки та технології машинобудування _____
Освітній рівень _____ Бакалавр _____
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

“ 23 ” 03 2026 р.

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

Студент _____ Кривцун Дмитро Сергійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Проектування технології виготовлення муфти зубчастої ГТД ($m = 5$ мм; $z = 56$)”

керівник роботи к.т.н., доцент Новошицький А.В. _____
(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 деталі, аналіз технологічності деталі, характеристика властивостей матеріалу, вибір типу виробництва.

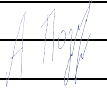
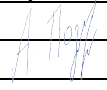
2) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

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, планування ділянки цеху,

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	к.т., доц.Познанський А.С.		
Нормоконтроль	доц.Боду С.Ж.		

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 (роздруковка 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)

Кривцун Д.С.
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
 (підпис)

Новошицький А.В.
 (прізвище та ініціали)

« 23 » _____ 03 _____ 2026 р.

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Проектування технології виготовлення муфти зубчастої ГТД ($m = 5 \text{ мм}$; $z = 56$)» 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 кваліфікаційній роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та різучого і вимірювального інструментів, наведені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці.

Ключові слова: муфта зубчаста, заготівка, припуски, затискний гідравлічний пристрій, свердло-зенкер, фреза черв'ячна модульна.

ABSTRACT

In the bachelor's qualification work on the topic "Design of the technology for manufacturing a gear clutch for a gas turbine engine ($m = 5 \text{ mm}$; $z = 56$)" 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 qualification work provides calculations of special devices and cutting and measuring tools, and labor and environmental protection measures are provided at the site.

Key words: gear coupling, workpiece, allowances, hydraulic clamping device, countersink drill, modular worm milling cutter.

Зміст

Вступ	6
1. Загальна частина	8
1.1. Призначення та конструкція деталі	9
1.2. Характеристика властивостей матеріалу деталі	9
1.3. Аналіз технологічності зубчастої муфти	10
1.4. Визначення типу виробництва	11
2. Технологічна частина	13
2.1. Аналіз заводського технологічного процесу виготовлення деталі	14
2.2. Вибір та обґрунтування вибору методу отримання заготовки	15
2.3. Проектування заготовки	15
2.4. Розрахунок вартості основних матеріалів	18
2.5.. Розрахунок припусків на механічну обробку	19
2.6. Вибір устаткування	24
2.7. Вибір ріжучого інструменту	32
2.8. Вибір вимірювального інструменту	33
2.9. Розрахунок режимів різання	35
2.10. Технічне нормування	39
3. Конструкторська частина	43
3.1. Опис і розрахунок затискного гідравлічного пристрою	44
3.2. Конструкція та принцип дії пристосування для перевірки плями контакту	46
3.3. Розрахунок і конструювання свердла-зенкер	46
3.4. Розрахунок та конструювання черв'ячної модульної фрези	50
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
Вступ	58
4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на ділянці	58
4.2. Охорона навколишнього середовища	65
Висновки	70
Література	71

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Вступ

В теперішній час надається велике значення розвитку машинобудівній промисловості в Україні. Особливе значення надається створенню високоефективних автоматизованих механоскладальних виробництв на базі технічного переозброєння, а також реконструкції діючих виробництв при використанні сучасного устаткування та засобів керування всіма етапами виробничого процесу.

Проектовані виробничі процеси повинні забезпечити випуск продукції необхідної якості, без якої витрачена на неї праця і вихідні матеріали будуть витрачені некорисно. Окрім того, необхідно намагатися виробництва потрібної кількості виробів в одиницю часу та при мінімальних приведених витратах.

В теперішній час підвищуються вимоги до якості продукції машинобудування, її різноманітності. Інтенсивний розвиток технічних засобів викликав необхідність удосконалення методики проектування та створення на її основі високоефективних підприємств.

В процесі створення підприємства основою є проектування дільниці, передумовою служить детально відпрацьована технологічна частина, що визначає головну роль інженера-технолога в процесі проектування механоскладального виробництва. Вирішення питань всіх інших частин роботи підлягає вимогам технологічного процесу, який і визначає склад завдання для розробки цих частин можливе в результаті створення більш продуктивних засобів праці, розробці принципово нових технологій, широкого використання обчислювальної техніки, застосування верстатів з ЧПК. Все це складає базу, на якій створюються автоматизовані системи керування, стають можливими оптимізація технологічних процесів і режимів обробки, створення гнучких автоматизованих комплексів.

Розвиток технології машинобудування буде йти в напрямку подальшої уніфікації і стандартизації технологічних процесів виготовлення виробів; скорочення верстатоемності і працемісткості обробки за рахунок концентрації операції, застосування верстатів з ЧПК.

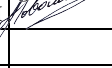
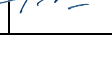
						Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механізація і автоматизація виробничих процесів є основою підвищення продуктивності праці і збільшення випуску продукції.

Одним з генеральних напрямків переоснащення верстатного парку є застосування верстатів з ЧПК (особливо в умовах серійного і дрібносерійного виробництва). Програмне керування універсальними металорізальними верстатами дозволяє автоматизувати цикл їхньої роботи, значно скорочує час на переналагодження і тим самим розширює можливості застосування верстатів з ЧПК, ПК й уніфікованих процесів є достатнім комплексом для створення спеціалізованих ділень.

У даній роботі розглянуті питання технологічного забезпечення якості виготовлення деталі, питання продуктивності праці й економічності технологічного процесу, а також розроблений технологічний процес обробки різанням деталі із застосуванням спеціального пристрою та ріжучого інструменту.

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

					4267ст3.10.КРБ.04.01.ПЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальна частина				
Розробив		Кривцун Д.С.							
Перевірів		Новошицький							
Консул.									
Н.контр.		Боду С.Ж.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
					Літ		Арк.	Аркушів	
					К	Р	Б	8	4
					НУК				

1. Загальна частина

1.1. Призначення та конструкція деталі

Зубчаста муфта входить до конструкції реверсивного редуктора. Вона являє собою передавальну ланку у ланцюзі передачі значних крутних моментів на трансмісію валопроводу гребного гвинта корабля.

Зубчаста муфта – відповідальна деталь. Вона має ряд таких елементів: наявність різьби, шліцевого вінця, ряду співвісних посадочних поверхней під підшипники кочення, а оригінальні шліци на конічній цапфі виконані в тороїдально-сферичній формі профілю для компенсування наявних радіальних та осьових перекосів, наявність яких не вдається ліквідувати механічною обробкою корпусу редуктора.

В процесі проектування муфти необхідно вирішити дві задачі: забезпечення службових характеристик муфти, які пов'язані з умовами експлуатації та задоволення вимог технології виробництва.

Конфігурація муфти вміщує більшість поверхонь, які мають форму тіл обертання, що дозволяє вести її обробку на верстатах токарної групи. Жорсткість конструкції дозволяє вести обробку без використання люнетів.

1.2. Характеристика властивостей матеріалу деталі

Муфта редуктора виготовляється зі сталі 18X2H4MA. Ця сталь відноситься до групи теплостійких сталей, які допускають експлуатацію до температури 500 °С. Оброблюваність сталей цієї групи цілком задовільна, вона близька до оброблюваності вуглецевих низьколегованих конструкційних сталей відповідної міцності.

Хімічний склад сталі 18X2H4MA

Таблиця 1.1

Марка	C	Mo	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
18X2H4MA	0,14-0,2	0,8-1,20	0,17-0,37	0,25-0,55	1,35-1,65	4,0-4,4	≤0,035	≤0,035

					4267ст3.10.КРБ.04.01.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					9

Механічні властивості сталі 18Х2Н4МА

Таблиця 1.2

Марка	Температура, °С		σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	ψ , %	α_n , Н·м	НВ
	Закалювання в маслі	Відпуск						
18Х2Н4МА	860±10	500±20	900	750	12	40	60	269-331

1.3.Аналіз технологічності зубчастої муфти

Технологічність – сукупність властивостей конструкцій виробу, виявлених у можливості оптимальних витрат праці, засобів, матеріалів і часу при технологічній підготовці виробництва, виготовлення, експлуатації і ремонт в порівнянні з відповідними показниками якості і прийнятих умов виготовлення, експлуатації і ремонту.

Основними критеріями технологічності деталей, що піддаються механічній обробці є працемісткість, точність і стабільність одержання геометричних розмірів і шорсткості поверхні, можливості обробки тим вище, чим складніше ці поверхні.

За своїми геометричними формами, чим більша їх довжина і чим вище вимоги до точності і шорсткості оброблюваних деталей, тим гірша технологічність. Поліпшення технологічності конструкції дозволяє знизити собівартість її виготовлення без збитку для службового призначення.

Заготовка для виготовлення муфти приймається близькою за формою та розмірами до готової продукції.

Простановка розмірів на робочому кресленні муфти виконується комбінованим засобом. Його використання дозволяє виключити помилки в найбільш точних розмірах. Простановка розмірів від кожного торця муфти забезпечує постійність баз, тому що вимірювання довжини окремих ступенів виконується від однієї і той же поверхні. Ланцюжний спосіб простановки розмірів забезпечує точність розташування наступної шійки відносно попередньої.

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

Конфігурація муфти дозволяє використовувати сучасні найбільш продуктивні технологічні процеси обробки та виключає застосування спеціальних верстатів, що сприяє скороченню строків підготовки виробництва та освоєння виготовлення муфт у необхідній кількості.

Конструкція муфти дозволяє для нарізання шліців застосовувати більш сучасну технологію нарізання шліц за допомогою черв'ячної модульної фрези, що дозволяє нарізати шліци з високою точністю.

Муфта, яка передає значні зусилля, в деталі (крутний момент), спряжувані поверхні - азотовані на глибину 0,2-0,4 мм та мають твердість 50-55 HRC, що сприяє високій стійкості проти спрацювання, міцністю на екстремальних режимах.

Аналіз технологічних вимог креслення дозволяє зробити висновок, що розміри на поверхні деталі мають відповідно оптимальні точність та шорсткість, конструктивно та технологічно обгрунтовані та відповідають вимогам технологічності та функціональному призначенню деталі в вузлі.

1.4.Визначення типу виробництва

Тип виробництва – це кваліфікаційна категорія, виділення за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності й обсягу випуску продукції.

У машинобудуванні розрізняють умовно три основних типи виробництва: масове, серійне та одиничне. Орієнтовно тип виробництва може бути обраний відповідно до таблиці 1.3.

Визначення типу виробництва

Таблиця 1.3

Тип виробництва	Річна кількість деталей, шт.
	Масою до 20 кг
Масове	500000
Крупносерійне	50000...500000
Середньосерійне	5000...50000
Дрібносерійне	1000...5000
Одиничне	1000

					4267ст3.10.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На проектованій дільниці виготовляється муфта зубчаста, режим роботи – двозмінний. Деталь виготовляється зі сталі 18Х2Н4МА. Заготівка – штампована поковка масою 39 кг.

Маса деталі – 22 кг, річна кількість деталей – 2000 шт., це відповідає серійному типу виробництва.

Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом виробництва.

Залежності від широти номенклатури величини партії деталей розрізняють наступні типи:

дрібносерійне виробництво $20 \leq k_{з.о.} \leq 40$

середньосерійне виробництво $10 \leq k_{з.о.} \leq 20$

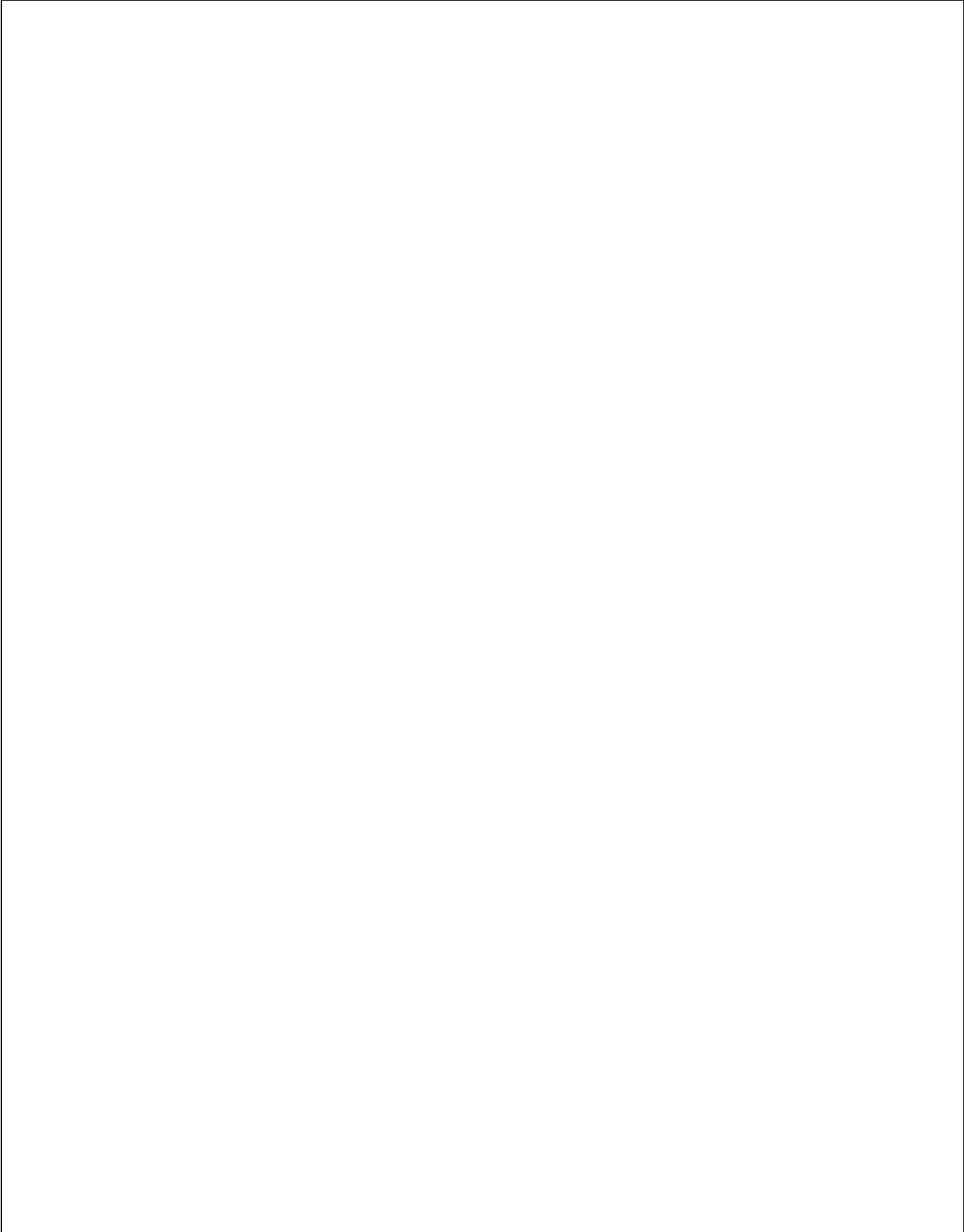
крупносерійне виробництво $1 \leq k_{з.о.} \leq 10$.

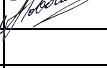
Для серійного виробництва характерне застосування як універсального, так і спеціалізованого устаткування, яке розташовується по ходу технологічного процесу.

Виконання на робочих місцях декількох повторюваних операцій – характерна ознака серійного виробництва.

Обробка муфт на дільниці здійснюється партіями. За кожним робітничим місцем закріплюється декілька періодично повторюваних операцій. Для скорочення працемісткості на дільниці широко використовується спеціальна оснастка та затискні пристосування, впроваджено цикл обробки муфт на верстатах з ЧПК.

					4267ст3.10.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ				
					Технологічна частина				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Кривцун Д.С.							
Перевірів		Новошицький							
Консул.									
Н.контр.		Боду С.Ж.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
					Літ		Арк.	Аркушів	
					К	Р	Б	13	29
					НУК				

2. Технологічна частина

2.1. Аналіз заводського технологічного процесу виготовлення деталі

Метою проектування технологічних процесів механічної обробки є докладний опис процесів виготовлення деталі з необхідними техніко-економічними розрахунками та обґрунтуваннями прийнятого варіанту.

Технологічний процес – це основа розробки роботи, згідно з ним визначають необхідну кількість устаткування, виробничі площі та енергетику цеху, його транспортні засоби, необхідні матеріали.

При проектуванні технологічного процесу обробки деталі муфта редуктора газотурбінної установки в основу був взятий досвід роботи на базовому підприємстві. Заводський технологічний процес є типовим для одиничного виробництва і відповідних до нього форм організації праці.

Для обробки муфти використовується універсальне устаткування та оснастка, універсально-складальні пристосування, бо витрати на виготовлення спеціальних пристосувань досягають значних розмірів і не виправдовуються в одиничному виробництві.

Розробка заводського технологічного процесу обробки обмежена складанням технологічного маршруту з поопераційним описом без нормування технологічних операцій, що вимагає від робітників великого майстерства та високої кваліфікації.

У магістерській роботі технологічний процес розроблено для серійного виробництва. Метою складання маршруту обробки муфти є план обробки, установлення вмісту операцій технологічного процесу та вибір типу устаткування.

При встановленні загальної послідовності обробки спочатку обробляють поверхні, які прийняті за установочні бази. Потім обробляються поверхні, які залишилися у послідовності зворотній ступені їх точності. Обробка закінчується поверхнею, яка є найбільш точна.

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Вибір та обґрунтування вибору методу отримання заготовки

Вибір виду заготовки впливає на якість виробу і є одним з найбільш важливих етапів проектування. Більше ніж 80 % сталі, яка виплавляється, піддається до обробки тиском. Пояснюється це тим, що литой метал має значну кількість дефектів: крупнозернистість, ліквіацію мікротріщини, газові міхури та ін. Ці дефекти усувають гарячою пластичною обробкою – гарячим штампуванням.

В результаті пластичної деформації заварюються газові міхури, мікротріщини, вираховується хімічний склад у розрізі. Механічні властивості штампованого металу краще, ніж литого.

При виборі заготовки для проектування технологічного процесу порівняємо два варіанти;

- 1.метод отримання заготовки з прокату;
- 2.метод отримання заготовки штампованої заготовки.

Для порівняння двох методів отримання заготовки скористуємося таким виразом:

$$\frac{q(Q'' - Q')}{Q'' \cdot Q'}$$

де q – маса деталі, кг;

Q' – маса штампованої заготовки (докладний розрахунок у п.2.3), кг;

Q'' – маса прокату, кг

$$\frac{22(199 - 39)}{199 \cdot 39} = 0,45 \geq 0,05.$$

Нерівність виконується, тому доцільно прийняти заготовку зубчастої муфти – штампування.

Заготовка буде виготовлятися на горизонтально-кувальній машині, у закритих штампах з роз'ємною матрицею. Для виходу зайвого металу у матриці передбачені компенсатори.

2.3. Проектування заготовки

Точність виготовлення характеризується класом точності, який умовно позначається T₁...T₅.

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Клас точності поковки встановлюється в залежності від технологічного процесу та устаткування для її виготовлення. Приймаємо клас точності Т₄.

Група сталі - умовно позначається М₁, М₂ і М₃. Вибирається в залежності від вмісту вуглецю та легуючих елементів. Приймаємо групу сталі М₁.

Маса поковки – орієнтувальна величина розрахункової маси поковки (G_{п.р.}) визначається за формулою:

$$G_{п.р.} = G_q \cdot K_p,$$

де G_q – маса деталі, кг;

K_p – розрахунковий коефіцієнт, який встановлюється відповідно до характеру деталі

$$G_{п.р.} = 22 \cdot 1,6 = 35,2 \text{ кг.}$$

Ступінь складності поковки С₁, С₂ і С₃, С₄ визначається відношенням об'єму (маси) поковки до об'єму (маси) фігури, в яку вписується поковка.

Фігура, у яку вписується поковка, у даному випадку поковка муфти, має вигляд циліндру. Масу фігури визначаємо:

$$G_{\Phi} = V_{\Phi} \cdot \gamma_{ст},$$

де V_ф – об'єм фігури, см³;

γ_{ст} – густина сталі, кг/см³

$$G_{\Phi} = 25,413 \cdot 0,00785 = 199,492 \text{ кг;}$$

$$C = \frac{35,2}{199,492} \approx 0,18.$$

Це відповідає ступеню складності С₃.

В залежності від маси поковки, групи сталі, ступеню складності, класу точності поковки встановлюємо вихідний індекс – 16, табл.2 [5].

Основні припуски на номінальні розміри деталі визначаємо враховуючи вихідний індекс та шорсткості поверхонь деталі по табл. 3 [5]. Додаткові припуски, враховуючи зміщення по поверхні роз'єму штампа – 0,4 мм по табл. 4 5, відхилення від прямолінійності – 0,6 мм по табл. 5 [5]:

$$d_{288} = d + 2\Pi_{общ d} = 288 + 2(0,4 + 0,6 + 3,2) = 296,4 \text{ мм;}$$

приймаємо 296 мм.

$$d_{56} = d + 2\Pi_{общ d} = 256 + 2(0,4 + 0,6 + 2,7) = 63,4 \text{ мм;}$$

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приймаємо 63 мм.

$$d_{115} = d + 2\Pi_{\text{общ } d} = 115 + 2(0,4 + 0,6 + 3,3) = 123,6 \text{ мм};$$

приймаємо 124 мм.

$$d_{75} = d - 2\Pi_{\text{общ } d} = 75 - 2(0,4 + 0,6 + 2,5) = 68 \text{ мм};$$

$$d_{165} = d + 2\Pi_{\text{общ } d} = 165 + 2(0,4 + 0,6 + 2,4) = 171,8 \text{ мм};$$

приймаємо 172 мм.

$$d_{256} = d + 2\Pi_{\text{общ } d} = 256 + 2(0,4 + 0,6 + 3,2) = 264,4 \text{ мм};$$

приймаємо 284 мм.

$$L_{365} = L + 2\Pi_{\text{общ } d} = 365 + 2(0,4 + 0,6 + 2,6) = 372,2 \text{ мм};$$

$$L_{37} = L - \Pi_{\text{общ } d} = 37 - (0,4 + 0,6 + 2,0 - 2,7) = 36,7 \text{ мм};$$

$$L_{75} = L + \Pi_{\text{общ } d} = 75 + (3,6 + 0,4 + 0,6 - 1,9) = 81,5 \text{ мм};$$

$$L_{93} = L + \Pi_{\text{общ } d} = 93 + 2(3,6 + 0,4 + 0,6 + 1,9) = 99,5 \text{ мм}.$$

Граничні відхилення розмірів заготовки визначаємо по табл. 9 [5]. Таким чином, розміри заготовки з допустимими відхиленнями складатимуть:

$\varnothing 296^{+3,3}_{-1,7}$	$\varnothing 63^{+2,4}_{-1,2}$	$\varnothing 124^{+3,0}_{-1,3}$
$\varnothing 68^{+2,7}_{-1,3}$	$\varnothing 172^{+2,7}_{-1,3}$	$\varnothing 264^{+3,3}_{-1,7}$
$372^{+3,3}_{-1,7}$	$36,7^{+2,1}_{-1,1}$	$81,5^{+2,4}_{-1,2}$
		$99,5^{+2,4}_{-1,2}$

Креслення заготовки деталі муфта зубчаста складено згідно з ГОСТ 3.1126-88 з вказанням технічних вимог за ГОСТ 7505-89 та представлене на кресленні 6261м.01.МР.11.02.

Для визначення об'єму штампованої поковки умовно розбиваємо її на окремі прості елементарні фігури. Визначаємо об'єми цих фігур, тоді загальний об'єм штампованої поковки складе 4,516 см³.

Маса штампованої заготовки визначається

$$G_{\text{з.ш}} = V \cdot \gamma_{\text{ст}},$$

де V – загальний об'єм штампованої поковки, см³;

$\gamma_{\text{ст}}$ – густина сталі, кг/см³

$$G_{\text{з.ш}} = 4,516 \cdot 0,00785 = 35,45 \text{ кг}.$$

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаючи неминучі технологічні втрати (чад, облой та ін.) при об'ємному штампуванні рівними 10 %, визначаємо витрату матеріалу на одну деталь:

$$G_{з.п} = \frac{G_{з.ш}(100+П_{ш})}{100},$$

де $П_{ш}$ - втрати при штампуванні

$$G_{з.п} = \frac{35,45(100+10)}{100} = 39 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу на штамповану заготовку:

$$КВМ = \frac{G_q}{G_{з.п}} = \frac{22}{39} = 0,56.$$

2.4. Розрахунок вартості основних матеріалів

Витрати на основні матеріали визначаються виходячи з величин заданого річного випуску продукції, прогресивних норм витрат матеріалу на одиницю продукції, норм відходів та планових цін на матеріали та відходи.

Витрати на основні матеріали по одному виробу визначаємо за формулою:

$$M = K_{т.з} \cdot m \cdot Ц_{м} - q \cdot Ц_{від}, \text{ грн.},$$

де $K_{т.з}$ – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготовчі витрати;

m – маса заготовки, кг;

$Ц_{м}$ – ціна матеріалу заготовки, грн./кг;

Q – маса відходів при виготовленні деталі з заготовки, кг;

$Ц_{від}$ - ціна реалізації відходів, грн./кг

$$M = 1,06 \cdot 39 \cdot 5,410 - 17 \cdot 4,328 = 150,07 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на основні матеріали на партію деталей виконуємо в табличній формі (табл.2.1).

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат на основні матеріали

Таблиця 2.1.

Маса деталі, кг	Вартість ма-теріалу заго-товки, грн./кг	Вартість однієї заготовки, грн	Вартість річної партії заготовок, грн	Маса відходів, кг	Вартість відходів, грн. 1 т	Вартість річного об' єму відходів, грн	Ціна 1 т відходів, грн.	Сума від реалізації відходів (на програму), грн.	Вартість річної партії заготовки з урахуванням возвратних відходів, грн
22	1,06	39х1,06	510570	82680	5410	34000	4328,0	147152,0	300146,8

2.5. Розрахунок припусків на механічну обробку

Проведемо розрахунок операційних розмірів, припусків при обробці зовнішньої циліндричної поверхні деталі муфта зубчаста Ø56_{-0,019}.

Загальним припуском на обробку називається шар металу, що видаляється з поверхні заготовки в процесі її обробки на всіх операціях.

Проміжний припуск – шар металу, необхідний для виконання технологічного переходу й обумовлений як різниця розмірів одержаних на суміжних – попередних і виконуваних технологічних переходах процесу обробки даної поверхні.

Технологічний маршрут обробки поверхні буде виглядати так:

- точіння чорнове (h11),
- точіння чистове (h8),
- шліфування (h6).

Мінімальні та максимальні значення припусків визначаються за формулами:

$$2Z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta \sum_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}], \text{ мкм};$$

$$2Z_{i \max} = 2Z_{i \min} + TD_{i-1} - TD_i, \text{ мкм}$$

де R_{Zi-1} – висота нерівностей, мкм;

$h_{i-1 \min}$ – глибина дефектного поверхневого шару, мкм;

$\Delta \sum_{i-1}$ – сумарне відхилення розташування поверхонь;

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ε_i – похибка встановлення оброблюваної заготовки, яка виникає на виконуємому переході, мкм.

Допуск на розмір поковки: $TD_{\Pi} = 1200$ мкм [15, табл.32].

Технологічний допуск на чорнове точіння для 11 квалітету:

$TD_1 = 400$ мкм [15, табл.32].

Технологічний допуск на чистове точіння для 8 квалітету:

$TD_2 = 46$ мкм [15, табл.32].

Технологічний допуск на шліфування для 6 квалітету:

$TD_3 = 19$ мкм [15, табл.32].

Сумарна величина $(R_z + h)_3$, яка характеризує якість поверхні поковки, дорівнює 490 мкм [15, табл.24].

Величини висоти нерівностей R_z та глибин дефектного шару h на різних етапах обробки складатимуть:

- при чорновому точінні $R_{z1} = 125$ мкм; $h_1 = 120$ мкм [15, табл.24];
- при чистовому точінні $R_{z1} = 25$ мкм; $h_2 = 25$ мкм [15, табл.24];
- при шліфуванні $R_{z3} = 5$ мкм; $h_3 = 15$ мкм [15, табл.24].

Сумарне відхилення розташування поверхонь визначається, як:

$$\Delta\Sigma_2 = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{зм}}^2}, \text{ мкм};$$

де $\Delta_{\text{кор}}$ – величина просторових відхилень, мкм;

$\Delta_{\text{зм}}$ – відхилення від соосності, мкм;

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta K \cdot D, \text{ мкм},$$

де ΔK – питома кривизна заготовки, мкм/мм;

$$\Delta_{\text{кор}} = 2 \cdot 63 = 126 \text{ мкм};$$

$$\Delta_{\text{зм}} = 1,2 \text{ мм} = 1200 \text{ мкм};$$

$$\Delta\Sigma_3 = \sqrt{126^2 + 1200^2} = 730 \text{ мкм}.$$

Величина залишкових відхилень після чорнового точіння, визначається:

$$\Delta_{\text{зал i}} = K_{y i} \cdot \Delta\Sigma_3, \text{ мкм};$$

де K_y – коефіцієнт уточнення форми,

$$\Delta_{\text{зал i}} = 0,06 \cdot 730 = 80,6 \text{ мкм}.$$

Величина залишкових відхилень після чистового точіння:

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_{\text{зал ч}} = 0,04 \cdot 730 = 36,2 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення деталі при чорновому точінні в трьохкулачковий патрон:

$$\Delta \epsilon_{y1} = 400 \text{ мкм [5, табл.13].}$$

Похибка встановлення деталі при чистовому точінні в трьохкулачковий патрон:

$$\Delta \epsilon_{y2} = 300 \text{ мкм [5, табл.13].}$$

Похибка встановлення при шліфуванні:

$$\Delta \epsilon_{y3} = 25 \text{ мкм [5, табл.13].}$$

Проведемо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків:

- під чорнове точіння

$$2Z_{1\min} = 2[490 + \sqrt{730^2 + 400^2}] = 3600 \text{ мкм}$$

- під чистове точіння

$$2Z_{2\min} = 2[(125+120) + \sqrt{80,6^2 + 300^2}] = 3446 \text{ мкм}$$

- під шліфування

$$2Z_{3\min} = 2[(25+25) + \sqrt{36,2^2 + 25^2}] = 173 \text{ мкм}$$

Приймаємо за розрахунковий, розмір останнього переходу 55,981 мм, для інших переходів матимемо:

- чистове точіння $55,981 + 0,173 = 56,154 \text{ мм;}$
- чорнове точіння $56,154 + 3,446 = 59,600 \text{ мм;}$
- для заготовки $59,6 + 3,600 = 63,2 \text{ мм.}$

Визначимо найбільші граничні розміри:

- після шліфування 56,0 мм
- після чистового точіння $56,154 + 0,046 = 56,2 \text{ мм;}$
- для заготовки $63,2 + 1,2 = 64,4 \text{ мм.}$

Визначимо максимальне значення припусків:

- для шліфування

$$2Z_{3\max} = 56,2 - 56,0 = 0,2 \text{ мм;}$$

- для чистового точіння

$$2Z_{2\max} = 60,0 - 56,2 = 3,8 \text{ мм;}$$

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для чорнового точіння

$$2Z_{1 \max} = 64,4 - 60,0 = 4,4 \text{ мм.}$$

Зробимо перевірку правильності виконання розрахунків:

$$2Z_{i \max} - 2Z_{i \min} = TD_{i-1} - TD_i$$

$$1) 2Z_{3 \max} - 2Z_{3 \min} = 0,2 - 0,173 = 0,027 \text{ мм;}$$

$$TD_2 - TD_3 = 46 - 19 = 27 \text{ мкм} = 0,027 \text{ мм;}$$

$$2) 2Z_{2 \max} - 2Z_{2 \min} = 3,8 - 3,446 = 0,354 \text{ мм;}$$

$$TD_1 - TD_2 = 400 - 46 = 354 \text{ мкм} = 0,354 \text{ мм;}$$

$$3) 2Z_{1 \max} - 2Z_{1 \min} = 4,4 - 3,6 = 0,8 \text{ мм;}$$

$$TD_3 - TD_1 = 1200 - 400 = 800 \text{ мкм} = 0,8 \text{ мм.}$$

Отже, розрахунки проведені вірно. Результати розрахунків зводимо до таблиці.

Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні $\varnothing 56h6_{-0.019}$
та граничних розмірів по переходам

Технологічні операції та переходи обробки елементарної поверхні	Елементи припуску, мкм				Допуск на виготовлення TD, мкм	Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$ мкм	Розрахунковий розмір, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припуску, мм	
	R_z	h	$\Delta\Sigma$	$\Delta\epsilon_y$				$D_{\max}$	$D_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
Заготівка (штампування)	250	240	730	-	1200	-	63,2	64,4	63,2	-	-
Точіння чорнове	125	120	80,6	400	400	3600	59,6	60,0	59,6	4,4	3,6
Точіння чистове	25	25	36,2	300	46	3446	56,154	56,2	56,154	3,8	3,445
Шліфування	5	15	-	25	19	173	55,981	56,0	55,981	0,2	0,173

					64267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ					Арк.
										22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

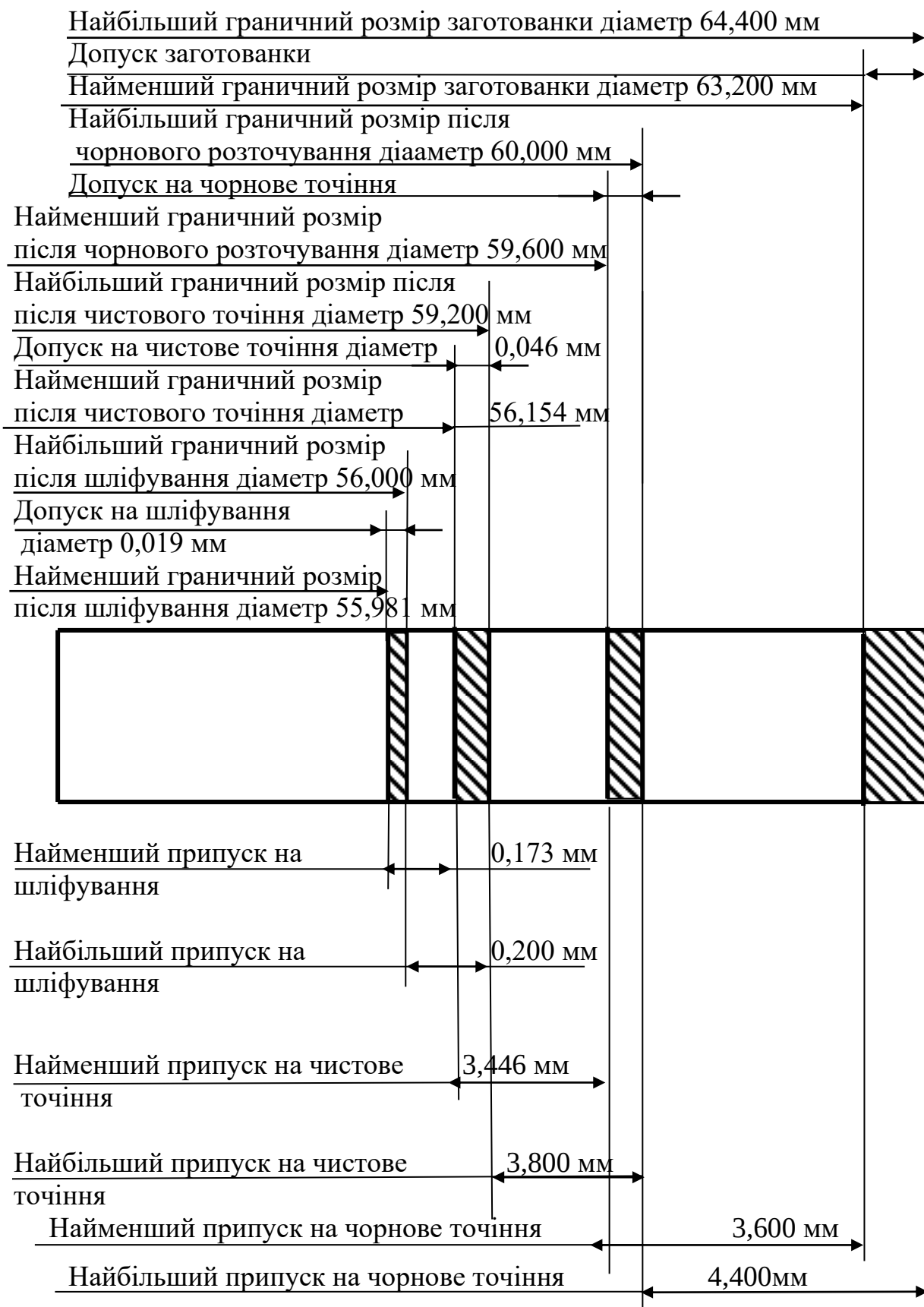


Рис.2.1.Схема графічного розташування припусків та допусків

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6. Вибір устаткування

При виборі устаткування повинні бути враховані основні фактори:

- обсяг випуску деталей за завданням;
- тип виробництва;
- габаритні розміри деталі;
- розміри і розташування оброблюваних поверхонь;
- вимоги до точності, шорсткості поверхні та економічності обробки;
- необхідність найбільш повного використання верстатів по потужності і по завантаженню;
- простота обслуговування верстатів, ступінь їхнього використання і вартість.

За власними технічними характеристиками обрані верстати повинні відповідати наступним вимогам:

- робоча зона верстата повинна відповідати габаритам оброблюваної деталі;
- міцність (потужність), жорсткість та кінематичні можливості верстата повинні дозволяти вести обробку на оптимальних режимах;
- продуктивність верстата повинна відповідати заданому обсягу випуску виробів.

Таким чином, виходячи з вище переліченого, обираємо обладнання.

Для виконання чорнових та напівчистових токарних операцій вибираємо токарно-гвинторізний верстат 16K20. На цьому верстаті можна виконувати зовнішнє точіння та внутрішнє розточування, нарізання правої та лівої одно- та багатозахідної різьби, тому він цілком задовольняє вимогам обробки на даних операціях.

Технічна характеристика верстата 16K20

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм:

над станиною 400

над супортом 220

Найбільший діаметр прутка, який проходить крізь отвір шпинделя, мм: 53

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм:	2000
Крок нарізаємої різьби:	
метричної	0,5-112
дюймової, кількість ниток на дюйм	56-0,5
модульної, модуль пітчевий пітч	56-0,5
Частота обертання шпинделя, об./хв.:	12,5-1600
Число швидкостей шпинделя	22
Найбільше переміщення супорта:	
поздовжнє	645-1.935
поперекове	300
Число ступенів подач	24
Подача супорта, мм/об. (мм/хв.):	
поздовжня	0,05-2,8
поперекова	0,025-1,4
Швидкість швидкого переміщення супорта, мм/хв.:	
поздовжнього	3800
поперекового	1900
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	11
Габаритні розміри, мм:	
довжина	2505
ширина	1190
висота	1500
Маса, кг	2835

Чистова токарна операція виконується на патрно-центрувальному верстаті з ЧПК 16K20Ф3С32. На цьому верстаті можна обробляти у замкненому напівавтоматичному режимі зовнішні а внутрішні поверхні деталей типу «тіл обертання» зі ступінчастим та криволінійним профілем, нарізання різьби. Верстат 16K20Ф3С32 оснащено ПЧПК типу 2Р22. Автоматична універсальна шостипозиційна револьверна голівка оснащена інструментальним диском, в якому можна установити шість радіальних чи три осьових інструментів.

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика верстату 16K20Ф3С32

Найбільший діаметр виробу, мм:

- | | |
|--------------------------------|-----|
| - встановлюваного над станиною | 500 |
| - оброблюваного над супортом | 220 |
| - оброблюваного над станиною | 400 |

Найбільша довжина встановлюваного виробу, мм:

- | | |
|--------------------------|------|
| - встановленні у центрах | 1000 |
|--------------------------|------|

Найбільша довжина обробки, мм 870

Діаметр отвору у шпинделі, мм 53

Зміна частот обертання безступінчаста

Діапазон зміни частот обертання шпинделю, який встановлюється вручну, об./хв.:

- | | |
|----------------|----------|
| - I діапазон | 22,4-355 |
| - II діапазон | 63-900 |
| - III діапазон | 160-2240 |

Межі програмованих подач, мм/об.:

- | | |
|---------------|----------|
| - повздовжніх | 0,01-40 |
| - поперечових | 0,005-20 |

Максимально пропонована швидкість робочої подачі, мм/хв. (мм/об.):

- | | |
|--------------|------------|
| - повздовжня | 2000 (2,8) |
| - поперечова | 1000 (1,4) |

Швидкість швидких кроків (E), мм/хв., не менш:

- | | |
|---------------|------|
| - повздовжніх | 7500 |
| - поперечових | 5000 |

Дискретність переміщень, мм:

- | | |
|---------------|-------|
| - повздовжніх | 0,01 |
| - поперечових | 0,005 |

Потужність електродвигуна головного руху, кВт 11

Габаритні розміри, мм

- | | |
|-----------|------|
| - довжина | 3700 |
| - ширина | 1700 |

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- висота 2145

Система відліку ПЧПК типу 2P22 абсолютна та в приростанні з
клавіатури, магнітної касети та
перфоленти

Маса верстату, кг 3800

Для свердління отворів Ø1,5 мм та Ø20 мм обираємо радіально-свердлильний верстат 2Л53У. На верстаті можна проводити свердління у суцільному матеріалі, накопичення всіх органів керування на свердлильній головці, наявність гідрозатискача колони, зблокованого з затискачем свердлильної головки, автоматизація затискача рукава, наявність системи запобіжних пристроїв, вимикаючих поломку верстата внаслідок перевантажень, дозволяють максимально скоротити допоміжний час і досягнути високої продуктивності.

Технічна характеристика верстата 2Л53У

Найбільший умовний діаметр свердління, мм: 35

Виліт шпинделю від твірної колони, мм:

- найбільший 1000
- найменший 290

Найбільша відстань від торця шпинделю до плити, мм: 1120

Найбільша відстань від торця шпинделю до столу, мм:

- найбільше 630
- найменше 15

Кількість ступенів швидкостей шпинделя 8

Межі частот шпинделя, об./хв. 35,5-1400

Кількість подач шпинделю, мм/об. 0,1-1,1

Кількість ступенів механічних подач шпинделя 6

Маса верстату, кг 2100

Найбільша ефективна потужність на шпинделі, кВт 1,6

Найбільший крутний момент на шпинделі, кгс·м 18

Найбільше зусилля подачі, кгс 800

Противага шпинделю пружинний

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність, кВт	2,2
Габаритні розміри (L+B+H), мм	1850x800x2430

Шліфування шийок муфти виконується на круглошліфувальному верстаті 3У131ВМ. На верстаті може виконуватися повздовжнє шліфування з періодичною подачею, повздовжнє шліфування з автоматичною подачею при реверсуванні столу, а також повздовжнє та врізне шліфування при ручних поперекових подачах. Шліфувальна бабка встановлена на роликових шинах, що виключає вплив нагріву на точність роботи верстата та підвищує чуттєвість подач. Верстат забезпечено механізмом для балансування шліфувального круга на ходу. Переміщення столу від гідроприводу. Верстат забезпечено механізмом магнітного фільтра-сепаратора для очищення охолоджувальної рідини.

Технічна характеристика верстату 3У131ВМ

Висота центрів, мм	185
Відстань між центрами, мм	710
Найбільші розміри шліфованого виробу, мм	
- діаметр	280
- довжина	710
Найбільша маса встановлюваного виробу, кг	
- в центрах	250
- в патроні	40
Шліфувальний круг	ПП600x63x305
Діаметр шліфованого отвору, мм	
- найбільший	200
- найменший	10
Найбільша довжина переміщення столу, мм	710
Найменший кут повороту шліфувальної бабки, град.:	
- за годинниковою стрілкою	30
- проти годинникової стрілки	30
Кут повороту верхнього столу, град.:	
- за годинниковою стрілкою	3

					64267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проти годинникової стрілки	10
Найменший кут повороту передньої бабки, град.:	
- за годинниковою стрілкою	30
- проти годинникової стрілки	90
Величина повздовжньої подачі, мм на діаметр	0,001-0,05
Швидкість обертання шліфувального круга, м/с	50/35
Швидкість повздовжнього переміщення столу, м/хв.	0,05-5
Ціна ділення лімба поперекової подачі на діаметр, мм	0,005
Точність обробки зразку, мм:	
- постійність діаметру в повздовжньому розрізі	0,005
- площинність торцевої поверхні, мм	0,006
- круглість	0,00016
Частота обертання, об./хв.:	
- виробу (безступінчаста)	40-500
- шпинделя внутрішньої шліфовки	6550; 16900; 27800
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	5,5
Габаритні розміри (L+B+H), мм	2400x1275x1980
Маса верстату, кг	5900

Для внутрішнього шліфування обираємо верстат 3А229.

Технічна характеристика верстату 3А229

Діаметр шліфованих отворів, мм	100-400
Найбільша довжина шліфування, мм	320
Найбільший зовнішній діаметр оброблюваного виробу, який встановлюється на верстаті, мм	
- кожусі	680
- без кожуха	800
Найбільший кут повороту бабки при роботі:	
- з планшайбою, град.	15°
- з патроном у кожусі, град	

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- з патроном без кожуха, град	30°
Найбільший хід столу, мм	800
Швидкість столу при шліфуванні, м/хв.	1,5-8,0
Частота обертання, об./хв.:	
- деталі (безступінчаста)	10-100
- шліфувальних шпинделів	7000, 5800, 4500, 3350
Найбільший діаметр внутрішньо шліфувального круга, мм	200
Найбільша ширина внутрішньо шліфувального круга, мм	63
Забезпечувана точність шліфувальної поверхні:	
- по овальності, мм	0,005
- по конусності, мм	0,01
Потужність електродвигуна, кВт	14,2
Габаритні розміри (LxBxH), мм	4075x1900x1740
Маса верстату, кг	6500

Нарізання шліців на муфті виконується на зубофрезерувальних верстатах 5K32П та 5K310 черв'ячними модульними фрезами.

Технічні характеристики верстатів 5K32П та 5K310

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки	800	200
Найбільші розміри нарізуваних коліс:		
- модуль	8	4
- довжина зуба прямозубих коліс, мм	300	200
- кут нахилу зубців, °	±60	±60
найбільший діаметр встановлюваних фрез, мм	200	125
Відстань від торця столу до вісі фрези, мм	210-570	145-365
Відстань від осі інструменту до осі шпинделю заготовки, мм	80-500	45-180
Найбільше осьове переміщення фрези, мм	80	50
Частота обертання шпинделя інструменту, об./хв.	40-130	63-480
Подача, мм/об., заготовки:		

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вертикальна чи повздовжня	0,8-5	0,63-4
- радіальна	0,25-1,5	0,135-2
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	7,5	4
Габаритні розміри, мм:		
- довжина	2650	2000
- ширина	1510	1300
- висота	2000	2040
Маса, кг	7200	4000

Фрезерування пазу виконується на вертикально-фрезерувальному верстаті 6Н13П. Муфта закріплюється у спеціальному затискному гідравлічному пристрої та під час обробки залишається нерухомою. Для скорочення допоміжного часу та зручності керування верстатом: пуск та стоп шпинделя та ручне вмикання швидких ходів столу виконується кнопками; керування подачами виконується рукоятками; зміна швидкостей та подач виконується за допомогою селективних механізмів.

Технічна характеристика верстату 6Н13П

Робоча поверхня столу, мм	1600x400
Число Т-подібних пазів	3
Ширина пазу, мм	18
Відстань між Т-подібними пазами, мм	90
Повздовжній хід столу, мм	900
Поперековий хід столу, мм	320
Вертикальний хід столу, мм	420
Відстань від торця шпинделя до поверхні столу, мм	
- мінімальна	30
- максимальна	520
Відстань від осі шпинделя до вертикальних напрямних станини, мм	450
Найбільший кут повороту шпиндельної головки вправо чи вліво	45°
Вертикальне переміщення шпинделя, мм	85
Число швидкостей фрезерувального шпинделя	18

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Межі чисел обертів шпинделю, об./хв.	30-1500
Число подач столу	18
Межі повздовжніх подач столу, мм/хв.	23,5-1180
Межі поперечових подач столу, мм/хв.	15,6-786
Межі вертикальних подач столу, мм/хв.	7,85-393
Швидкість швидкого повздовжнього переміщення столу, мм/хв.	2300
Швидкість швидкого поперечового переміщення столу, мм/хв.	1540
Швидкість швидкого вертикального переміщення столу, мм/хв.	770
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	10
Габаритні розміри, мм	
- довжина	2570
- ширина	1870
- висота	2250
Маса, кг	4250

2.7. Вибір ріжучого інструменту

Згідно з розробленого технологічного процесу та обраного устаткування, а також враховуючи властивості оброблюваного матеріалу деталі вибираємо стандартний та спеціальний ріжучий інструмент.

Обробка поверхонь внутрішніх і зовнішніх на токарно-гвинторізних верстатах виконується, як стандартними, так і спеціальними різцями з твердих сплавів Т15К6. Ці різці забезпечують високу продуктивність обробки деталей з легуючих сталей. для операцій 010, 015, 025, 030, 045:

- різець підрізний Т15К6 ГОСТ 18880-83;
- різець прохідний упорний Т15К6 ГОСТ 18879-83;
- різець розточувальний Т15К6 ГОСТ 9795-84;
- різець прохідний прямий Т16К6 ГОСТ 18878-83;
- різець радіусний Т15К6 спеціальний;
- різець відрізний Т15К6 ГОСТ 18884-83;
- різець підрізний відігнутий Т15К6 ГОСТ 18877-83.

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для центрування використовується центрувальне свердло з циліндричним хвостовиком Ø4 Р6М5 ГОСТ 14952-80.

Для токарної з ЧПУ операції 060:

- різець прохідний упорний з механічним кріпленням пластин Т15К6 ГОСТ 20872-80;

- різець канавковий Т15К6, спеціальний;

- різець нарізний Т15К6 ГОСТ 18885-83.

Для свердління 4 отворів Ø20 мм застосовуємо спеціальний комбінований інструмент свердло-зенкер Ø18/Ø20 Р6М5.

Для свердління 56 отворів Ø1,5 мм використовуємо спіральне свердло з циліндричним хвостовиком Ø1,5 Р6М5 ГОСТ 12122-83.

Ріжучий інструмент для шліфувальних операцій – це круг плоскопрямого профілю; абразивний матеріал – білий електрокорунд; зернистість за ГОСТ 3647-80; твердість за ГОСТ 21323-75; зв'язка – керамічна. Для операцій 052, 082:

- круг шліфувальний ПП 600х63х305 24А 40-Н СТ17 К5 А ГОСТ 2424-84.

Для шліфувальної операції 090:

- круг шліфувальний ПП 20х25х10 24А 40-Н СТ1 7К5 А ГОСТ 2424-83.

Нарізка шліців муфти виконується черв'ячними модульними фрезами. Для операції 040 – черв'ячна модульна фреза $m = 5$ мм, Р6М5. Для операції 095 – черв'ячна модульна фреза $m = 2,5$ мм, Р6М5.

Для фрезерування пазу на операції 100 застосовуємо шпоночну фрезу Ø12 Р6М5 ГОСТ 17025-83.

При застосуванні приведенного вище ріжучого інструменту будуть досягнені задана якість та геометрична форма поверхонь деталі.

2.8. Вибір вимірювального інструменту

Застосування вимірювального інструменту та методів вимірювання – це необхідні фактори забезпечення високої якості випускаємої продукції.

Під методами вимірювання розуміють сукупність використовуваних вимірювальних засобів та умов вимірювання та поділяють на абсолютні,

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порівняльні, прямі, непрямі, комплексні, елементарні, контактні та безконтактні.

Засоби вимірювання розмірів виробів обирають з урахуванням таких основних факторів: виробничої програми; особистостей конструкції виробу та точності його виготовлення; похибки обраного вимірювального засобу та собівартості вимірювання.

Для вимірювання зовнішніх та внутрішніх діаметрів муфти, утворених в результаті токарної обробки, застосовуються:

- ШЦ I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89;
- ШЦ II-0-160-0,02 ГОСТ 166-89;
- ШЦ II-0-160-0,05 ГОСТ 166-89;
- ШЦ II-0-250-0,1 ГОСТ 166-89;
- ШЦ II-0-200-0,1 ГОСТ 166-89;
- ШЦ III-0-315-0,1 ГОСТ 166-89;
- спеціальна скоба $\varnothing 56,2h8$.

Для контролю діаметру $\varnothing 20$ мм, який утворено після свердління застосовується двосторонній гладкий калібр-пробка $\varnothing 20H12$ за ГОСТ 14810-89.

Після шліфування застосовуємо наступні вимірювальні інструменти:

- МК 100-125-0,01 ГОСТ 6507-89;
- гладка скоба $\varnothing 56h6$.

Для вимірювання глибини використовуємо штангенглибиномір ШГ 0-250-0,05 ГОСТ 162-89.

Для контролю різьби застосовуємо кільця різьбові М100х1,5, а також мікрометричну різьбову скобу МК 100-125-0,01.

При шліцефрезерувальних операціях для вивірення використовуються індикатор ІГ-2 ГОСТ 577-88, а також ролики мірні.

Також застосовуються спеціальні шаблони для контролю кутових розмірів деталей, перевірки радіусів, фасок, канавки.

Використання вище приведених засобів технічного контролю забезпечить граничнодопустиму похибку вимірювання та якість виробу, який випускають.

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.9. Розрахунок режимів обробки

Проведемо розрахунок на дві операції: свердлильну 035 та шліфувальну 085 (обробка поверхні $\varnothing 115,4_{-0,1}$ до $\varnothing 115\text{Js6}(\pm 0.011)$). Розрахунок режимів різання на інші операції виконується за нормативними документами і довідниками.

Свердлильна операція

Свердління 4 отворів виконується на радіально-свердлильному верстаті 2Л53У комбінованим інструментом свердло-зенкер з швидкоріжучої сталі Р6М5.

Призначаємо режим різання. Для свердління сталі з $\sigma_B > 80$ кгс/мм² та діаметрі свердла 16-20 мм подача [14, табл.27]. $S_o = 0,120 - 0,220$ мм/об. Приймаємо середнє значення діапазону $S_o = 0,17$ мм/об. Корегуємо подачу відповідно до паспортних даних верстату $S_o = 0,1$ мм/об.

Перевіряємо прийняту подачу по осьовій складаючій сили різання, допускаємо міцністю механізму подачі верстата. Для цього визначаємо осьову складаючу сили різання [14, с.435]

$$P_o = C_p \cdot D^{g_p} \cdot S_o^{Y_p} \cdot K_p.$$

Випишуємо з табл.31 [14, с.436] коефіцієнт та показники ступенів формули для випадку свердління конструкційної сталі з $\sigma_B = 75$ кгс/мм² інструментом з швидкоріжучої сталі: $C_p = 68$; $g_p = 1$; $Y_p = 0,7$.

Визначаємо поправочний коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності $K_p = K_{mp}$ (за табл.21, с.430 [14]):

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{75} \right)^{n_p},$$

$$n_p = 0,75, K_{mp} = \left(\frac{90}{75} \right)^{0,75} = 1,2^{0,75} = 1,15.$$

$$\text{В одиницях СВ } P_o = 9,81 \cdot 68 \cdot 20^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,15 = 3061 \text{ Н.}$$

Необхідно виконати умову

$$P_o \leq P_{\max},$$

де $P_{\max}$ – максимальне значення осьової складаючої сили різання, допустимий механізмом подачі верстату. За паспортними даними верстату

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2Л53У $P_{\max} = 800 \text{ кгс} = 7845,32 \text{ Н}$. Призначена подача $S_o = 0,1 \text{ мм/об.}$ допустима, тому що $3061 < 7845,32$.

Призначаємо період стійкості свердла (за табл.29, с.435 [14]). Для свердла діаметром $D = 20 \text{ мм}$ при обробці конструкційної сталі свердлом з швидкоріжучої сталі пропонується період стійкості $T = 45 \text{ хв.}$ Припустимий знос свердла (за табл.9, с.153 [14]) $h_z = 0,4 \dots 0,8 \text{ мм}$ (для обробки сталі свердлами з швидкоріжучої сталі, $D \leq 20 \text{ мм}$).

$$V_u = \frac{C_v \cdot D^{qp}}{T^m \cdot S_o^{yv}} \cdot K_v.$$

Випикуємо з табл.28 [14, с.434] коефіцієнт та показники ступенів формули для випадку свердління конструкційної сталі з $\sigma_B = 75 \text{ кгс/мм}^2$ інструментом з швидкоріжучої сталі P18 при $S_o < 0,2 \text{ мм/об.}$: $C_v = 1,07$; $g_v = 0,75$; $Y_v = 0,85$; $m = 0,25$.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, який враховує відмітні від табличних умов різання, становить собою добуток з коефіцієнтів:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv},$$

де K_{MV} – коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу по табл.9 і 10 [14, с.424]:

$$K_{MV} = C_M \left(\frac{75}{\sigma_B} \right)^{nv},$$

$$C_M = 1; n_v = 0,9; K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{75}{90} \right)^{0,9} = 0,83^{0,9} = 0,849;$$

K_{nv} – коефіцієнт на інструментальний матеріал по табл.15 [15, с.426], $K_{nv} = 1$.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = 0,849 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,849.$$

Швидкість головного руху різання

$$V_u = \frac{1,07 \cdot 20^{0,75}}{45^{0,25} \cdot 0,1^{0,85}} = 27,66 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя, яка відповідає знайдений швидкості головного руху різання:

$$n = \frac{1000 \cdot v_n}{\pi \cdot D}; n = \frac{1000 \cdot 27,66}{3,14 \cdot 20} = 440 \text{ об./хв.}$$

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Корегуємо частоту обертання шпинделя за паспортними даними верстата та встановлюємо дійсну частоту обертання:

$$n_q = 190 \text{ об./хв.}$$

Дійсна швидкість головного руху різання

$$v_q = \frac{\pi \cdot D \cdot n_q}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 190}{1000} = 11,9 \text{ м/хв.}$$

Крутний момент від сил опору різанню при свердлінні [14, с.435]:

$$M = C_M \cdot D^{g_M} S_o^{y_M} \cdot K_p.$$

Випишуємо з табл.31 [14, с.436] коефіцієнт та показники ступенів формули для випадку свердління конструкційної сталі з $\sigma_B = 75 \text{ кгс/мм}^2$: $C_M = 0,0345$; $g_M = 2$; $y_M = 0,8$.

Врахуємо поправочний коефіцієнт K_p з табл.21 і 22 [14, с.430]. Цей коефіцієнт вже визначено при підрахуванні осьової складової сили різання: $K_p = K_{mp} = 1,15$.

В одиницях СВ:

$$M = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 20^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,15 = 24,67 \text{ Н}\cdot\text{м} (2,52 \text{ кгс}\cdot\text{м}).$$

Потужність, яка витрачається на різання [14, с.437]:

$$N_{\text{різ}} = \frac{M \cdot n}{975} = \frac{2,52 \cdot 190}{975} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність верстату.

Обробка можлива, якщо $N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}$

Потужність на шпинделі верстату $N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta$. У верстата 2Л53У $N_d = 2,2 \text{ кВт}$, а $\eta = 0,8$.

$$N_{\text{шп}} = 2,2 \cdot 0,8 = 1,76 \text{ кВт}$$

$0,5 < 1,76$, тому обробка можлива.

Шліфувальна операція

Розрахунок зробимо для найбільшого діаметру на цій операції

Ø115Js6 ($\pm 0,011$)

Швидкість головного руху різання (шліфувального круга) $v = 30\text{-}35 \text{ м/с}$

$$V = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60},$$

де D_k – діаметр круга, мм;

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

n_k – частота обертання круга, об./хв.

За паспортними даними верстата 3У131ВМ у нового круга $D_k = 600$ мм; $n_k = 1112$ об./х.

Тоді

$$V = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35 \text{ м/с},$$

що у межах пропонованого діапазону.

Швидкість руху колової подачі $V_{3 \text{ кол}}$ з табл.69 [14, с.465] $V_{3 \text{ окр}} = 15 - 55$ м/хв. Приймаємо середнє значення 35 м/хв.

Визначаємо частоту обертання заготовки, яка відповідає швидкості колової подачі:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_{3 \text{ кол}}}{\pi \cdot d_3},$$

де d_3 - діаметр заготовки, мм.

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 115,4} = 96,59 \text{ об./хв.}$$

Корегуємо за паспортними даними верстата та встановлюємо дійсну частоту обертання

$$n_{3 \text{ дійсн}} = 100 \text{ об./хв.}$$

Дійсна швидкість руху колової подачі

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 115,4 \cdot 100}{1000} = 36,2 \text{ м/хв.}$$

Поперекова подача круга S_x , мм/хід (у довідника названа глибиною щіфкування t табл.69 [14, с.465]); $S_x = 0,005-0,015$ мм/хід столу. Так як на верстаті 3У131ВМ поперекові подачі регулюються безступінчасто у межах 0,001-0,05 мм/хід, то приймаємо $S_x = 0,01$ мм/хід.

Визначаємо повздовжню подачу на оберт заготовки: $S_o = S_g \cdot B_k$. З табл.69 [14, с.465]. $S_g = 0,16-0,25$, приймаємо $S_g = 0,16$. Тоді, $S_o = 0,16 \cdot 63 = 10,08$ мм/об.

Визначаємо швидкість руху повздовжньої подачі (швидкість повздовжнього ходу столу):

$$V_{\text{спов}} = \frac{S_o \cdot n_3}{1000} = \frac{10,08 \cdot 100}{1000} = 1,008 \text{ м/хв.}$$

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як на верстаті 3У131ВМ передбачено безступінчасте регулювання швидкості повздовжнього ходу столу в межах 0,05-5 м/хв., то приймаємо $V_{\text{спов}} = 1$ м/хв.

Визначаємо потужність, яка витрачається на різання:

$$N_{\text{різ}} = C_N \cdot V_g^r \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot d_3^q$$

Випикуємо з табл.70 [14, с.480] коефіцієнт та показники ступенів формули для колового зовнішнього шліфування з поперековою подачею на кожний хід столу, обробки сталі, зернистості круга 40, твердості СТ1: $C_N = 2,65$; $r = 0,5$; $x = 0,5$; $y = 0,55$; $q = 0$. Тоді:

$$N_{\text{різ}} = 2,65 \cdot 36,2^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 10,08^{0,55} \cdot 115,4^0 = 5,68 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність двигуна шліфувальної бабки. У верстата 3У131ВМ:

$$N_{\text{різ}} = N_M \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}; \quad 5,66 < 6, \text{ тобто обробка можлива.}$$

2.10. Технічне нормування

До основних факторів, які складають технологічний процес, входить час, потрібний на обробку деталей. Він представляє собою технічну норму часу для оплати роботи, для калькуляції вартості виготовлення деталі та для підрахунку необхідної кількості верстатів та робітників у цеху.

Проведемо розрахунок на дві операції: свердлильну 035 та шліфувальну 085.

Свердлильна операція

Технічне нормування часу в умовах серійного виробництва, встановлюється розрахунково-аналітичним методом: розраховується штучний $T_{\text{шт.}}$, підготовче-заклучний $T_{\text{п.з.}}$, штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт.}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n},$$

де $T_{\text{шт.}} = (T_o + T_{\text{доп}}) \cdot 1,1$;

T_o – основний (машинний) час;

$T_{\text{доп}}$ – допоміжний час.

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний машинний час на перехід розраховується за загальною формулою для будь-якої механічної операції:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_x} \cdot i,$$

де L – розрахункова довжина обробки;

S_x – хвилинна подача інструменту, мм/хв.;

i – число проходів, що залежить від припуску на обробку, від глибини різання,

n - число обертів інструменту в хвилину, об./хв.

$$T_o = \frac{60 \cdot 4}{190 \cdot 0,1} = 12,6 \text{ хв.}$$

Допоміжний час $T_{\text{доп}}$ складається з витрат часу на виконання дій основної роботи: установку і зняття деталі з верстата, зміну інструменту, зміну подач, частоти обертання, вмикання і вимикання подачі, контрольні проміри та ін.

$$T_{\text{доп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{вим}} + t_{\text{кер}},$$

$t_{\text{уст}}$ – час на установку і зняття деталі, хв., $t_{\text{уст}} = 0,6$ хв. [9, к.13];

$t_{\text{пер}}$ – час, зв'язаний з переходом, хв., $t_{\text{пер}} = 0,6$ [9, к.29];

$t_{\text{уст.к}}$ – час на установку і зняття кондуктору, хв., $t_{\text{уст.к}} = 2$ хв. [9, к.43];

$t_{\text{вим}}$ – час на вимірювання, хв.;

$t_{\text{кер}}$ – час на керування верстатом, хв.;

Допоміжний час $T_{\text{доп}}$ на операцію складає:

$$T_{\text{доп}} = 0,6 + 2 + 0,6 = 3,21 \text{ хв.}$$

Оперативний час $T_{\text{оп}}$ на операцію:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}} = 12,6 + 3,2 = 15,8 \text{ хв.}$$

Визначимо час на обслуговування робочого місця $T_{\text{обсл}}$:

$T_{\text{обсл}}$ - час на обслуговування робочого місця, хв. $T_{\text{обсл}} = 4\%$; [9, к.30];

$$T_{\text{обсл}} = 15,8 \cdot 0,04 = 0,63 \text{ хв.}$$

Визначимо час на відпочинок та фізичні потреби

$$T_{\text{відп}} = 15,8 \cdot 0,04 = 0,63 \text{ хв.};$$

$T_{\text{відп}}$ – час на відпочинок і природні потреби, хв., 4 % від оперативного часу [9, к.88].

Норма штучного часу визначається за формулою

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{шт.} = T_{оп} \left(1 + \frac{a_{абс} + b_{відп}}{100} \right),$$

де $T_{оп}$ – оперативний час, хв.;

$a_{абс}$ - % часу обслуговування від оперативного;

$b_{відп}$ - % часу відпочинку та фізичних потреб від оперативного,

$$T_{шт.} = 15,8 \left(1 + \frac{4+4}{100} \right) = 17,06 \text{ хв.}$$

Визначимо підготовчо-заключний час $T_{п.з.}$, [9, к.30];

$T_{п.з.}$ – підготовчо-заключний час, хв., $T_{п.з.} = 16 \text{ хв.}$

Шліфувальна операція

Основний час на операцію розраховується за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot h}{n_3 \cdot S_x \cdot S_o} \cdot k = \left(\frac{l_1 \cdot h}{n_3 \cdot S_o \cdot S_x} + \frac{l_2 \cdot h}{n_3 \cdot S_o \cdot S_x} \right) \cdot k = t_{o1} + t_{o2},$$

де L – довжина ходу столу, мм;;

k – коефіцієнт точності;

h – припуск на сторону, мм;

n_3 – частота обертання заготовки, об./хв.;

S_o – повздовжня подача на оберт заготовки, мм/об.;

S_x – поперекова подача круга, мм/хід столу.

Основний час для обробки $\varnothing 100,4_{-0,1}$ до $\varnothing 100Js6$:

$$t_{o1} = \frac{25 \cdot 0,2}{100 \cdot 10,08 \cdot 0,01} \cdot 1,4 = 0,7 \text{ хв.}$$

Основний час для обробки $\varnothing 115,4_{-0,1}$ до $\varnothing 115Js6$:

$$t_{o2} = \frac{30 \cdot 0,2}{100 \cdot 10,08 \cdot 0,01} \cdot 1,4 = 0,84 \text{ хв.}$$

Тоді, основний час на операцію:

$$T_{осн} = 0,7 + 0,84 = 1,54 \text{ хв.}$$

Визначимо допоміжний час на операцію:

– допоміжний час на установку і зняття деталі, хв., $t_{уст} = 0,56 \text{ хв.}$ [9, к.6];

– допоміжний час, пов'язаний з обробкою поверхні, вимірюванням

$$t_{обр.в} = 1,1 \text{ хв.} [9, к.44].$$

Допоміжний час на операцію складає:

$$T_{доп} = 0,65 + 1,1 = 1,75 \text{ хв.}$$

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оперативний час $T_{оп}$ на операцію:

$$T_{оп} = T_o + T_{доп} = 1,54 + 1,75 = 3,29 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{обсл}$:

$$T_{обсл} = 9 \% \text{ від оперативного часу; [9, к.45];}$$

$$T_{обсл} = 3,29 \cdot 0,09 = 0,3 \text{ хв.}$$

Визначимо час на відпочинок та фізичні потреби

$$T_{відп} = 3,29 \cdot 0,04 = 0,13 \text{ хв.};$$

$T_{відп}$ – час на відпочинок і природні потреби, хв., 4 % від оперативного часу [9, к.88].

Норма штучного часу визначається за формулою

$$T_{шт.} = T_{оп} \left(1 + \frac{a_{обс} + b_{відп}}{100} \right),$$

де $T_{оп}$ – оперативний час, хв.;

$a_{обс}$ - % часу обслуговування від оперативного;

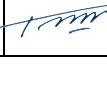
$b_{відп}$ - % часу відпочинку та фізичних потреб від оперативного,

$$T_{шт.} = 3,29 \left(1 + \frac{9+4}{100} \right) = 3,72 \text{ хв.}$$

Визначимо підготовчо-заключний час $T_{п.з.}$, [9, к.45];

$$T_{п.з.} = 17 \text{ хв.}$$

					4267ст3.10.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Конструкторська частина Літ Арк. Аркушів НУК				
Розробив		Кривцун Д.С.							
Перевірив		Новошицький							
Консул.									
Н.контр.		Боду С.Ж.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
					К Р Б 43 13				

3. Конструкторська частина

Виконання операцій технологічного процесу обробки муфти зубчастої редуктора ГТД передбачає застосування спеціальних пристосувань. Використання верстатних пристосувань дозволяє усунути розмічання, вивіряння деталі при встановленні, розширює технологічні можливості устаткування, підвищує точність обробки та продуктивність праці, поліпшує його умови, дозволяє строго регламентувати тривалість виконання операцій, знижує аварійність.

Спроектоване пристосування повинно відповідати ряду вимог:

- бути достатньо жорстким для забезпечення заданої точності обробки;
- бути зручним в роботі та швидкодіючим;
- простим за конструкцією та дешевим у виготовленні;
- доступним для ремонту та зміни зношених частин;
- безпечним в експлуатації.

Вихідними даними при конструюванні пристосування є креслення заготовки та деталі, програма випуску виробів, технологічний процес.

3.1. Опис і розрахунок затискного гідравлічного пристрою

Кріплення деталі на верстаті в пристосуванні проводиться за допомогою гідроциліндру. Пристосування являє собою затискну стійку 1, яка закріплюється на столі верстату. Стійка складається з гідроциліндру 4, в якому переміщується поршень зі штоком 3, прихвату 2, змінних призм 6.

Гідросистема складається з маслобаку з насосом, запобіжного клапану, зворотного клапану, гідрокрану, циліндру та масловоду. Оброблювана деталь встановлюється у призмі. З маслобаку за допомогою насоса масло під тиском подається по маслопроводу до циліндру 4, який вбудовано у стійку 1. Під тиском масла поршень 3 зміщується вліво та під'єднаний до нього прихват 2 затискає деталь.

Простота конструкції пристосування дозволяє підвищити продуктивність процесу затискання та його надійність.

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок точності та зусилля затискання

Точність установки деталі в пристосуванні залежить від кількох факторів:

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_3 + \varepsilon_{\text{пр}},$$

де ε_{δ} - похибка установки;

ε_3 – похибка закріплення;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – похибка виготовлення пристосування;

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot TD \frac{1}{\sin \alpha},$$

де TD – допуск на діаметр поверхні Ø114_{-0,460}; TD = 0,46 мм;

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot 0,46 \frac{1}{\sin 45^{\circ}} = 0,32 \text{ мм};$$

$$\varepsilon_3 = 0,5 \text{ мм}; \quad \varepsilon_{\text{пр}} = 0,5 \text{ мм}.$$

Таким чином, похибка установки дорівнює:

$$\varepsilon_{\text{уст}} = 0,32 + 0,5 + 0,5 = 1,32 \text{ мм}.$$

Умова дотримання точності:

$$\delta \geq \varepsilon_{\text{уст}},$$

де δ – допуск на розмір, $\delta = 1,4$ мм.

Ця умова виконується, бо $1,4 > 1,32$.

Складаємо розрахункову схему пристосування.

$$P_z = \frac{9,4 \cdot 60 \cdot 102}{10,09} = 5700 \text{ Н} = 5,7 \text{ кН}.$$

Визначаємо зусилля закріплення:

$$Q = 2 \cdot 5,3 \cdot \frac{0,23}{0,23} = 10,6 \text{ кН}$$

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

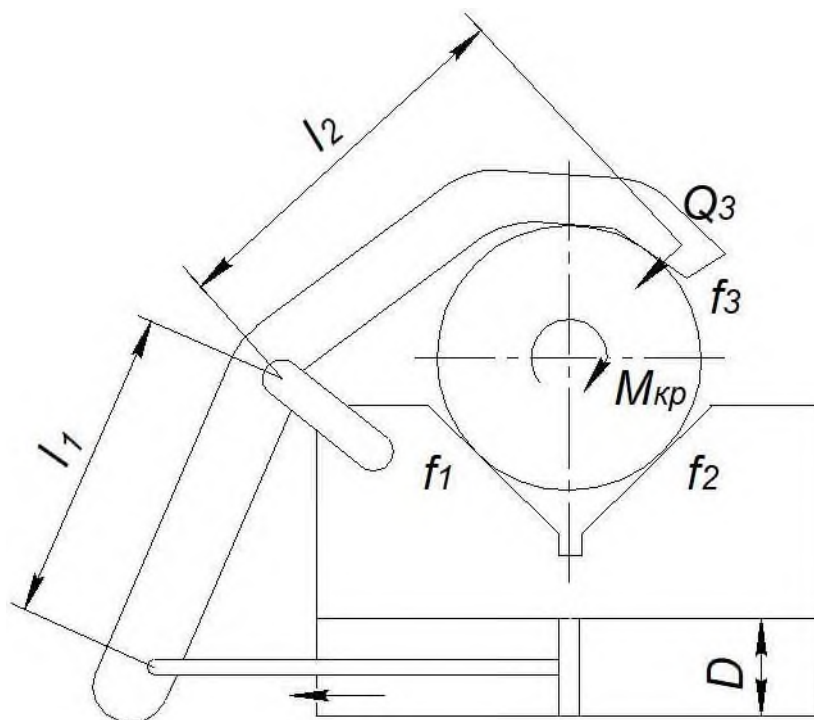


Рис 3.1.

$10,6 \text{ кН} > 5,7 \text{ кН}$, таким чином, обробка можлива.

3.2. Конструкція та принцип дії пристосування для перевірки плями контакту

Пристосування складається з оправки правої 2 та оправки лівої 3, а також кільця притискного 1.

Муфта встановлюється в праву оправку 2 та фіксується гвинтами 5. Спряжувана деталь встановлюється в ліву оправку 3 та притискається кільцем притискним 1 та шпильками 8. Потім шліци муфти уводяться в зачіплювання з шліцами спряжуваної деталі та проводиться перевірка плям контакту на верстаті 5А725, на якому дане пристосування встановлюється за рахунок гвинтів 4.

3.3. Розрахунок та конструювання свердла-зенкер

Вихідні дані: діаметр отвору 20 мм; глибина свердління 30 мм; оброблюваний матеріал - сталь 18Х2Н4МА, верстат свердлильний. Режими різання: подача $S = 0,1 \text{ мм/об.}$, швидкість різання $v = 11,9 \text{ м/хв.}$ Матеріал свердла – швидкоріжуча сталь Р6М5.

					64267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо зусилля, яке на інструмент. Осьова складова сили різання:

$$P_x = 9,81 \cdot C_p \cdot D^{X_p} \cdot S_o^{Y_p} \cdot K_{MP},$$

де C_p , X_p , Y_p – коефіцієнт на відповідні показники ступенів формули

$$C_p = 68; q_p = 1; Y_p = 0,7 \text{ [14, табл.31, с.436]}:$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності [14, табл.21 і 22, с.430]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{75} \right)^{n_p},$$

$$\text{де } n_p = 0,75; \quad K_{MP} = \left(\frac{90}{75} \right)^{0,75} = 1,15.$$

$$\text{В одиницях СВ: } P_o = 9,81 \cdot 68 \cdot 18^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,15 = 2754,9 \text{ Н.}$$

Момент сил опору різанню (обертаючий момент):

$$M_{c.оп.} = 9,81 \cdot C_M \cdot D^{Z_M} \cdot S_o^{Y_M} \cdot K_{MM},$$

C_M , Z_M , Y_M – коефіцієнти та відповідні показники ступенів [14, табл.31, с.436]: $C_M = 0,0345$; $q_p = 2$; $Y_M = 0,8$.

Враховуємо поправочний коефіцієнт K_p [14, табл.21 і 22, с.430]. Цей коефіцієнт вже визначено при підрахунку осьової сили різання: $K_p = K_{MP} = 1,15$.

$$\text{В одиницях СВ: } M = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 18^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,15 = 22,2 \text{ Н·м.}$$

Визначаємо номер конуса Морзе хвостовика.

Осьову складову сили різання P_x можна розкласти на дві сили: Q – діючу нормально до твірної конуса

$$Q = \frac{P_x}{\sin \theta},$$

де θ – кут конусності хвостовика ;

та силу R – діюча у радіальному напрямку та урівноважуючи реакцію на протилежній крапці поверхні конуса.

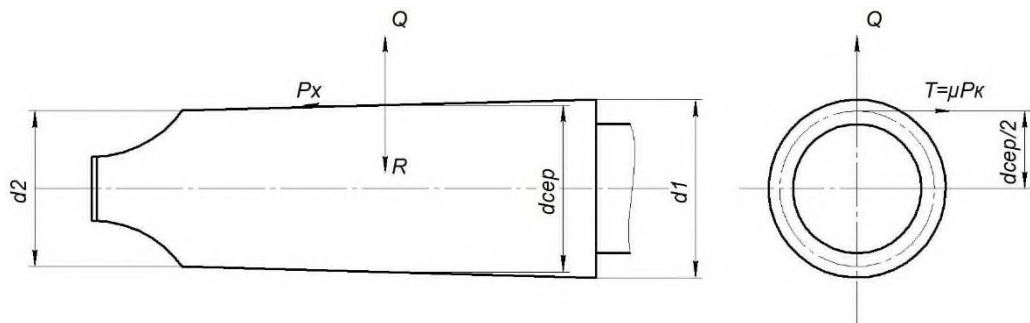


Рис.3.2

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Сила Q утворює дотичну складову T сили різання, з урахуванням коефіцієнту тертя поверхні конуса об стінки втулки μ :

$$T = \mu \cdot Q = \frac{\mu \cdot P_x}{\sin \theta}.$$

Момент тертя між хвостовиком і втулкою:

$$M_{\text{тер}} = \frac{\mu \cdot P_x \cdot (D_1 + d_2)}{4 \cdot \sin \theta} \cdot (1 - 0,04 \Delta \theta)$$

Прирівняємо момент тертя до максимального моменту сил опору різанню, тобто який утворюється при роботі затупілим свердлом; який зростає до 3 разів порівняно з моментом, прийнятим для нормальної праці свердла.

Отож,

$$3 M_{\text{ср}} = M_{\text{тер}} = \frac{\mu \cdot P_x \cdot (D_1 + d_2)}{4 \cdot \sin \theta} \cdot (1 - 0,04 \Delta \theta)$$

Середній діаметр конуса хвостовика

$$d_{\text{ср}} = \frac{D_1 + d_2}{2},$$

або

$$d_{\text{ср}} = \frac{6 \cdot M_{\text{ср}} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_x \cdot (1 - 0,04 \Delta \theta)},$$

де $M_{\text{ср}} \approx 22,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$ ($\approx 2,26 \text{ кгс} / \text{мм}^2$) – момент опору сил різанню, $P_x = 2754,9 \text{ Н}$ ($\approx 280,8 \text{ кгс} / \text{мм}^2$) – осьова складова сили різання;

$\mu = 0,096$ – коефіцієнт тертя сталі по сталі;

θ – кут конусності хвостовика, для більшості конусів Морзе дорівнює ψ приблизно $1^\circ 30'$, $\sin 1^\circ 30' = 0,02618$;

$\Delta \theta = 5'$ – відхилення кута конусу;

$$d_{\text{ср}} = \frac{6 \cdot 22,2 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,096 \cdot 2754,9 (1 - 0,04 \cdot 5)} = 0,01648 \text{ м} = 16,5 \text{ мм}.$$

За табл.62 [14] середній діаметр конуса №2 дорівнює 14, 0 мм; середній діаметр конуса №3 дорівнює 19,1 мм. Отож, приймаємо конус №3 та свердло з підсиленням конусом. Основні розміри конструктивні конусу Морзе №3 з лапкою: $D_1 = 24,1 \text{ мм}$; $D = 23,125 \text{ мм}$; $d_2 = 19,1 \text{ мм}$; $l_3 = 94 \text{ мм}$; $l_4 = 99 \text{ мм}$; $a = 5$; конусність $1:19,222 = 0,05020$ чи кут $\theta = 1^\circ 26' 16''$.

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо геометричні та конструктивні параметри робочої частини свердла. По табл.45 [14, с.152] знаходимо форму заточки ДП (двійна з підточкою перемички). Кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 30^\circ$. Кути між ріжучими крайками: $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ$. Задній кут $\alpha = 12^\circ$. Кут нахилу поперекової крайки $\psi = 55^\circ$. Розміри підточеної частини перемички: $A = 2,0$ мм; $l = 4$ мм. Крок гвинтової канавки:

$$H = \frac{\pi \cdot D}{tg \omega} = \frac{3,14 \cdot 18}{tg 30^\circ} = 97,89 \text{ мм.}$$

Діаметр серцевини d_c у переднього кінця свердла приймаємо $0,14D$. $d_c = 0,14D = 0,14 \cdot 18 = 2,52$ мм. Для забезпечення жорсткості свердла серцевина повинна збільшуватися у напрямку до хвостовика. Стовщення серцевини у напрямку до хвостовика 1,4-1,8 мм на 100 мм довжини робочої частини свердла.

Зворотна конусність свердла на 100 мм – 1, 6 мм.

Ширину стрічки f_0 та висоту затилку по спинці k вибираємо за табл.63 [14]. Відповідно до діаметру свердла $f_0 = 1,2$ мм; $k = 0,6$ мм.

Ширина пера $B = 0,58 = 0,58 \cdot 18 = 10,44$ мм.

Геометричні елементи профілю канавкової фрези для фрезерування канавки. Більший радіус профілю:

$$R_o = C_R \cdot C_r \cdot C_\phi \cdot D,$$

$$\text{де } C_R = \frac{0,026 \cdot 2\varphi \cdot \sqrt[3]{2\varphi}}{\omega} = \frac{0,026 \cdot 118 \cdot \sqrt[3]{118}}{30} = 0,502;$$

$$C_r = \left(\frac{0,14D}{d_c} \right)^{0,044}$$

При відношенні товщини серцевини d_c до діаметру свердла D , яке дорівнює 0,14, $C_r = 1$.

$$C_\phi = \left(\frac{13\sqrt{D}}{D_\phi} \right)^{0,9},$$

де D_ϕ – діаметр фрези.

При $D_\phi = 13\sqrt{D}$ $C_\phi = 1$. Отже, $R_o = 0,502 \cdot 18 = 9,036$ мм.

Менший радіус профілю

$$R_k = C_k \cdot D,$$

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $C_k = 0,015 \omega^{0,75} = 0,015 \cdot 30^{0,75} = 0,192$.

Отож, $R_k = 0,192 \cdot 18 = 3,456$ мм. Ширина профілю $B = R_o + R_k$,

$B = 9,036 + 3,456 = 12,492$ мм.

Діаметр зенкера D_3 приймається рівним діаметру оброблюваного отвору з урахуванням допуску. За ГОСТ 1677-75 приймаємо для зенкера №2: $D = 20^{+0,070}_{+0,020}$.

Визначимо геометричні та конструктивні параметри робочої частини зенкера. За табл.48 [14] задній кут α на задній поверхні леза 10° , передній кут $\gamma = 0^\circ$. Кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 20^\circ$; профіль канавки приймаємо прямолінійним. Крок гвинтової канавки $H = \pi \cdot D \cdot \operatorname{ctg} 20^\circ$; $H = 3,14 \cdot 20 \cdot 2,7474 = 172,5$ мм ≈ 173 мм. Головний кут в плані $\varphi = 60^\circ$. Кут в плані перехідної крайки $\varphi_1 = 30^\circ$.

Конструктивні елементи зенкера приймаємо за ГОСТ 3231-71: довжина робочої частини $l = 60$ мм; довжина заборної частини $l_1 = 1$ мм; довжина шийки $l_2 = 10$ мм.

Кількість канавок $z = 3$.

3.4. Розрахунок та конструювання черв'ячної модульної фрези

Черв'ячні модульні фрези призначені для нарізання прямозубих, косозубих та шевронних циліндричних зубчастих колес, а також для обробки черв'ячних колес.

Початкові дані:

$m = 5$ мм; $\alpha = 20^\circ$, клас точності - АА.

Розрахунок лінійних розмірів профілю зубів черв'ячної фрези у нормальному розрізі.

Крок зубів в нормальному розрізі визначається за формулою

$$P_{no} = P_t = \pi m = 3,14 \cdot 5 = 15,708 \text{ мм.}$$

Товщина зуба в нормальному розрізі на ділильній прямій S_{no} (без урахування радіального зазору та припуску під наступну обробку):

для чистових фрез = - ширина впадини нарізаного колеса

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{no} = P_{no} - S_t = \pi m - \frac{\pi \cdot m}{2} = \frac{3,14 \cdot 5}{2} = 7,854 \text{ мм.}$$

Товщина зуба червячної фрези в нормальному розрізі на ділильній прямій для нарізання коліс зі зменшеною товщиною зуба визначається за формулою:

$$S_{no} = (\pi \cdot m)/2 + \Delta S_{no};$$

де ΔS_{no} - стовщення зубів черв'ячних фрез; для фрез з модулем $m = 5 \text{ мм}$
 $\Delta S_{no} = 0,175 \text{ мм}$

$$S_{no} = \frac{3,14 \cdot 5}{2} + 0,175 = 8,029 \text{ мм.}$$

Висота головки зуба фрези визначається за формулою:

$$h_{ao} = (h_a^* + c^*) \cdot m,$$

де h_a^* - коефіцієнт висоти головки, $h_a^* = 1,0$ [17, табл.13.7];

c^* - коефіцієнт радіального зазору, для фрез з $m > 1 \text{ мм}$ $c^* = 0,25$.

Тоді

$$h_{ao} = 1,25 \cdot 5 = 6,25 \text{ мм.}$$

Висота ніжки зуба

$$h_{fo} = h_{ao} + c,$$

де коефіцієнт $c = c^* \cdot m = 0,25 \cdot 5 = 1,25 \text{ мм}$;

$$h_{fo} = 6,25 + 1,25 = 7,5 \text{ мм.}$$

Висота зуба фрези

$$h_o = h_{ao} + h_{fo} = 6,25 + 7,5 = 13,75 \text{ мм.}$$

Радіус заокруглення головки зуба фрези

$$\rho_{ao} = (0,35-0,4) \cdot m = 0,4 \cdot 5 = 2 \text{ мм.}$$

Радіус округлення ножки зуба фрези

$$\rho_{fo} = (0,2 - 0,3) \cdot m = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ мм.}$$

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Товщина зуба на верхівці фрези

$$S_{na} = S_{no} - 2h_{ao} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 8,029 - 2 \cdot 6,25 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 3,48 \text{ мм.}$$

Ширина западини між зубцями фрези

$$S_{nb} = P_{no} - (S_{no} + 2h_{fo} \operatorname{tg} \alpha) = 15,708 - (8,029 + 2 \cdot 7,5 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ) = 3,48 \text{ мм.}$$

Визначення конструктивних розмірів фрези

Число заходів $Z_{3ax} = 1$.

Кут підйому гвинтової лінії черв'ячної нарізки (витків) по ділильному (середньому) циліндру γ_{mo} впливає на точність нарізання зубчатих коліс, так як фреза чистова класу точності АА, $\gamma_{mo} = 3^\circ$.

Напрямок гвинтової лінії – правий.

Орієнтовний зовнішній діаметр черв'ячної модульної фрези визначаємо за формулою

$$d_{ao} = m \left[\frac{Z_{3ax}}{\sin \gamma_{mo}} + 2(h_a^* + c^*) \right] = 5 \left[\frac{1}{\sin 3^\circ} + 2(1 + 0,25) \right] = 108 \text{ мм.}$$

Округливши розмір у більшу сторону до величини, яка кратна п'яти, отримаємо остаточний розмір зовнішнього діаметру $d_{ao} = 110 \text{ мм}$.

Орієнтовно число зубців фрези $Z_{\text{ч}}$ в торцевому розрізі для черв'ячних модульних фрез визначається за формулою:

$$Z_{\text{ч}} \approx b \frac{360^\circ}{\arccos \frac{d_{ao} - 2h_o'}{d_{ao}}}$$

де b – коефіцієнт, який враховує вид обробки, для чистових фрез $b = 1,3$;

$$Z_{\text{ч}} \approx 1,3 \frac{360^\circ}{\arccos \frac{110 - 2 \cdot 13,75}{110}} = 11,3.$$

Приймаємо згідно з ГОСТ 9324-80 $Z_{\text{ч}} = 12$.

Величин спаду кулачку для затилування K (падіння затилку) зубців черв'ячної фрези визначимо за формулою:

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{\pi \cdot d_{ao}}{Z_q} \cdot \operatorname{tg} \alpha_\beta,$$

де α_β – задній кут на верхівці зубців ($\alpha_\beta = 9-12$ для чистових фрез).

Приймаємо $\alpha_\beta = 10^\circ$. Тоді

$$K = \frac{3,14 \cdot 110}{12} \cdot \operatorname{tg} 10^\circ = 5 \text{ мм.}$$

Величина спаду кулачку для утворення другого затилку лежить в межах:

$$K_1 = (1,2-1,4) \cdot K = 1,4 \cdot 5 = 7 \text{ мм.}$$

Глибина стружкової канавки для черв'ячних фрез зі шліфованим профілем визначається за формулою:

$$H = h_o + (K + K_1)/2 + r_k + (0,5-1,0),$$

де r_k - радіус заокруглення дна стружкової канавки, $r_k = 2$ мм.

$$H = 13,75 + (5 + 7)/2 + 2 + 0,5 = 22,25 \text{ мм.}$$

Кут западини стружкової канавки з конструктивних технологічних міркувань приймають рівним одному з численних значень ряду: 22° , 25° , 30° .
Приймаємо $\varepsilon = 25^\circ$.

Кількість зубців фрези у торцевому розрізі Z_q остаточно встановлюється на підставі графічного будування профілю зубців фрези в торцевому розрізі за наступними даними: d_{ao} , H , h_o , K , K_1 , ε і r_k (див.рис.3.3).

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

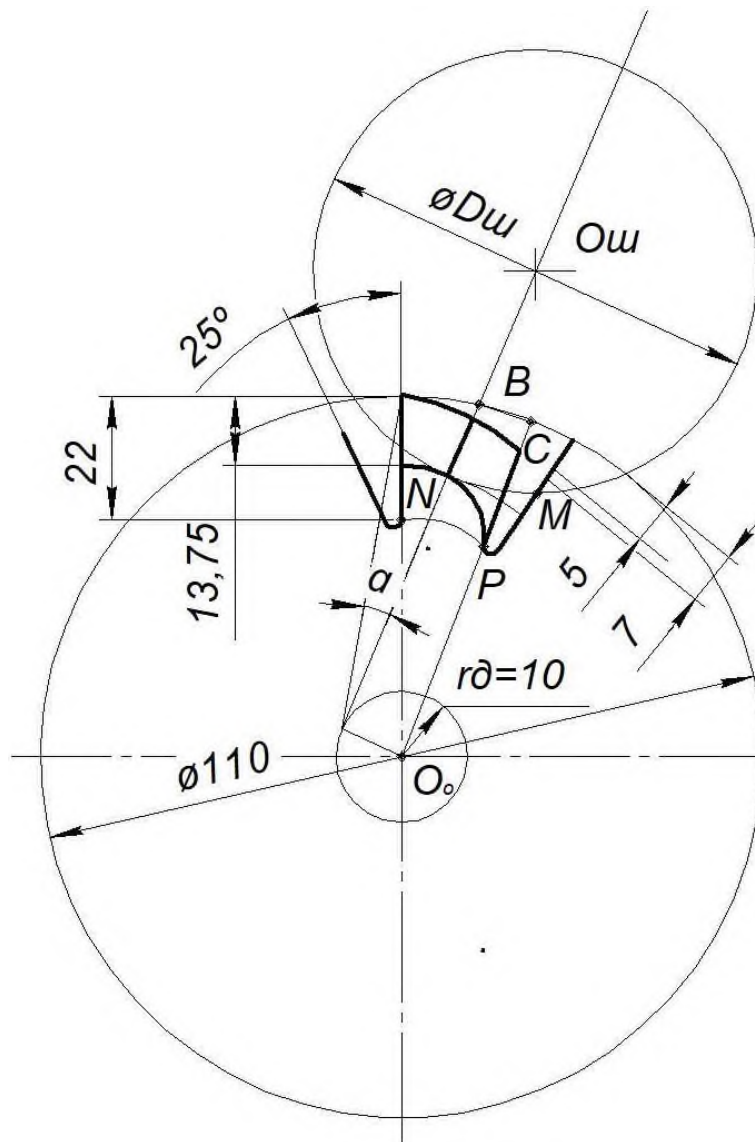


Рис.3.3. Графічний розрахунок для визначення остаточної кількості зубців фрези

Радіус допоміжного кола визначається за формулою:

$$r_{\text{доп}} = 0,5 \cdot d_{\text{ао}} \cdot \sin \alpha_{\text{в}} = 0,5 \cdot 110 \cdot \sin 10^\circ = 10 \text{ мм.}$$

Мінімальний діаметр шліфувального круга:

$$D_{\text{кр}} = 2 h_0 + 2P + d_0,$$

$$D_{\text{кр}} = 80 \text{ мм.}$$

При графічному будіванні для остаточного визначення числа зубців фрези у торцевому розрізі необхідно виконати наступні вимоги:

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- довжина зубу фрези повинна бути не менш $(0,5-0,75)H$, тобто $\underline{NP (0,5-0,75)H}$;

- довжина шліфованої частини $l_{ш}$ повинна складати не менш $2/3$ довжини зубу по зовнішньому діаметру фрези;
- шліфувальний круг в кінцевому положенні при шліфуванні задньої поверхні не повинен врізуватися у наступний зуб фрези.

При шліфуванні бічної поверхні зубу необхідно, щоб крапка М, належала поверхні наступного зубу, лежала за межами шліфувального круга діаметром $D_{ш}$.

Розрахунковий діаметр ділильного кола

$$d_{mo} = d_{ao} - 2 \cdot h_{ao} - 0,5 \cdot K = 110 - 2 \cdot 6,25 - 0,5 \cdot 5 = 95,5 \text{ мм.}$$

16. Розрахунковий кут підйому гвинтової лінії черв'ячної нарізки (витків) по ділильному (середньому) циліндру:

$$\sin \gamma_{mo} = (m \cdot Z_{3ax})/d_{mo} = 5,1/95,5;$$

$$\gamma_{mo} = 3^{\circ}0'32''.$$

$$\text{Кут нахилу } \lambda_{mo} = \gamma_{mo} = 3^{\circ}0'32''.$$

Довжина нарізаної частини фрези α_1 визначається за формулою:

$$\alpha_1 = 2 \sqrt{(d_{ao} - h_o) + 2S_{xo} + (2 - 3)P_{xo}},$$

де S_{xo} – товщина зубу в осьовому розрізі по ділильному циліндру

$$S_{xo} = \frac{S_{no}}{\cos \gamma_{mo}} = \frac{8,029}{\cos 3^{\circ}0'32''} = 7,865 \text{ мм.}$$

P_{xo} – осьовий крок фрези;

$$P_{xo} = \frac{P_{no}}{\cos \gamma_{mo}} = \frac{\pi \cdot m}{\cos \gamma_{mo}} = \frac{3,14}{\cos 3^{\circ}0'32''} = 15,729 \text{ мм.}$$

Тоді

$$\alpha_1 = 2 \sqrt{(110 - 13,75) \cdot 13,75 + 2 \cdot 7,765 + 2 \cdot 15,729} = 120 \text{ мм.}$$

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна довжина фрези

$$L = L_1 + 2l_1,$$

де l_1 - довжина буртиків фрези, $l_1 = 2-5$ мм

$$L = 120 + 2 \cdot 5 = 130 \text{ мм.}$$

Діаметр буртиків

$$d_1 = d_{ao} - 2H - (3-5) \text{ мм}$$

$$d_1 = 110 - 2 \cdot 22 - 2 = 62 \text{ мм.}$$

Забірний конус

$$L_k = 31,458 \text{ мм}$$

$$\text{Кут конуса } 2\phi_k = 20^\circ.$$

Крок гвинтових стружкових канавок

$$P_k = (\pi \cdot d_{mo}) / \operatorname{tg} \lambda_{mo} = (3,14 \cdot 92,41) / \operatorname{tg} 3^\circ 0' 32'' = 5,722 \text{ мм.}$$

Визначаємо діаметр посадочного отвору фрези:

$$d = (0,2 - 0,45)d_{ao}$$

$$d = 0,3 \cdot 110 = 33 \text{ мм;}$$

Приймаємо за ГОСТ 9472-70 $d = 36$ мм.

Обраний діаметр посадочного отвору перевіряємо на виконання вимоги:

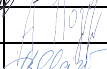
$$0,5 d_{ao} - H - (t_1 - d / 2) \geq 0,3d;$$

$$0,5 \cdot 110 - 22 - (38,8 - 36/2) = 12,2$$

$$0,3d = 0,3 \cdot 36 = 10,8$$

$$12,2 > 10,8.$$

					4267ст3.10.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці та навколишнього середовища			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Кривцун Д.С.						К	Р	Б	57	12
Перевірив		Новошицький						НУК				
Консул.		Познанський АС										
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

4. Охорона праці

Вступ

Охорона праці – це система законодавчих, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, які забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працеспроможності людини в процесі праці.

Повністю безпечних та безшкідливих виробництв не існує. Задача охорони праці – звести до мінімальної імовірності ураження чи захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Небезпечним виробничим фактором називається такий виробничий фактор, вплив якого на працюючого в визначених умовах призводить до травмування або до іншого раптового погіршення здоров'я.

Шкідливим виробничим фактором називається такий виробничий фактор, вплив якого на працюючого в визначених умовах призводить до захворювання та зниження працездатності.

У комплекс засобів з охорони праці входять: заходи з техніки безпеки; комплекс організаційно- технічних заходів, які запобігають впливу на людину шкідливих і небезпечних виробничих факторів; заходи по забезпеченню виробничої санітарії, системи санітарно-технічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів, які запобігають впливу небезпечних і шкідливих факторів, забезпечення пожежною та вибуховою безпечністю; система організаційно-технічних засобів, спрямованих на профілактику, сигналізацію та запобігання пожеж.

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на ділянці

Механічне обладнання ділянки з виготовлення муфт має ряд недоліків, які мають з себе небезпеку для працюючих. До них відносяться: відкритий

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочий інструмент, не захищена зона обробки, відсутність огорожі понад рухомих частин обладнання.

При роботі на механічному обладнанні нещасні випадки відбуваються від взаємодії людини з рухомими частинами обладнання - столами, інструментом, а також від влучення у нього відлітаючих із робочої зони відходів матеріалу при обробці.

Щоб запобігти нещасному випадку, небезпечні зони необхідно огорожувати. Також огорожуються робочі площадки, розташовані на висоті. При цьому огорожа не повинна знижати продуктивність обладнання.

Відлітаюча з робочої зони стружка, а також влучаючі у повітряну середу мастильні а охолоджуючі рідини створюють небезпеку травматизму і отруєння шкідливими речовинами. Доцільно застосовувати захисні екрани, ізолюючі робітника від небезпечної зони, а також уловлювачами для відходів.

Для знищення із повітря різних шкідливих для здоров'я людини газів, встановлюються вентиляційні насоси.

Пил при роботі на механічному обладнанні працівник може отримати не тільки травму. Існують різного роду професійні захворювання, виникаючі у людей, працюючих з механізмами підвищеної шумності і вібрації.

Під дією тривалого голосного шуму гострота слуху знижується. Таке тимчасове зниження слухової чутливості (адаптації слуху) уявляє з себе захисну реакцію організму. Наступаючі слідом за адаптацією слухове та загальна втома є першим симптомом патологічного процесу, який поступово розвивається в глухість, а іноді у полу глухоту.

Дія шуму на організм людини не обмежується тільки ураженням слуху. Через центральну нервову систему органи слуху зв'язані з іншими органами. Інтенсивний шум впливає, у першу чергу, на центральну нервову систему, що веде до порушення її регульованої функції. Під впливом сильного шуму (90-100 дБ) притуплюється гострість зору, з'являються головні болі та головокружіння, зростає кров'яний тиск.

Сукупність небажаних змін, які з'являються під впливом шуму в організмі людини, можна розглядати, як шумову хворобу.

					64267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В виробничих умовах інтенсивний шум робить нерозбірливими мову і звукові сигнали, що робить важким спілкування між робітниками, негативно впливає на їх психіку і руйнує умови безпеки праці. Виникаюча від шуму втома послаблює увагу і уповільнює психічні реакції, що призводить до збільшення браку та травматизму. Шум високих рівнів знижує продуктивність праці на 15-20 %.

Гранично допустимий рівень шуму в виробничих приміщеннях за ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки» і «Санітарними нормами припустимого шуму» СНіП 3077-84 складає 85 дБ.

Загальні вібрації з частотою лінії 0,7 Гц не приводять до вібраційної хвороби. Нормовані величини рівнів вібрації на робочих місцях задані з урахуванням взаємодії вібрації впродовж усього робочого дня, середньоквадратичне значення віброшвидкості 2 мм/с, рівень коливальної швидкості 92 дБ.

Джерелами вібрації і шуму на проектованій ділянці є елементи конструкцій верстатів: шліцові з'єднання, кулачкові муфти, гідравлічні системи, електродвигуни, також можуть сприяти цим явищам і не вірно підібрані амортизатори при монтажі обладнання.

Основними шляхами зниження вібрації і шуму є використання малошумних зубчастих передач і електродвигунів, високоякісних підшипників. Використання раціональних конструкцій ріжучого інструменту і приладів, жорсткість їх закріплення.

Більшість з розповсюджених небезпечних а шкідливих факторів, виникаючих у виробничих умовах, сприймаються органами чуття людини, тому їх легше виявити і запобігти заходів до попередження шкідливих наслідків. Однак, деякі з них не можуть бути виявлені, і це збільшує небезпеку ураження електричним струмом у випадку переходу напруги на частини обладнання. Тому на проектованій ділянці передбачається захисне заземлення. Необхідне за правилами улаштування електропристроїв допустимий опір заземлюючого пристрою для установок до 1000В $R_z = 4 \text{ Ом}$.

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Посібником для робочих по безпечним заходам праці і методам виконання конкретних робіт служать інструкції з техніки безпеки і виробничої санітарії.

Мікроклімат на виробничій дільниці виявляється температурою повітря t° , відносною вологістю 4 %, швидкістю руху повітря на робочому місці v м/с, барометричним тиском P , Па.

Людина постійно знаходиться у процесі теплової взаємодії з навколишнім середовищем. Для теплового самопочуття людини важливе повне сполучення температури, вологості і швидкості руху повітря. Вологість повітря має великий вплив на терморегуляцію людини; нормальна величина відносної вологості складає 30-60 %. Відповідно до санітарних норм ГОСТ 12.1.005-88 на проєктованій дільниці для праці середньої важкості в приміщенні з незначними надлишками явної теплоти в холодну пору року припустимими параметрами метеоумов є: $t = 17-22^{\circ}\text{C}$; ϕ не більш 75 %; v не більш 0,3 м/с;

- у теплу пору року:
- $t = 23-26^{\circ}\text{C}$; ϕ не більш 60 %; v не більш 0,5 м/с.

Запобігання дії шуму на персонал дільниці механічного цеху

Так як проєктована дільниця є дільницею механічної обробки деталей, то на ній переважними є механічні шуми. Це шуми, які виникають від рухомих частин механічного обладнання.

Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 при розробці технологічних процесів, експлуатації обладнання у виробничих спорудах, а також при організації робочих місць слід приймати усі необхідні заходи по зниженню, діючого на людину, до значень, допустимих санітарними нормами. Для цього використовують методи колективного захисту (ГОСТ 12.1.029-80). До засобів і методів колективного захисту відносяться: технічні засоби боротьби з шумом; будівельно-акустичні засоби; використання дистанційного керування шумними машинами, організаційні заходи.

До засобів індивідуального захисту за ГОСТ 12.4.051-87 відносяться: протишумові навушники, протишумові укладки, шоломи і каски, протишумові костюми.

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

У боротьбі із виробничим шумом використовують, неважаючи засобів індивідуального захисту, два основні методи: зменшення шуму в джерелі його виникнення; послаблення шуму на шляху його розповсюдження.

Перший метод є найбільш радикальним. Його можна здійснити за рахунок удосконалення технологічних операцій і використаного обладнання.

При конструюванні нових чи механізації існуючих типів обладнання, слід по можливості передбачити такі заходи зі зниженню шуму у джерелі: заміну зворотно-поступового руху деталей обертальним; використання косозубих і шевронних шестерень замість прямозубих, що знижує шум на 5 дБ; використання кліноременевих передач замість зубчастих і ланцюжних (заміна зубчастої передачі на кліноременеву знижує шум на 10-15 дБ); заміну підшипників кочення підшипниками ковзання. Що дає зниження шуму на 10-15 дБ; впровадження примусового змащення в'язкими мастилами тертивих поверхонь сполучних деталей; наявність в конструкціях обладнання і технологічної оснастки еластичних прокладок, спричиняючи послаблення шуму.

Зниження механічного шуму безпосередньо в джерелі досягається виготовленням деталей і вузлів обладнання із «незвучних» конструкційних матеріалів, які затрудняють виникнення і розповсюдження ударних шумів. До числа таких матеріалів відносяться деякі пластмаси (капрон, текстоліт, карболіт, склопластики та ін.), а також метали і сплави, хроміста сталь та ін.

Шум, видаваний соударяючимися чи тручимися поверхнями деталей, можна знизити, комбінуючи їх матеріал. Велике значення для зниження шуму має якісне виготовлення деталей і вузлів машин, ретельна статична і динамічна балансування обертаючихся деталей, складання і монтаж обладнання, його вірна експлуатація і сучасний ремонт. У випадку незадовільного технічного стану обладнання рівень шуму, який воно видає, може збільшуватися на 10 дБ.

Зазначені способи зменшення шуму у самому джерелі його виникнення відносяться до активних методів шумозаглушення, підлягаючим реалізації головним чином при розробці нових технологічних процесів і конструкцій машин і механізмів. Однак, в існуючих умовах ці методи у багатьох випадках

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

по тим чи іншим причинам застосовувати не вдається чи їх ефективність виявляється недостатньою для зниження шуму до потрібного рівня. Тоді, доводиться вживати пасивне шумозаглушення – послаблення шуму на шляху його розповсюдження, яке досягається будівельно-акустичними методами і здійснюється у двох напрямках:

- раціональне планування діляниць і цехів, а також раціональне розміщення обладнання;
- акустична обробка приміщень, звукоізоляція, екранування джерел шуму, шумозаглушення.

Для ослаблення шуму від внутріцехового транспорту слід рельсові шляхи вкладати на пружну віброізолюючу основу, а стики рельсів зварювати.

Для зниження шуму у цехах та інших виробничих приміщеннях широке використання знаходить так звана акустична обробка приміщень, основана на використанні явищ поглинання повітряного звуку волокнисто-шпаристими матеріалами. Акустична обробка приміщень заключається у розміщенні на стінах та стелях звукопоглинаючих облицювань, а також установка в приміщеннях звукопоглинаючих конструкцій – кулісних і штучних звукопоглиначів.

До числа спеціальних звукоізолюючих конструкцій, призначених для зниження шуму у тому ж приміщенні, де знаходиться його джерело, відносяться кожухи, кабінки, спостереження і дистанційного управління, бокси для особливо шумного обладнання. Кожух повинен укривати машину чи вузол з усіх боків, без яких то отворів і щілей, різко знижуючих звукоізолюючу здібність. У той же час кожух повинен закривати обладнання і не повинен затрудняти обслуговування машин і спостереження за ходом технологічного процесу, для чого у його конструкцій необхідно передбачати оглядові вікна, дверцята, які відчиняються, внутрішнє освітлення, вентиляційні прилади. Щоб запобігти зростання рівня шуму під кожухом, стінки його внутрішнього боку слід вкрити звукопоглинаючим матеріалом. Застосування звукопоглинаючих кожухів дозволяє знизити шум на 15-20 дБ.

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо застосування звукоізолюючих кожухів і кабін неможливо чи недоцільно, звертаються до екранізування джерела шуму, який полягає в установці між джерелом шуму і робочим місцем звуковідображувального екрану. Екран уявляє собою перешкоду обмежених розмірів, знижуючи рівень прямого звуку від джерела шуму за рахунок виникнення акустичної тіні. Акустичні екрани виготовляють частіше усього з жорсткого листового металу. Лінійні розміри екрана повинні перебільшувати розміри джерела шуму., як найменш у 3 рази. Для збільшення ефективності екран з боку, повернутого до джерела шуму, а також стелю приміщення над екраном обліцовують звукопоглинаючим матеріалом з товщиною шару не менш 50-60 мм. Акустичні екрани і огорожі знижують шум на 5-10 дБ. Їх ефективність тим вище, чим більше їх розміри (особливо висота) і чим менше відстань від джерела шуму до екрануємого робочого місця.

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

4.2. Охорона навколишнього середовища

Захист навколишнього середовища – це комплексна проблема, яка потребує зусиль вчених багатьох спеціальностей. Найбільш активною формою захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу викидів промислових підприємств є повний перехід до безвідходного та маловідходного виробництва. Це потребує рішення цілого комплексу складних технологічних, конструкторських та організаційних задач, оснований на використанні новітніх науково-технічних досягнень. Важливим напрямком екологізації промислового виробництва є: удосконалення технологічних процесів і розробка нового обладнання з меншим рівнем викидів домішок і відходів в навколишнє середовище, екологічна експертиза усіх видів виробництв і промислової продукції; заміна токсичних речовин нетоксичними.

В результаті росту виробництва концентрація вуглекислого газу в атмосфері збільшилось на 5-6 %, значно виросло заповнювання міст, в повітрі з'явилося багато отруйних речовин, які з'являються за виною виробників.

Складна екологічна обстановка потребує конкретних змін відношення до питань, зв'язаних з навколишнім середовищем і раціональним використанням природних ресурсів. Це задачі великої економічної і соціальної значимості, так як мова йде о здоров'ї людини і раціональному використанні природних ресурсів. Усі ці задачі знайшли відображення у земельному, водному, гірському і лісному законодавствах.

Забруднення навколишнього середовища відбувається різними шляхами: механічним, хімічним, біологічним, фізичним. Тому охорона навколишнього середовища перетворюється в глобальну проблему, виявляє собою комплекс заходів з захисту, персональному використанню і відновленню живої та неживої природи. У зв'язку з чим виникають як міжнародні організації і проекти, так і суспільні, які призивають роздроблювати і координувати дії держави з охорони навколишнього середовища.

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.1. Заходи з охорони навколишнього середовища

Машинобудівне виробництво відрізняється різноманітністю створених їм забруднень.

Забруднення повітряної середи

Машинобудівне обладнання в процесі обробки викидає у повітряний басейн пил різного хімічного і гранулометричного складу, аерозолі олій і емульсій, випарювання олій, ЗОР. Вміст шкідливих газів, парів, пилу в повітрі робочої зони не повинно перевищувати ПДК за ГОСТ 12.1.005-88.

Для нормалізації повітряного середовища на ділянці використовують місцеві відсмоктувачі прилади зі спеціальними насадками, які розміщують у місцях інтенсивного виділення шкідливих речовин. Необхідно здійснювати ландшафтну реконструкцію земельних насаджень з посадкою квітів, кустів і посівом газонних трав.

Забруднення водного середовища

Необхідну для технологічних потреб чисту холодну прісну воду підприємства скидають у навколишні їх водойми. Машинобудівні підприємства, у більшості, забруднюють воду механічними зависями, піском, металічною стружкою, мінеральними маслами, ЗОР.

Забруднення вод нафтопродуктами відбувається в результаті зливу миючих розчинів і емульсій. Широке використання води для охолодження машин, генераторів, різних теплових установок призводить до підвищення температури стічних вод. В результаті гідросфера піддається інтенсивному тепловому забрудненню. Очистка промислових стічних вод відбувається до концентрації, відповідно до «Правил охорони поверхні вод від забруднення стічними водами» і вимогам СНіП II-32-89. Очисні споруди промислових стоків призначені для прийому, очистки і знешкодження хімічно забруднених стоків, а також зневоднення осаду, який виникає при освітленні стоків перед викидом їх до господарчо-побутової каналізації.

Відпрацьовані ЗОР необхідно збирати у спеціальні ємності. Водну і масляну фазу можна використати у якості компонентів для приготування емульсій. Масляна фаза емульсій може поступити на регенерацію чи

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спалюється. Концентрація нафтопродуктів у стічних водах при скиданні їх в каналізацію повинна відповідати вимогам СНіП 32-89. Водну фазу ЗОР очищують до предельноприпустимої концентрації чи розбавляють до припустимого вмісту нафтопродуктів і зливають в каналізацію.

Шумові забруднення

Шумові забруднення від машинобудівного виробництва по рівню перевищує багато інших галузей промисловості. Основним джерелом шуму при роботі машинобудівного обладнання є елементи приводів (ЕД, підшипники), особливо при наявності зносу, а також процес різання і вібрація технологічної системи. Рівні шуму знаходяться у межах 85-100 дБ. Спектр шуму середньо- і низькочастотний. Найбільш високі рівні шуму зареєстровані при роботі крупних токарних, фрезерувальних, шліфувальних верстатів. Допоміжним джерелом шуму служать ручні і пневматичні прилади (88-118 дБ). До джерела аеродинамічних шумів відносяться вентиляційні системи.

Для зменшення шумового забруднення необхідно проводити вчасний огляд і ремонт обладнання, застосовувати балансування крутих елементів машин, звукоізоляцію вентиляційних систем.

Методи нейтралізації ЗОР

Методи нейтралізації ЗОР укладаються в:

- механічної очистки, призначеної для видалення частин;
- відокремлювання масла;
- нейтралізації звільненої від масла води.

Антисептичний захист потребується тільки для ЗОР, в склад яких входить вода в сполученні з продуктами нафтохімічної переробки. Загальним недоліком охолоджуючих рідин незалежно від їх складу є швидка втрата експлуатаційних якостей в результаті накопичування механічних домішок і мастильних масел.

Механічні домішки в ЗОР за їх властивостями можна підрозділити на магнітні і немагнітні. Це визначає вибір методів очистки ЗОР. Незалежно від власивостей домішок будь-який прилад повинен забезпечувати повне відокремлювання твердих частин, розміри яких перевищують задане

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

мінімальне значення, гарантувати необхідну ступінь очистки і обладати певною пропускною здібністю.

Очищену від механічних домішок ЗОР необхідно періодично перевіряти на вміст компонентів і призводити відповідну коректировку. Очистка ЗОР підвищує якість обробки, стійкість інструменту, строк служби, насосів, скорочує витрати ЗОР, дозволяє утилізувати гостродефіцитні матеріали - вольфрам, кобальт. Якість очистки оцінюється найбільшими розмірами частиць механічних домішок в ЗОР і їх допустимим масовим вмістом.

ЗОР на основі емульсола

Старіння водоемульсійних ЗОР при їх тривалій експлуатації відбувається у наслідок накопичування мастильних масел, що призводить до загущення емульсії і виникненню кислих і основних мил, бікарбонату натрія, негативний вплив яких проявляються у підвищенні кородуючої дії ЗОР.

Регенерація обробленої емульсії поділяється на два етапи:

- відокремлювання масла;
- регенерація.

Емульсію, яка загустіє, зливають у відстойник, де витримують впродовж доби. Підігрів емульсій до 30-50 °С сприяє більш інтенсивному процесу отстоювання. Масло, що спливає відокремлюють, а емульсію змішують зі свіжевиготовленою у відношенні 1:1 і використовують знову.

Появлення слабкого запаху сероводороду і його з'єднань свідчить про те, що емульсія починає гнити. Такий продукт до подальшої роботи непридатен, і його слід утилізувати. Зіпсовану емульсію зливають у ємність і при безперевному змішуванні додають розраховану кількість соляної кислоти чи повареної солі. При цьому відбувається повне розкладання емульсії. Мінеральне мастило впливає, його збирають і здають перероблюючим організаціям, нейтралізовану кислотою воду зливають в каналізацію.

Сульфофрезол

Ознаками вироблення сульфофрезолу є:

- зменшення сіри, що призводить до погіршення експлуатаційних якостей, а на верстатах накопичуються важковиділяємі смолисті випадки;

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- загущення за рахунок накопичування мастильних масел і випарювання керосину.

Щоб запобігти повного вироблення сульфофрезолу і необхідності передчасної заміни слід систематично регенерувати продукт і частину його замінити свіжевикотвореним.

Для збирання відробленого сульфофрезолу всю стружку з верстатів дроблять і збирають у спеціальну ємність, яка наділена зливним патрубком. Зтікая зі стружки сульфофрезол потрапляє в маслзбірник, у нижній частині якого прокладені труби парового опалення чи обігрівачі будь-яким з освоєних методів (крім відкритого вогню і електронагрівальних приладів з відкритою спіраллю). Розчин нагрівають до 90 °С і відстоюють впродовж 4 години. Після зливу відстоюваної води, масла і механічних домішок призводиться нейтралізація сульфофрезолу 3-4 % розчином лугу. Луг необхідно додавати дуже обережно, не допускаючи дуже обережно, не допускаючи надлишку, так як це призводить до виникнення емульсій, переросходу води і надлишковим втратам сульфофрезолу.

В цілому можна затверджувати, що повністю виключити вплив сучасного промислового виробництва будь-якого типу неможливо. Але можливо істотно знизити ці впливи, не дивлячись на високий рівень матеріальних витрат, так як відновлення навколишнього середовища. У первісному вигляді в майбутньому призводить за собою несумірно великі втрати.

					4267ст3.10.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Висновки

Бакалаврська робота на тему «Проектування технології виготовлення муфти зубчастої ($m = 5 \text{ мм}$; $z = 56$)» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД.

Аналіз технологічних вимог креслення дозволяє зробити висновок, що розміри на поверхні деталі мають відповідно оптимальні точність та шорсткість, конструктивно та технологічно обгрунтовані та відповідають вимогам технологічності та функціональному призначенню деталі в вузлі. Заготовка для виготовлення муфти приймається близькою за формою та розмірами до готової продукції.

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

В бакалаврській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: опис і розрахунок затискного гідравлічного пристрою, конструкція та принцип дії пристосування для перевірки плями контакту, розрахунок і конструювання свердла-зенкер, розрахунок та конструювання черв'ячної модульної фрези.

Наведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на дільниці, аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля та розглянуті заходи з охорони навколишнього середовища.

Література

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування Проектування та виробництво заготовок. - Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
2. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. - Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
3. Горбатюк Є.О., Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
4. 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. -
5. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
6. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. - Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
7. 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. –
8. 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.
9. 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.
10. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг.редк.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					71

11. Руденко П.О., Харламов Ю.А. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – Навчальний посібник. Під ред. В.М.Плескача. – Київ, Вища школа, 1991. – 247 с.

12. Соловійов С.М., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Бобошко В.О., Козленко О.О. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навчальний посібник. Під заг.ред. проф. С.М.Соловійова. – Миколаїв, НУК, 2016. – 172 с.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. Хлопенко Б.К., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Козленко О.О. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей. – Навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2003. – 56 с.

17. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування. – Навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

						Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		