

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

стойки редуктора ($\varnothing 370$ мм; $L = 281,7$ мм)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 4267ст3



Коваленко О.А.
(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 _____ Коваленко Олександр Анатолійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Проектування технології виготовлення стойки редуктора (Ø370 мм; L = 281,7 мм)“

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 та аналіз технологічності деталі.

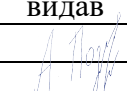
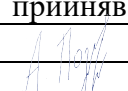
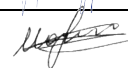
2) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

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

4) Охорона праці та навколишнього середовища: Розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці

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

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	К.т.н., доц.Познанський А.С.		
Нормоконтроль	К.т.н., доц.Моргун С.О.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент 
(підпис)

Коваленко О.А.
(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 стойки редуктора ($\varnothing 370$ мм; $L = 281,7$ мм)» 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 ріжучого і вимірювального інструментів, наведені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці.

Ключові слова: стойка редуктора, заготівка, припуски, пристосування для фрезерування, свердло-зенківка.

ABSTRACT

In the bachelor's qualification work on the topic "Design of the technology for manufacturing a gearbox rack ($\varnothing 370$ mm; $L = 281.7$ mm)" 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, selection and justification of the type of production are made, a technological process of manufacturing is developed manufacturing of parts

The qualification work provides calculations of special devices and cutting and measuring tools, and labor and environmental protection measures at the site are provided.

Key words: gearbox rack, workpiece, allowances, milling attachment, countersink drill.

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Загальна частина	8
1.1. Призначення деталі	9
1.2. Характеристика властивостей матеріалу деталі	9
1.3. Аналіз технологічності деталі	11
1.4. Визначення і обґрунтування типу виробництва	12
2. Технологічна частина	14
2.1. Вибір і обґрунтування вибору заготовки	15
2.2. Розрахунок вартості основних матеріалів	15
2.3. Аналіз маршрутного технологічного процесу	16
2.4. Розрахунок припусків на механічну обробку (поверхні Ø 130 мм та Ø 370 мм)	20
2.5. Вибір обладнання	24
2.6. Вибір ріжучого інструменту	29
2.7. Вибір вимірювального інструменту	30
2.8. Розрахунок режимів різання	31
2.9. Технічне нормування	36
3. Конструкторська частина	39
3.1. Розрахунок свердла-зенківки	40
3.2. Розрахунок пристосування на фрезерувальну операцію	41
4. Охорона праці	44
Вступ	45
4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при виготовленні стойки редуктора	46
4.2. Забезпечення безпеки при роботі на верстатах токарної групи	47
4.3. Основні вимоги до виробничого освітлення	49
4.4. Охорона навколишнього середовища	50
Висновки	53
Список літератури	54

						Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

На даному етапі розвитку народного господарства України перед машинобудівною промисловістю поставлені завдання вдосконалення технологічних процесів, дослідження і вивчення нових методів виробництва, подальшого розвитку і впровадження комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів, на базі досягнень науки і техніки, що дозволяють підвищити продуктивність праці при належній якості і найменшій собівартості продукції³ що випускається..

Ці задачі можна вирішувати, враховуючи такі основні напрямки сучасного розвитку технології машинобудування як:

1. Можливо більше скорочення обробки металів різанням, що досягається виготовленням заготовок тих, що наближаються за формою, розмірами і якістю поверхні до готових деталей.
2. Застосування для механічної обробки високопродуктивного автоматизованого устаткування, твердосплавного, металокерамічного і алмазного інструменту, швидкодіючих пристосувань, а також застосування оптимальних режимів різання.
3. Виготовлення деталей з високою точністю форми і розмірів і високою якістю обробленої поверхні, міцності і довговічності машин, що виготовляються.
4. Застосування зміцнюючих технологій та ін. Так, одним з шляхів підвищення продуктивності праці і зменшення собівартості дрібносерійного і серійного виробництв, одержала групова форма організації виробництва.

За рахунок уніфікації деталей збільшуються обсяги їх партій, зменшуються різноманіття техпроцесів, що дозволяє використовувати високопродуктивні методи обробки масового виробництва.

Розвиток і вдосконалення будь-якого виробництва в даний час пов'язано з його автоматизацію, широким використанням обчислювальної техніки,

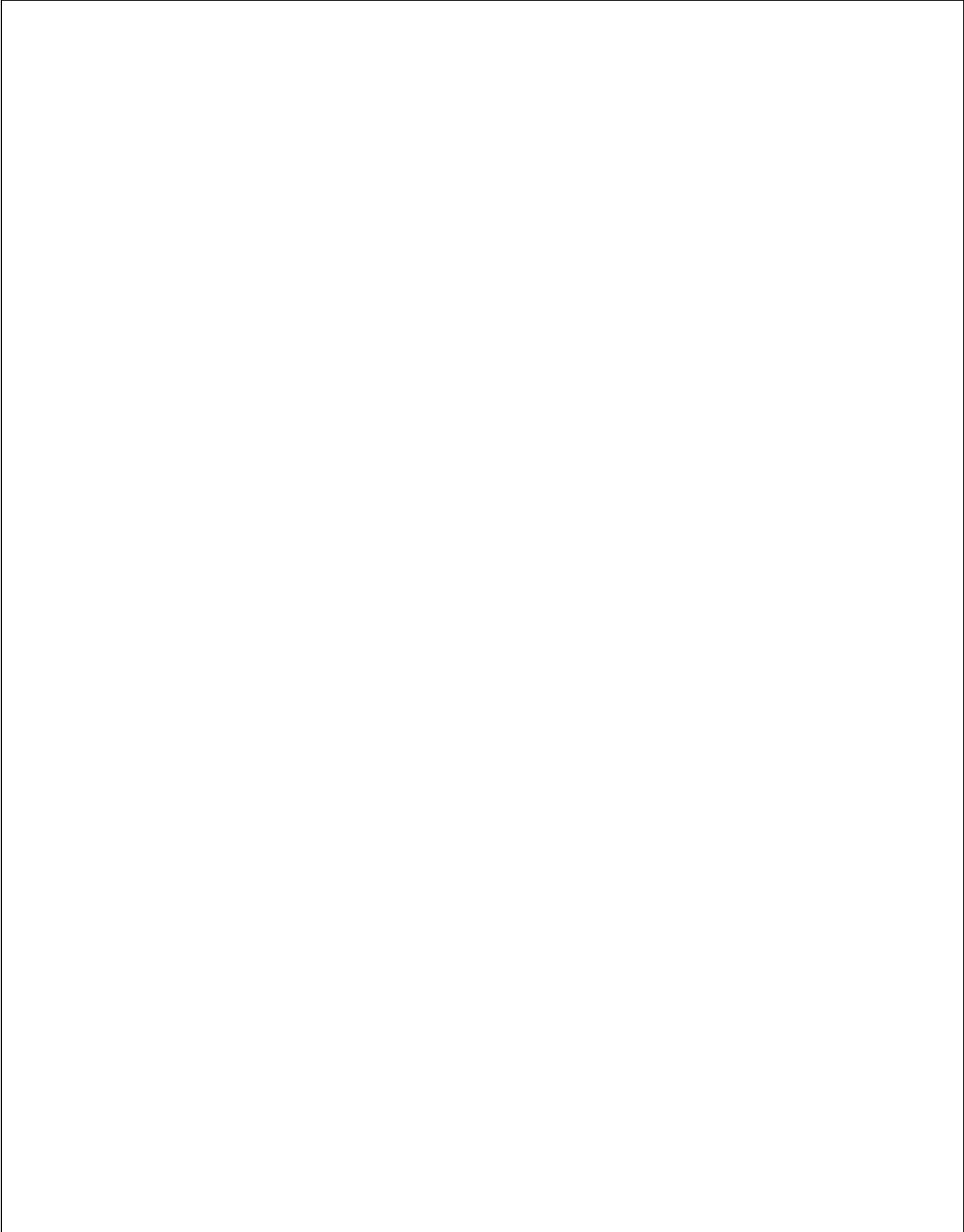
						Адк.
						6
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

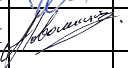
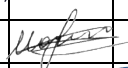
застосуванням верстатів з ЧПК. Все це складає базу, на якій створюються автоматизовані системи керування та можливості оптимізації технологічних процесів і режимів обробки.

Розвиток машинобудування йтиме у напрямку подальшої уніфікації і стандартизації технологічних процесів виготовлення виробів, скорочення кількості верстатів і працемісткості, а також застосування вискоєфективного устаткування. Механізація і автоматизація виробничих процесів є основою підвищення продуктивності праці і збільшення випуску продукції. Великі перспективи відкриваються перед технологічною наукою у зв'язку із застосуванням ЕОМ. Виявлення і формалізація чинників і закономірностей протікання технологічних процесів стало можливим лише при використанні ЕОМ. За допомогою ЕОМ здійснюється класифікація і групування деталей, вибір режимів різання, підбір устаткування, оснащення, інструментів, приватні і загальні побудови технологічних процесів.

У даній кваліфікаційній роботі на тему: «Проектування технології виготовлення стойки редуктора» розглянуті питання технологічної якості виготовлення деталей, питання продуктивності праці і економічності технологічного процесу, підвищення коефіцієнта використання матеріалу, науково-дослідні питання по впровадженню нових змащувально-охолоджуючих рідин в розробку технологічних процесів, конструктивні роботи, створення програм для верстатів з ЧПК, а також розроблений технологічний процес механічної обробки стойки редуктора.

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



					4267ст3.09.КРБ.04.01.ПЗ				
					Загальна частина				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Коваленко О.А.							
Перевірів		Новошицький							
Консул.									
Н.контр.		Моргун С.О.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
					Літ		Арк.	Аркушів	
					К	Р	Б	8	6
					НУК				

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Призначення деталі

Редуктор – механізм, що входить у приводи машин і служить для зниження кутових швидкостей веденого валу з метою підвищення крутних моментів. А ще це пристрій для зниження й підтримки постійним тиску робочого середовища (газу, пара або рідини) на виході з балона або іншої ємності з більш високим тиском, одночасно виконуючи функції запобіжного і запірного клапану. Редуктор встановлюють в апаратах для газового зварювання, у хлораторах води, сатураторах та ін., вони можуть бути використані також у різних апаратах для здійснення додаткових операцій змішання, підігріву, охолодження та ін.

Розрізняють редуктори прямої й зворотної дії, у яких відповідно дія пружини збігається з напрямком тиску середовища або протилежно йому. Залежно від роду робочого середовища, для якого редуктор призначено, редуктор називають кисневим, ацетиленовим, водневим та ін. Конструктивно редуктор виконується одно- або двокамерними, здійснюючими одне або двократне зниження тиску. Найбільше поширення в промисловості одержали планетарні й циліндричні редуктори, виконані за співвісною схемою взаємного розташування електродвигуна й вихідного валу.

1.2. Характеристика властивостей матеріалу деталі

Проектована деталь – стійка редуктора, виготовляється з легованої конструкційної сталі 40Х ДСТУ 7806:2015.

Легована сталь – сталь, що крім звичайних домішок (вуглецю, кремнію, марганцю, сірки, фосфору) містить й інші (легуючі) елементи. Легуючі елементи вводять у розплавлену сталь у вигляді феросплавів або лігатур. Залежно від кількості легованих елементів сталь відповідно називають хромистою, хромонікелевою (20ХН), хромонікельмолібденовою та ін. Легуючі елементи підвищують якість сталі й надають їй спеціальні

					4267ст3.09.КРБ.04.01.ПЗ	Адк.
						9
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

властивості. Переваги сталей: гарні теплофізичні і механічні властивості, легкість виготовлення деталей механічною обробкою. Мають задовільні антифрикційні властивості.

Хімічний склад сталі 40Х

Хімічний склад сталі 40Х включає вуглець (0,36-0,44%), хром (0,8-1,1%), кремній (0,17-0,37%), марганець (0,5-0,8%), а також фосфор та сірку (до 0,035%), що робить її міцним, зносостійким матеріалом, ідеальним для деталей високих навантажень.

Основні елементи:

- **Вуглець (C):** 0,36-0,44% (цифра "40" в маркуванні).
- **Хром (Cr):** 0,8-1,1% (літера "Х").
- **Кремній (Si):** 0,17-0,37%.
- **Марганець (Mn):** 0,50-0,80%.
- **Фосфор (P):** до 0,035% (максимум).
- **Сірка (S):** до 0,035% (максимум).
- **Нікель (Ni):** до 0,30% (максимум).
- **Мідь (Cu):** до 0,30% (максимум).
- **Залізо (Fe):** ~97%.

Ця конструкційна хромиста сталь добре піддається обробці та термообробці, що підвищує її міцність та стійкість до зносу.

Механічні властивості та умови термічної обробки сталі 40Х представлені у табл.1.1.

					4267ст3.09.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Механічні властивості і умови термічної обробки сталі 40Х

Таблиця 1.1

Марка матеріалу	Термічна обробка					Механічні властивості			
	Загартування			Відпуск		ежа плин- ності δ_B	Тимча- совий опір σ_T	Мінімал ьне відносна е подовж ення, δ_5	Віднос не звужен ня, ψ
	температура		середо- вище охо- лодження	$t, ^\circ\text{C}$	середо- вище охо- лодження	МПа		%	%
	1 загартування і нормалізації	1 загартування і нормалізації							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40Х	860	-	масло	500	вода або масло	≥ 785	≥ 980	≥ 10	≥ 45

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Основними критеріями технологічності деталей, що піддаються механічній обробці, є працемісткість, точність і стабільність отримання геометричних розмірів і шорсткості поверхні, можливості обробки високопродуктивними методами. Працемісткість механічної обробки тим вище, ніж більше поверхонь піддаються обробці, чим складніше ці поверхні за своїми геометричними формами, чим більше їх довжина і чим вище за вимогу по точності і шорсткості оброблюваних. Поліпшення технологічності конструкції дозволяє знизити собівартість її виготовлення без збитку для службового призначення.

Технологічність – сукупність властивостей конструкції виробу, оптимальних витрат праці, що проявляється в можливості, засобів, матеріалів і часу при технічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації і ремонту в порівнянні з відповідними показниками однотипних конструкцій виробів того ж призначення, при забезпеченні встановлених значень показників якості і прийнятих умовах виготовлення, експлуатації і ремонту.

Розрізняють два види технологічності: виробничу і експлуатаційну.

					4267ст3.09.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виробнича технологічність виражається в скороченні витрат засобів і часі на конструкторську і технологічну підготовку виробництва і процеси виготовлення.

Експлуатаційна технологічність - в скороченні витрат часу і засобів на технічне обслуговування і ремонт виробу.

Стійка редуктора виготовляється зі сталі 40Х з штамповки, тому конфігурація зовнішнього контуру і внутрішніх поверхонь не викликає значних труднощів.

Також обґрунтовані вимоги до норм точності міжвісьових відстаней, відстаней між різбовими отворами, в прийнятих нормах знаходяться поля допусків і квалітету діаметрів отворів. Тому задана точність досягається на металообробних верстатах нормальної точності при призначенні відповідних режимів. Деталь проста за конструкцією, при обробці різанням не виникає ускладнень при доступі ріжучого інструмента до оброблюваних поверхонь, а також забезпечується вільний вихід для інструменту при механічній обробці.

Таким чином, конструктивна технологічність стійки редуктора визначається:

1. Простотою конструктивних форм.
2. Надійністю технологічних баз.
3. Поєднанням технологічної, конструкторської і вимірювальної баз.
4. Нормальним урізуванням інструменту в деталь, умовами урізування і виходу інструменту.
5. Застосуванням високопродуктивних методів обробки.

Із вище викладеного можна зробити висновок, що деталь в цілому технологічна.

1.4. Визначення і обґрунтування типу виробництва

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

					4267ст3.09.КРБ.04.01.ПЗ	Адк.
						12
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Тому, ніж приступити до проектування технологічного процесу механічної обробки деталі, необхідно, виходячи з виробничої програми і характеру деталі, встановити тип виробництва.

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

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

Таблиця 1.2

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	одинич.	дрібносер.	середньосер.	багатосер.	масове
< 1,0	< 10	10-2000	1500- 100 000	75 000- 200 000	200 000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000- 50 000	50 000- 100 000	100 000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35 000	35 000-75 000	75 000
5,0-10	< 10	10-300	300-25 000	25 000-50 000	50 000
> 10	< 10	10-200	200-10 000	10 000-25 000	25 000

Розподілення серійного виробництва на багатосерійне, середньосерійне, серійне – умовно, оскільки в різних галузях машинобудування при одній і той же кількості виробів, що випускаються, в серії, але при істотній відмінності їх розмірів, складності і працемісткості ви виробництво може бути віднесено до різних типів.

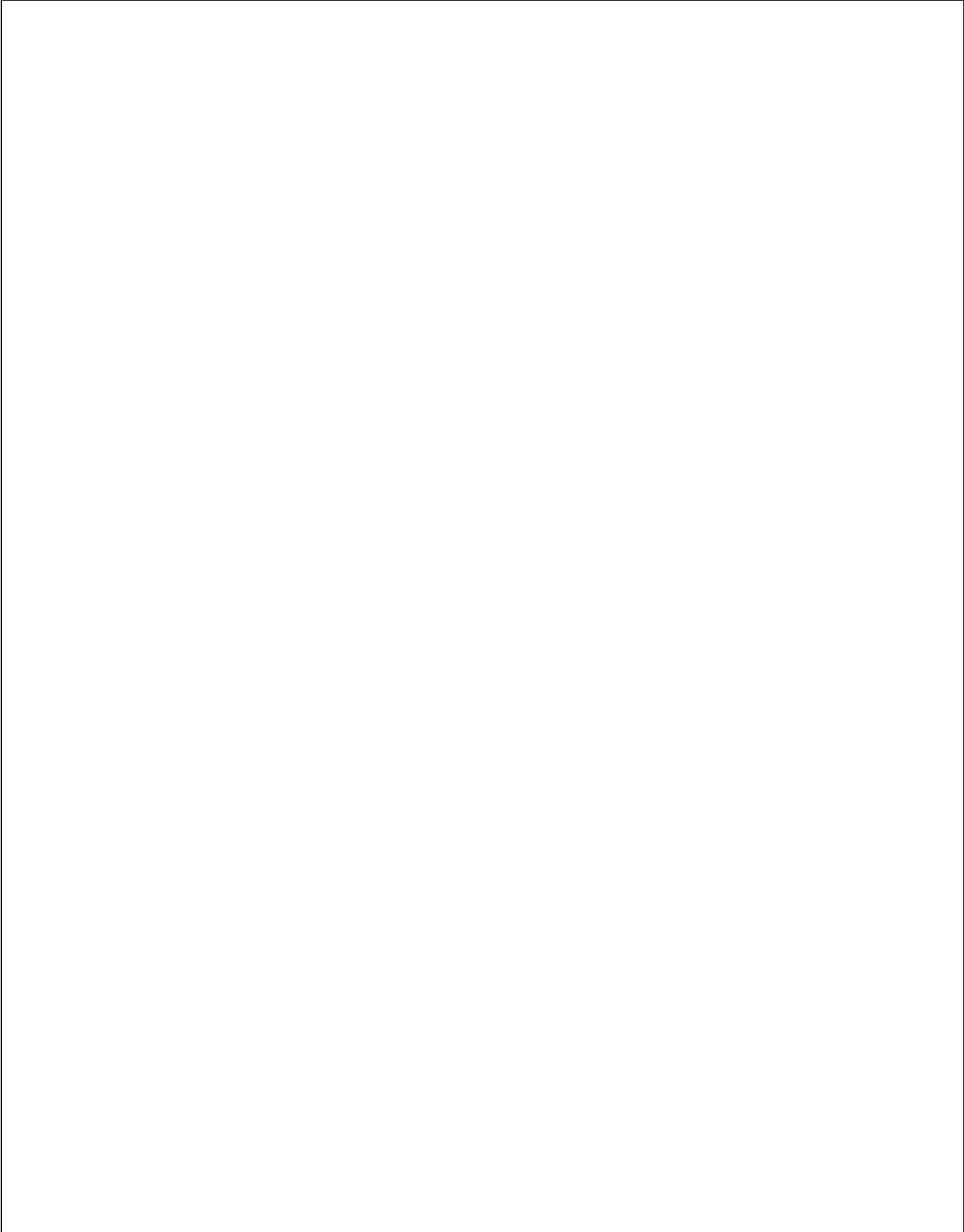
Для серійного виробництва характерно застосування верстатів як універсального, так і спеціального обладнання, яке розташовується по ходу технологічного процесу; оснащення – уніфіковане. Верстатний парк на

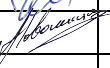
					4267ст3.09.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проектованій ділянці повинен бути спеціалізованим у такій мірі, щоб був можливим перехід від виробництва однієї серії продукції до виробництва іншої, декілька відзначної в конструктивному відношенні від першої. Технологічний процес розробляється поопераційно, кваліфікація робітників – середня.

Серійне виробництво значно економічніше одиничного, так як характеризується кращим використанням обладнання; спеціалізація робітників збільшує продуктивність праці, забезпечує зниження собівартості продукції.

					4267ст3.09.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ						
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна частина						
Розробив		Коваленко О.А.									
Перевірив		Новошицький									
Консул.											
Н.контр.		Моргун С.О.									
Затвердив		Ткач М.Р.									
					Літ			Арк.	Аркушів		
					К	Р	Б	14	24		
					НУК						

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вибір і обґрунтування вибору заготовки

Враховуючи тип виробництва, доцільно і економічно ефективно застосовувати метод виконання заготовки, при якому її форма і розміри максимально наближатимуся до форми до форми і розмірів деталі. Застосовуємо гарячу об'ємну штамповку на штампувальному пресі. Цей спосіб достатньо широко поширений, механізований і ефективний. Матеріал штамповки 40Х. Вибрана заготівка відноситься до класу точності Т2, група складності М2, ступінь складності С1.

$M_{\text{дет}} = 41,7$ кг – маса деталі за кресленням;

$g = 7,8$ г/см³ – щільність сталі;

Маса заготовки

$$m = \rho \cdot \pi \cdot r_1^2 \cdot l_1 + \rho \cdot \pi \cdot r_2^2 \cdot l_2 + \rho \cdot \pi \cdot r_3^2 \cdot l_3 = 7800 \cdot 3,1416 \cdot (0,142^2 \cdot 0,05 + 0,38^2 \cdot 0,04 + 0,082^2 \cdot 0,09) = 66,5 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{в.м.}}$

$$K_{\text{в.м.}} = M_{\text{дет}}/M_{\text{заг}} = 41,7/66,5 = 0,63.$$

2.2. Розрахунок вартості основних матеріалів

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

Витрати на основні матеріали по одному виробу:

$$M = K_{\text{тз}} m \Pi_{\text{м}} - g \Pi_{\text{відх}},$$

де $K_{\text{тз}}$ – коефіцієнт враховуючий транспортні витрати;

m – маса деталі, кг;

$\Pi_{\text{м}}$ – ціна матеріалу заготовки, грн/кг;

g – маса відходів при виготовленні деталей з заготовки;

$\Pi_{\text{відх}}$ – ціна реалізованих відходів.

Ціни на матеріали і поворотні відходи приймаються за діючими прейскурантами.

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок на основні матеріали оформлюється у формі таблиці.

Розрахунок витрат на основні матеріали

Таблиця 2.1

Найменування деталі	Річне завдання, шт.	Марка матеріалу	Норма витрат на одиницю, кг	Витрати на програму, т	Ціна 1т. грн	Сума, грн	Маса відходів на одну деталь, кг	Маса відходів на програму, т	Ціна реалізації одної тони відходів, грн	Сума від реалізації відходів в розрахунку на річне завдання	Витрати матеріалів з різницею реалізації відходів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Стійка редуктора	2500	40X	66,5	166,25	89000	222500000	41,7	3,7	4500	9250000	13250000

2.3. Аналіз маршрутного технологічного процесу

Розробка технологічних процесів входить основним розділом в технологічну підготовку виробництва і виконується на основі принципів «Єдиної системи технологічної підготовки виробництва» (ДСТУ ISO 14001:2015).

При розробці технологічного процесу керуються наступними принципами:

- в першу чергу обробляються ті поверхні, які є базовими при подальшій обробці;
- після цього обробляють поверхні з найбільшим припуском;
- далі виконують обробку поверхонь, зняття металу з яких в найменшій мірі впливають на жорсткість заготовки;

- у початок технологічного процесу слід відносити ті операції, на яких можна чекати появу браку через приховані дефекти металу (щілини, раковини);
- поверхні, обробка яких пов'язана з точністю і допусками відносного розташування поверхонь (перпендикулярності, паралельності та ін.), виготовляють при одній установці;
- поєднання чорнової, попередньої і чистової (остаточної) обробки на одній операції і на одному і тому ж устаткуванні небажано – таке поєднання допускається при обробці жорстких заготовок з невеликими припусками;
- при виборі настановних (технологічних) баз слід прагнути до дотримання двох основних умов: поєднанню технологічних баз з конструкторськими; постійності баз, тобто вибору такої бази, орієнтуючись на яку можна провести всю або майже всю обробку. Принцип базування заготовки повинен строго відповідати ГОСТ 21495-86.

2.3.1. аналіз базового технологічного процесу

Базовий технологічний процес виготовлення деталі – стойки редуктору, розроблений для одиничного виробництва, деякі операції виконуються вручну, що підвищує тривалість виготовлення деталі. Заготовка є прокатом.

Технологічний процес розроблено для умов одиничного виробництва і забезпечує випуск продукції заданої якості. Але слід зазначити, що передбачається використання універсального обладнання та оснащення, що негативно впливає на час виготовлення деталі.

2.3.2. Аналіз прийнятого технологічного процесу

Прийнятий технологічний процес виготовлення деталі - стойки редуктора, спроектовано для серійного виробництва, тому устаткування розташовано за технологічними групами з урахуванням напрямку основних вантажопотоків цеху на підприємстві, замкнутою ділянкою. Основним

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткуванням дільниці є універсальні верстати з ЧПК, застосовується спеціальне оснащення, пристосування, налагодження устаткування.

Заготовкою є штамповка, виконана з основними поглибленнями, виступами, отворами, складними поверхнями деталі, з урахуванням припуску. Цей спосіб достатньо широко поширений, механізований, ефективний і відповідає виробничим можливостям сучасних машинобудівних підприємств.

Цим досягається менша витрата металу ($K_{в.м.} = 0,63$), значно менші припуски на обробку деталі, зменшення обсягу механічної обробки і, як наслідок, зниження працемісткості.

Також використання кільцевого свердління дозволяє скоротити обсяг механічного обробки і використати висвердлений циліндр у якості примірника для контролю.

Проектування маршрутного технологічного процесу проводимо на основі порівняння з вже існуючим базовим.

У базовому технологічному процесі включені розмічальні операції, які в проєктованому технологічному процесі виключаються за рахунок застосування спеціальних центруючих і базуючих пристроїв. Це дозволяє скоротити штучний час і відповідно зменшити собівартість виготовлення деталі.

На підставі проведеного аналізу можна скласти наступний маршрут механічної обробки стойки редуктора.

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						18
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика технологічного процесу по операціям

Таблиця 2.1

№ операції	Зміст операції
005	Технічний контроль – використовується контрольна плита. Здійснюється комплексна перевірка заготовки на відсутність щілин, також треба перевірити розміри заготовки згідно кресленню
010	Токарна – виконується чорнове обточування деталі по зовнішнім і внутрішнім поверхням. Використовується верстат мод. 16K20. Оснащення універсальне – патрон 3-хкулачковий. Різці - підрізний та розточувальний
015	Токарна – виконується чорнове обточування деталі на верстаті з ЧПК мод.16K20Ф3. На цьому етапі деталь набуває основні макроеометричні характеристики. Виконується зовнішня та внутрішня обробка. Оснащення універсальне - – патрон 3-хкулачковий. Різці - підрізний та розточувальний
020	Термічна (відпуск). Виконується відпуск при температурі $t = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$, охолодження - вода. Нормативи термічної операції взяті з марочника сталей
025	Токарна – чистове розточування отвору в деталі. Це потрібно для підготовки чистових баз на наступні операції. Використовується верстат мод.16K20
030	Внутрішньошліфувальна – шліфування отвору в деталі для підготовки баз під наступні операції. Використовується верстат внутрішньошліфувальний мод.3У142. Контроль виконується за допомогою спеціальних калібрів-пробок
035	Токарна з ЧПК – чистова токарна обробка деталі. Виконується обробка зовнішньої поверхні на верстаті мод.16K20Ф3. Використовується оснащення – патрон повідковий, оправка цангова. Ріжучий інструмент - різець підрізний, розточувальний, галтельний
040	Вертикально-фрезерувальна – фрезерування лиски на циліндричній поверхні деталі виконується на верстаті мод.6P13
045	Вертикально-свердлильна – свердління отворів діаметрів 5, 6 та 9 мм, нарізання різьби М6, зенкування на верстаті мод.2Н125. Використовується універсальний інструмент крім свердла-зенківки
050	Контрольна – перевірити зовнішнім оглядом відсутність на деталі вм'ятин, забоїн, корозії та дефектів, перевірити деталь на відповідність розмірам ескізу

Технологічний процес розроблено для багатосерійного виробництва. Всі зміни в ньому, в порівнянні з базовим, спрямовані на максимальне скорочення ручної праці, механізацію і автоматизацію процесу виробництва. Застосовуються спеціальні пристосування, комбінований інструмент, спеціальний вимірювальний інструмент, що значно скорочує виробничий цикл і окупає витрати.

2.4. Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуск – шар матеріалу, що видаляється з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні.

Розрахунок припусків і операційних розмірів на поверхню діаметром $d = 130$ мм.

Визначення мінімального припуску для операції – точіння обдирочне.

Шорсткість поверхні на попередній операції (заготівка): $R_z = 125$ мкм.

Глибина дефектного шару на попередній операції: $h = 100$ мкм.

Похибка встановлення на даній операції: $\varepsilon = 200$ мкм.

Похибка геометричних відхилень: $\Delta\Sigma = \sqrt{427,5^2 + 625^2} = 757,22$ мкм.

Мінімальний припуск для операції – точіння обдирочне:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (125 + 100 + 757,22 + 200) = 2364,44 \text{ мкм.}$$

Визначення мінімального припуску для операції – точіння чорнове.

Шорсткість поверхні на попередній операції (точіння обдирочне): $R_z = 125$ мкм.

Глибина дефектного шару на попередній операції: $h = 120$ мкм.

Похибка встановлення на даній операції: $\varepsilon = 100$ мкм.

Похибка геометричних відхилень: $\Delta\Sigma = \sqrt{25,65^2 + 250^2} = 251,31$ мкм.

Мінімальний припуск для операції – точіння чорнове:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (125 + 120 + 251,31 + 100) = 1192,62 \text{ мкм.}$$

Визначення мінімального припуску для операції – точіння чистове.

Шорсткість поверхні на попередній операції (точіння чорнове): $R_z = 63$ мкм.

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глибина дефектного шару на попередній операції: $h = 60$ мкм.

Похибка встановлення на даній операції: $\varepsilon = 20$ мкм.

Похибка геометричних відхилень: $\Delta\Sigma = \sqrt{142,5^2 + 100^2} = 174,09$ мкм.

Мінімальний припуск для операції – точіння чистове:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (63 + 60 + 174,09 + 20) = 634,17 \text{ мкм.}$$

Визначення операційних розмірів по операціях.

Розміри після операції- точіння чистове, дорівнює розмірам деталі.

Допуск на деталь за 10 квалітетом складає 160 мкм.

Приймаємо такі операційні розміри:

$$A_{\min} = 129,84 \text{ мм;}$$

$$A_{\max} = 130 \text{ мм.}$$

Розрахунок операційних розмірів на операцію – точіння чорнове.

Операція виконується за 12 квалітетом. Допуск на операцію складає 400 мкм.

Мінімальний розмір:

$$A_{\min} = 130 + \frac{634,17}{1000} = 130,634 \text{ мм. Приймаємо } A_{\min} = 130,7 \text{ мм.}$$

Максимальний розмір:

$$A_{\max} = 130,7 + \frac{400}{1000} = 131,100 \text{ мм.}$$

Розрахунок операційних розмірів на операцію – точіння обдирочне.

Операція виконується за 14 квалітетом. Допуск на операцію складає 1000 мкм.

Мінімальний розмір:

$$A_{\min} = 131,1 + \frac{1192,62}{1000} = 132,293 \text{ мм. Приймаємо } A_{\min} = 133 \text{ мм.}$$

Максимальний розмір:

$$A_{\max} = 133 + \frac{1000}{1000} = 134,0 \text{ мм.}$$

Розрахунок операційних розмірів на операцію –заготівка.

Операція виконується за 16 квалітетом. Допуск на операцію складає 2500 мкм.

Мінімальний розмір:

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						21
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_{\min} = 134 + \frac{2364,44}{1000} = 136,364 \text{ мм. Приймаємо } A_{\min} = 136,4 \text{ мм.}$$

Максимальний розмір:

$$A_{\max} = 136,4 + \frac{2500}{1000} = 138,90 \text{ мм.}$$

Результати розрахунків по поверхні діаметром 130 мм зводимо до табл.2.2.

Результати розрахунків припусків та операційних розмірів
на поверхню 130h9

Таблиця 2.2

	Квалі тет	Rz	h	$\Delta\Sigma$	ϵ	$2Z_{\min}$	Td	$D_{\min}$	$D_{\max}$
Заготівка	16	125	100	757,219			2500	136,4	138,9
Точіння обдирочне	14	125	120	251,312	200	2364,439	1000	133	134
Точіння чорнове	12	63	60	174,087	100	1192,625	400	130,7	131,3
Точіння чистове	9	32	30	40,404	20	634,1738	160	129,84	130

Розрахунок припусків і операційних розмірів на поверхню діаметром $d = 370$ мм.

Визначення мінімального припуску для операції – точіння обдирочне.

Шорсткість поверхні на попередній операції (заготівка): $Rz = 250$ мкм.

Глибина дефектного шару на попередній операції: $h = 250$ мкм.

Похибка встановлення на даній операції: $\epsilon = 200$ мкм.

Похибка геометричних відхилень: $\Delta\Sigma = \sqrt{427,5^2 + 900^2} = 996,37$ мкм.

Мінімальний припуск для операції – точіння обдирочне:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (250 + 250 + 996,37 + 200) = 3392,74 \text{ мкм.}$$

Визначення мінімального припуску для операції – точіння чорнове.

Шорсткість поверхні на попередній операції (точіння обдирочне): $Rz = 125$ мкм.

Глибина дефектного шару на попередній операції: $h = 120$ мкм.

Похибка встановлення на даній операції: $\epsilon = 100$ мкм.

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка геометричних відхилень: $\Delta\Sigma = \sqrt{25,65^2 + 350^2} = 350,94$ мкм.

Мінімальний припуск для операції – точіння чорнове:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (125 + 120 + 350,94 + 100) = 1391,88 \text{ мкм.}$$

Визначення мінімального припуску для операції – точіння чистове.

Шорсткість поверхні на попередній операції (точіння чорнове): $R_z = 63$ мкм.

Глибина дефектного шару на попередній операції: $h = 60$ мкм.

Похибка встановлення на даній операції: $\varepsilon = 20$ мкм.

Похибка геометричних відхилень: $\Delta\Sigma = \sqrt{114^2 + 142,5^2} = 182,49$ мкм.

Мінімальний припуск для операції – точіння чистове:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (63 + 60 + 182,49 + 20) = 650,98 \text{ мкм.}$$

Визначення операційних розмірів по операціях.

Розміри після операції- точіння чистове, дорівнює розмірам деталі.

Допуск на деталь за 10 квалітетом складає 230 мкм.

Приймаємо такі операційні розміри:

$$A_{\min} = 369,77 \text{ мм;}$$

$$A_{\max} = 370 \text{ мм.}$$

Розрахунок операційних розмірів на операцію – точіння чорнове.

Операція виконується за 12 квалітетом. Допуск на операцію складає 570 мкм.

Мінімальний розмір:

$$A_{\min} = 370 + \frac{650,98}{1000} = 370,651 \text{ мм. Приймаємо } A_{\min} = 370,66 \text{ мм.}$$

Максимальний розмір:

$$A_{\max} = 370,66 + \frac{570}{1000} = 371,230 \text{ мм.}$$

Розрахунок операційних розмірів на операцію – точіння обдирочне.

Операція виконується за 14 квалітетом. Допуск на операцію складає 1400 мкм.

Мінімальний розмір:

$$A_{\min} = 371,23 + \frac{1391,88}{1000} = 372,622 \text{ мм. Приймаємо } A_{\min} = 372,7 \text{ мм.}$$

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальний розмір:

$$A_{\max} = 372,7 + \frac{1400}{1000} = 374,100 \text{ мм.}$$

Розрахунок операційних розмірів на операцію –заготівка.

Операція виконується за 16 квалітетом. Допуск на операцію складає 3600 мкм.

Мінімальний розмір:

$$A_{\min} = 374,1 + \frac{3392,74}{1000} = 377,493 \text{ мм.}$$

Максимальний розмір:

$$A_{\max} = 377,4927 + \frac{3600}{1000} = 381,093 \text{ мм.}$$

Результати розрахунків по поверхні діаметром 130 мм зводимо до табл.2.3.

Результати розрахунків припусків та операційних розмірів
на поверхню Ø 370 м

Таблиця 2.3

	Квалітет	Rz	h	$\Delta\Sigma$	ϵ	$2Z_{\min}$	Td	D _{min}	D _{max}
Заготівка	16	250	250	996,372			3600	377,5	381,1
Точіння обдирочне	14	125	120	350,939	200	3392,743	1400	372,7	374,1
Точіння чорнове	12	63	60	174,087	100	1391,877	570	370,66	371,23
Точіння чистове	9	32	30	40,404	20	650,978	230	369,77	370

2.5. Вибір обладнання

Вибір устаткування здійснюється з урахуванням наступних чинників: габарит робочої зони верстата, який повинен відповідати розмірам оброблюваної, можливість забезпечення заданих параметрів точності і шорсткості поверхні, відповідність потужності, жорсткості і кінематичних даних обладнання оптимальним режимам виконання операцій, забезпечення продуктивності, відповідність устаткування вимогам техніки безпеки і промислової санітарії, ціна устаткування. Якщо для операції, що

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

розробляється, можливе використання верстатів двох різних моделей, які забезпечують однакові вимоги за якістю обробки, то вирішальним при виборі є економічність обробки.

Свердлильні операції виконуються на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н125. Його основні характеристики зведені в табл.2.4.

Технічні характеристики верстата мод.2Н125

Таблиця 2.4

Найбільший діаметр свердління в сталі 45	25
Розміри конуса шпинделя за СТ СЄВ 147-75	Морзе 3
Відстань осі шпинделя до напрямної колони, мм	250
Найбільший хід шпинделя, мм	200
Відстань від торця шпинделя, мм: до столу, до плити	60-700 690-1060
Найбільше (настановне) переміщення свердлильної головки, мм	170
Переміщення шпинделя за один оберт штурвалу, мм	122, 46
Робоча поверхня столу, мм	400x450
Найбільший хід столу, мм	270
Кількість швидкостей шпинделя	12
Кількість подач	9
Межі подач, мм/про	0,1-1,6
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	2,2
	Продовж.табл.2.4
Габарити верстата, мм: довжина x ширина x висота	915x785x2350
Маса верстата, кг	880

Токарні операції виконуються на токарно- гвинторізному верстаті моделі 16К20. Його характеристики приведені у табл.2.5.

Технічні характеристики токарно-гвинторізного верстату мод.16K20

Таблиця 2.5

Параметри	Одиниці виміру	Величина
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною	мм	400
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом	мм	220
Довжина оброблюваної деталі:		
- при ВМЦ 710	мм	710
- при ВМЦ 1000	мм	1000
- при ВМЦ 1400	мм	1400
- при ВМЦ 2000	мм	2000
Габаритні розміри верстата:		
- довжина при ВМЦ 710	мм	2505
- довжина при ВМЦ 1000	мм	2795
- довжина при ВМЦ 1400	мм	3195
- довжина при ВМЦ 2000	мм	3795
- ширина	мм	1198
- висота	мм	1810
Маса верстата:		
- при ВМЦ 710	кг	3035
- при ВМЦ 1000	кг	3225
- при ВМЦ 1400	кг	3445
- при ВМЦ 2000	кг	3905

Чистові операції виконуються на верстаті з ЧПК моделі 16K20Ф3. Його основні характеристики зведені у табл.2.6.

Технічні характеристики токарного верстата з ЧПК мод.16K20Ф3

Таблиця 2.6

Параметри	Одиниці виміру	Величина
Найбільший діаметр встановлюваного виробу над станиною	мм	500
Найбільша довжина встановлюваного виробу в центрах:	мм	900
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною	мм	320
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом	мм	200
Найбільший хід супортів по осі X/ по осі Z	мм	210/905
Максимальна швидкість швидких переміщень:	мм	1000
- поздовжніх	мм/хв.	5000
- поперечових	мм/хв.	3000
Мінімальна/Максимальна швидкість робочих подач:		
- поздовжніх	мм/хв.	1...2000
- поперечових	мм/хв.	0,5...1500
Регулювання частот обертання шпинделя		східчасте
Кількість щаблів регулювання частот обертання шпинделя		3
Частоти обертання шпинделя на щаблі I/II/III (з ел.двигуном 1500 про/хв.)	Об/хв.	80/220/660
Кількість керованих/одночасно керованих координат		2/2
Кількість вхідних/вихідних сигналів		32/16
Число коректорів		6
Пам'ять керуючих програм	Байт	7900
Ємність архіву керуючих програм	Кбайт	16
Максимальне число кадрів керуючих програм		254
Габаритні розміри верстата:		

Продовж.табл.2.6		
- довжина	мм	3700
- ширина	мм	2260
- висота	мм	1650
Маса верстата:	кг	3800

Фрезерувальна операція виконується на вертикально-фрезерувальному верстаті моделі 6P13. Ця серія верстатів призначена для виконання різноманітних фрезерувальних, свердлильних і розточувальних робіт при обробці деталей будь-якої форми зі сталі, чавуну, кольорових металів, їхніх сплавів та інших матеріалів. Характеристики обраного верстата приведені у табл.2.7.

Технічні характеристики вертикально-фрезерувального верстата
мод.6P13

Таблиця 2.7

Параметри	Одиниці виміру	Величина
Клас точності		H
Довжина робочої поверхні столу	мм	1600
Ширина столу	мм	400
Переміщення столу X,Y, Z	мм	1000 x 320
Відстань від осі горизонтального шпинделя до робочої поверхні столу	мм	80...500
Потужність головного приводу	кВт	11
Габаритні розміри верстата:		
- довжина	мм	2560
- ширина	мм	2260
- висота	мм	2430
Маса верстата:	кг	4200

Внутрішньошліфувальні операції виконуються на внутрішньошліфувальному верстаті моделі 3У142. Його основні характеристики приведені у табл. 2.8.

Технічні характеристики внутрішньошліфувального верстата
мод.3У142

Таблиця 2.8

Параметри	Одиниці виміру	Величина
Максимальний діаметр оброблюваного виробу	мм	400
Максимальна довжина оброблюваного виробу	мм	1000
Максимальна довжина шліфування	мм	1000
Висота центрів	мм	240
Максимальна маса оброблюваної заготовки	кг	200
Габарити верстата:		
- довжина	мм	5900
- ширина	мм	2585
- висота	мм	1982
Маса верстата:	кг	7530

2.6. Вибір ріжучого інструменту

В залежності від характеру виконання роботи, використання того чи іншого обладнання, матеріалу оброблюваної деталі, типу виробництва, виконується вибір ріжучого інструменту.

При виборі обладнання намагаються враховувати деякі фактори:

- забезпечення точності при обробці і установці;
- мінімальні витрати на придбання і транспортування;
- модель повинна бути універсальною, але не складною у використанні;

- порівняно невеликі витрати за потужністю і ремонтним одиницям;
- можливість установки деталі з визначеними параметрами;
- можливість обробки деталей впродовж року;
- максимальне використання потужностей і призначення обладнання;
- мінімальні витрати часу на обробку;
- відповідність розмірів робочої зони верстата з габаритами оброблюваних деталей.

На токарних операціях для виконання необхідного обсягу робіт використовуються різці прохідні та підрізні з твердого сплаву Т30К4, Т15К6 або Т5К10.

Для виконання отворів необхідні наступні інструменти:

Свердла - Ø5,2 Р9К5 ГОСТ 14952-85;

- Ø5 Р9К5 ГОСТ 4010-84

Мітчик машинний М6х1,5 ГОСТ 8857-74

Розгортка Ø8 Р6М5 ГОСТ 2095-84.

Для виконання отворів з фаскою також використовується спеціальне свердло-зенківка Ø7,9 Р6М5.

На внутрішньошліфувальній операції використовується круг ПВК 600х70х75 16А40-50 С1СМ2К6 ГОСТ 2464-87.

Для кріплення інструментів в інструментальному магазині і шпинделі верстатів, залежно від розміру ріжучого інструменту, використовуються стандартні або спеціальні патрони, оправки, перехідні втулки.

2.7. Вибір вимірювального інструменту

Засоби вимірювань обирають з урахуванням метрологічних, експлуатаційних і економічних показників. До основних метрологічних показників відносяться ціна ділення шкали, діапазон показників, діапазон вимірювань, похибки засобу вимірювання, що припускається, і вимірювального зусилля.

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ціна ділення шкали – різниця значень величин, відповідних двом сусіднім відміткам шкали.

Діапазон показників – область значень шкали, обмежена її початковими і кінцевими значеннями.

Діапазон вимірювань – область значень вимірювальної величини, в межах якої нормовані допустимі похибки засобів вимірювань.

Межа вимірювань – найменше і найбільше значення діапазону вимірювань.

Допустима похибка засобів вимірювання – найбільша похибка, при якій вимірювальний пристрій може бути допущений до застосування. При виборі засобів вимірювань потрібно прагнути, щоб похибка вимірювань була незначною в порівнянні з допуском вимірюваного параметра виробу.

Похибка вимірювань – відхилення результату вимірювання від дійсного значення

В технологічному процесі застосовуються:

- штангенциркулі: ШЦ-III-400-0,1; ШЦ-III-400-0,05 ГОСТ 166-89;
- мікрометр МК-300 ГОСТ 6507-89;
- для контролю фасок в отворах застосовуються шаблони кутові;
- шорсткість поверхонь контролюється за допомогою зразків шорсткості ГОСТ 2378-85;
- внутрішній діаметр Ø90H7 контролюється за допомогою калібр-пробок.

2.8. Розрахунок режимів різання

При призначенні режимів різання враховують характер обробки, тип і розміри інструменту, матеріал його ріжучої частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан обладнання.

Елементи режимів різання встановлюються в наступному порядку:

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

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

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

- подача S : при чорновій обробці вибирають максимально можливу подачу, виходячи з жорсткості і міцності системи СПД, потужності приводу верстата та інших обмежуючих чинників; при чистовій обробці – залежно від необхідного ступеня точності і шорсткості обробленої поверхні;

- сила різання – під нею звичайно розуміють її головну складову P_z , визначальну потужність N_e , що витрачається на різання, і що крутить момент на шпинделі верстата. Силкові залежності розраховуються за емпіричними формулами;

- швидкість різання розраховується за емпіричними формулами, встановленими для кожного виду обробки, які мають загальний вигляд

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

Аналітичний розрахунок режимів різання виконаємо для операцій токарна та свердлильна.

Обдирочне обточування

Матеріал різця Т5К10, різець токарний підрізний відігнутий з ПТС, НхВ = 16х25, $r = 1,0$; ГОСТ 18880-93. Головний кут у плані – 60, передній кут – 0, кут нахилу головного ріжучого леза – 0, радіус при верхівці різця – 1 мм.

Розрахунок режимів різання при обробці поверхні 370 мм. Обробка виконується на верстаті моделі 16К20.

Діаметр $D = 370$ мм, глибина різання $t = 3,5$ мм, подача $S = 0,8$ мм/об. [9, табл.11]. Округляємо за паспортними даними $S = 0,78$ мм/об. Стійкість $T = 60$ хв.

Коефіцієнти у формулі швидкості різання:

$$C_v = 420; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,2 \text{ [9, табл.11]}.$$

Розрахуємо коефіцієнт впливу якості матеріалу:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\delta_v}\right)^{n_v} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{650}\right)^1 = 1,096;$$

$$\text{де } K_r = 0,95; n_v = 1; \text{ [9, табл.11]} \delta_v = 650 \text{ МПа};$$

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{pv} = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує якість поверхні;

$K_{iv} = 0,65$ - коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

Коефіцієнт швидкості різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,096 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,570.$$

Розрахуємо швидкість різання:

$$V_{розр.} = \frac{C_v}{T^{m_t} \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v = \left(\frac{420}{60^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,2}} \right) \cdot 0,570 = 91,47 \frac{м}{хв}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n_{розр.} = \frac{v_{розр.} \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{91,47 \cdot 1000}{3,1416 \cdot 370} = 78,69 \frac{об}{хв}.$$

Коригування частоти обертання шпинделю: $n_{розр.} = 63$ об/хв.

Відкоригована швидкість різання:

$$V_{кориг.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кориг}}{1000} = \frac{3,1416 \cdot 370 \cdot 63}{1000} = 73,23 \frac{м}{хв}.$$

Перевірка міцності

Розрахуємо силу P_z .

Поправочний коефіцієнт K_p представляє собою множення ряду коефіцієнтів, які з'ясовують фактичні умови різання.

Коефіцієнт сили різання, який враховує якість матеріалу:

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta_v}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,898;$$

$K_{фр} = 0,94$; при куті рівному 60°

$K_{yp} = 1,1$; $K_{ap} = 1$; $K_{rp} = 0,93$; [9, табл.23]

Загальний поправочний коефіцієнт при розрахунку сили різання:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{yp} \cdot K_{rp} = 0,898 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,8638 \text{ [9, табл.22].}$$

Значення коефіцієнтів для сили різання візьмемо з таблиці [9, табл.22].

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

Тангенціальна сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_{пасп}^y \cdot V_{кориг}^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3,5^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 73,23^{-0,15} \cdot 0,8638 = 3953 \text{ Н.}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v_{кориг}}{1020 \cdot 60} = \frac{3953 \cdot 73,23}{1020 \cdot 60} = 4,730 \text{ кВт, що менше ніж потужність верстата,}$$

тому режими різання приймаємо, як коректні.

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						33
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чорнове обточування

Матеріал різця Т15К6.

Розрахунок режимів різання при обробці поверхні 370 мм. Обробка виконується на верстаті моделі 16К20.

Діаметр $D = 370$ мм, глибина різання $t = 2,0$ мм, подача $S = 0,8$ мм/об. [9, табл.11]. Округляємо за паспортними даними $S = 0,78$ мм/об. Стійкість $T = 60$ хв.

Коефіцієнти у формулі швидкості різання:

$$C_v = 420; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,2 \text{ [9, табл.11]}.$$

Розрахуємо коефіцієнт впливу якості матеріалу:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\delta_v}\right)^{n_v} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{650}\right)^1 = 1,096;$$

де $K_r = 0,95$; $n_v = 1$; [9, табл.11] $\delta_v = 650$ МПа;

$K_{pv} = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує якість поверхні;

$K_{iv} = 1,0$ - коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

Коефіцієнт швидкості різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,096 \cdot 1 \cdot 1 = 1,096.$$

Розрахуємо швидкість різання:

$$V_{розр.} = \frac{C_v}{T^{m.} \cdot t^{x.} \cdot S^{y.}} \cdot k_v = \left(\frac{420}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,2}}\right) \cdot 1,096 = 191,30 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n_{розр.} = \frac{v_{розр.} \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{191,30 \cdot 1000}{3,1416 \cdot 370} = 164,58 \frac{\text{об}}{\text{хв}}.$$

Коригування частоти обертання шпинделю: $n_{розр.} = 160$ об/хв.

Відкоригована швідкість різання:

$$V_{кориг.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кориг.}}{1000} = \frac{3,1416 \cdot 370 \cdot 160}{1000} = 185,98 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Перевірка міцності

Розрахуємо силу P_z .

Поправочний коефіцієнт K_p представляє собою множення ряду коефіцієнтів, які з'ясовують фактичні умови різання.

Коефіцієнт сили різання, який враховує якість матеріалу:

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						34
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta_v}{750}\right)^{0,75} = \left(\frac{650}{750}\right)^{0,75} = 0,898;$$

$$K_{\phi p} = 0,94; \text{ при куті рівному } 60^\circ$$

$$K_{\gamma p} = 1,1; K_{\alpha p} = 1; K_{\tau p} = 0,93; [9, \text{табл.23}]$$

Загальний поправочний коефіцієнт при розрахунку сили різання:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\tau p} = 0,898 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,8638 [9, \text{табл.22}].$$

Значення коефіцієнтів для сили різання візьмемо з таблиці [9, табл.22].

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

Тангенціальна сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_{\text{пасп}}^y \cdot v_{\text{кориг}}^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,78^{0,75} \cdot 185,98^{-0,15} \cdot 0,8638 = 1964 \text{ Н.}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v_{\text{кориг}}}{1020 \cdot 60} = \frac{1964 \cdot 185,98}{1020 \cdot 60} = 5,969 \text{ кВт, що менше ніж потужність}$$

верстата, тому режими різання приймаємо, як коректні.

Чистове обточування

Матеріал різця Т15К6, різець токарний підрізний відігнутий з ПТС, НхВ = 16х25, r = 1,0; ГОСТ 18880-93. Головний кут у плані – 60, передній кут – 0, кут нахилу головного ріжучого леза – 0, радіус при верхівці різця – 1 мм.

Розрахунок режимів різання при обробці поверхні 370 мм. Обробка виконується на верстаті моделі 16К20.

Діаметр D = 370 мм, глибина різання t = 0,8 мм, подача S = 0,246 мм/об. [9, табл.11]. Округляємо за паспортними даними S = 0,23 мм/об. Стійкість T = 60 хв.

Коефіцієнти у формулі швидкості різання:

$$C_v = 420; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,2 [9, \text{табл.17}].$$

Розрахуємо коефіцієнт впливу якості матеріалу:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\delta_v}\right)^{n_v} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{650}\right)^1 = 1,096;$$

$$\text{де } K_r = 0,95; n_v = 1; [9, \text{табл.9}] \delta_v = 650 \text{ МПа;}$$

$$K_{pv} = 1,0 - \text{коефіцієнт, який враховує якість поверхні;}$$

$$K_{iv} = 1,0 - \text{коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;}$$

Коефіцієнт швидкості різання:

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						35
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,096 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,096.$$

Розрахуємо швидкість різання:

$$V_{розр.} = \frac{C_v}{T^{m.} \cdot t^{x.} \cdot S^{y.}} \cdot k_v = \left(\frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,8^{0,15} \cdot 0,246^{0,2}} \right) \cdot 1,096 = 277,87 \frac{м}{хв}.$$

Частота обертання шпинделя:

$$n_{розр.} = \frac{v_{розр.} \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{277,87 \cdot 1000}{3,1416 \cdot 370} = 239,05 \frac{об}{хв}.$$

Коригування частоти обертання шпинделю: $n_{розр.} = 200 \text{ об/хв.}$

Відкоригована швидкість різання:

$$V_{кориг.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кориг}}{1000} = \frac{3,1416 \cdot 370 \cdot 200}{1000} = 232,48 \frac{м}{хв}.$$

Перевірка міцності

Розрахуємо силу P_z .

Поправочний коефіцієнт K_p представляє собою множення ряду коефіцієнтів, які з'ясовують фактичні умови різання.

Коефіцієнт сили різання, який враховує якість матеріалу:

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta_v}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,898;$$

$$K_{фр} = 0,94; \text{ при куті рівному } 60^\circ$$

$$K_{\gamma p} = 1,1; K_{\alpha p} = 1; K_{rp} = 0,93; [9, \text{ табл.23}]$$

Загальний поправочний коефіцієнт при розрахунку сили різання:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{rp} = 0,898 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,8638 [9, \text{ табл.22}].$$

Значення коефіцієнтів для сили різання візьмемо з таблиці [9, табл.22].

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

Тангенціальна сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_{пасп}^y \cdot v_{кориг}^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,8^1 \cdot 0,23^{0,75} \cdot 232,48^{-0,15} \cdot 0,8638 = 304 \text{ Н.}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v_{кориг}}{1020 \cdot 60} = \frac{304 \cdot 232,48}{1020 \cdot 60} = 1,155 \text{ кВт, що менше ніж потужність верстата,}$$

тому режими різання приймаємо, як коректні.

2.9. Технічне нормування

Розрахунок норм часу на обробку поверхні діаметром 130 мм.

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обдирочне точіння

Довжина обробки $L = 180$ мм, глибина різання $t = 3$ мм, подача $S = 0,78$ мм/хв., кількість проходів $i = 1$, частота обертання шпинделя $n = 200$ об/хв.

Машинний час:

$$T_{\text{маш}} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{180 \cdot 1}{0,78 \cdot 200} = 1,154 \text{ хв.}$$

Розрахунок норм часу на обробку поверхні діаметром 130 мм.

Чорнове точіння

Довжина обробки $L = 180$ мм, глибина різання $t = 1,4$ мм, подача $S = 0,78$ мм/хв., кількість проходів $i = 1$, частота обертання шпинделя $n = 400$ об/хв.

Машинний час:

$$T_{\text{маш}} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{180 \cdot 1}{0,78 \cdot 400} = 0,577 \text{ хв.}$$

Розрахунок норм часу на обробку поверхні діаметром 130 мм.

Чистове точіння

Довжина обробки $L = 180$ мм, глибина різання $t = 0,6$ мм, подача $S = 0,23$ мм/хв., кількість проходів $i = 1$, частота обертання шпинделя $n = 500$ об/хв.

Машинний час:

$$T_{\text{маш}} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{180 \cdot 1}{0,23 \cdot 500} = 1,565 \text{ хв.}$$

Розрахунок норм часу на обробку поверхні діаметром 370 мм.

Чистове точіння

Довжина обробки $L = 10$ мм, глибина різання $t = 0,8$ мм, подача $S = 0,23$ мм/хв., кількість проходів $i = 1$, частота обертання шпинделя $n = 200$ об/хв.

Машинний час:

$$T_{\text{маш}} = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{10 \cdot 1}{0,23 \cdot 200} = 0,217 \text{ хв.}$$

Технічне нормування на свердлильну операцію – діаметр отвору 8.

1. Визначаємо машинний час на свердлильну операцію наскрізного отвору на прохід:

Довжина отвору:

$$l = (d_2 - d_1)/2 = (327 - 278)/2 = 24,5$$

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						37
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час, необхідний для обробки групи отворів (машинний час):

$$T_M = \frac{l+l_1+l_2}{S \cdot n} \cdot i,$$

де $l = 25$ мм – довжина отвору;

$l_1+l_2 = 4$ мм – довжина урізування свердла [2,с.329];

$i = 4$ – число проходів (кількість операцій);

$S = 0,2$ мм/об – подача;

$n = 500$ об/хв. – число обертів шпинделя.

$$T_M = \frac{25+4}{0,2 \cdot 500} \cdot 4 = 1,16 \text{ хв.}$$

2. Допоміжний час:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{вим}} [1],$$

де $T_{\text{уст}}$ – час, пов'язаний з установкою і зняттям деталі;

$T_{\text{пер}} = 0,12$ – час, пов'язаний з переходом;

$T_{\text{вим}} = 0,05$ – час, пов'язаний з контрольним вимірюванням.

$$T_{\text{доп}} = 1,4 + 0,12 + 0,05 = 1,57 \text{ хв.}$$

3. Час на обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби.

Час на обслуговування робочого місця рівно 3% від оперативного часу. Час на відпочинок, особисті потреби складає 6% від оперативного часу.

4. Оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_M + T_{\text{доп}} = 1,16 + 1,57 = 2,73 \text{ хв.}$$

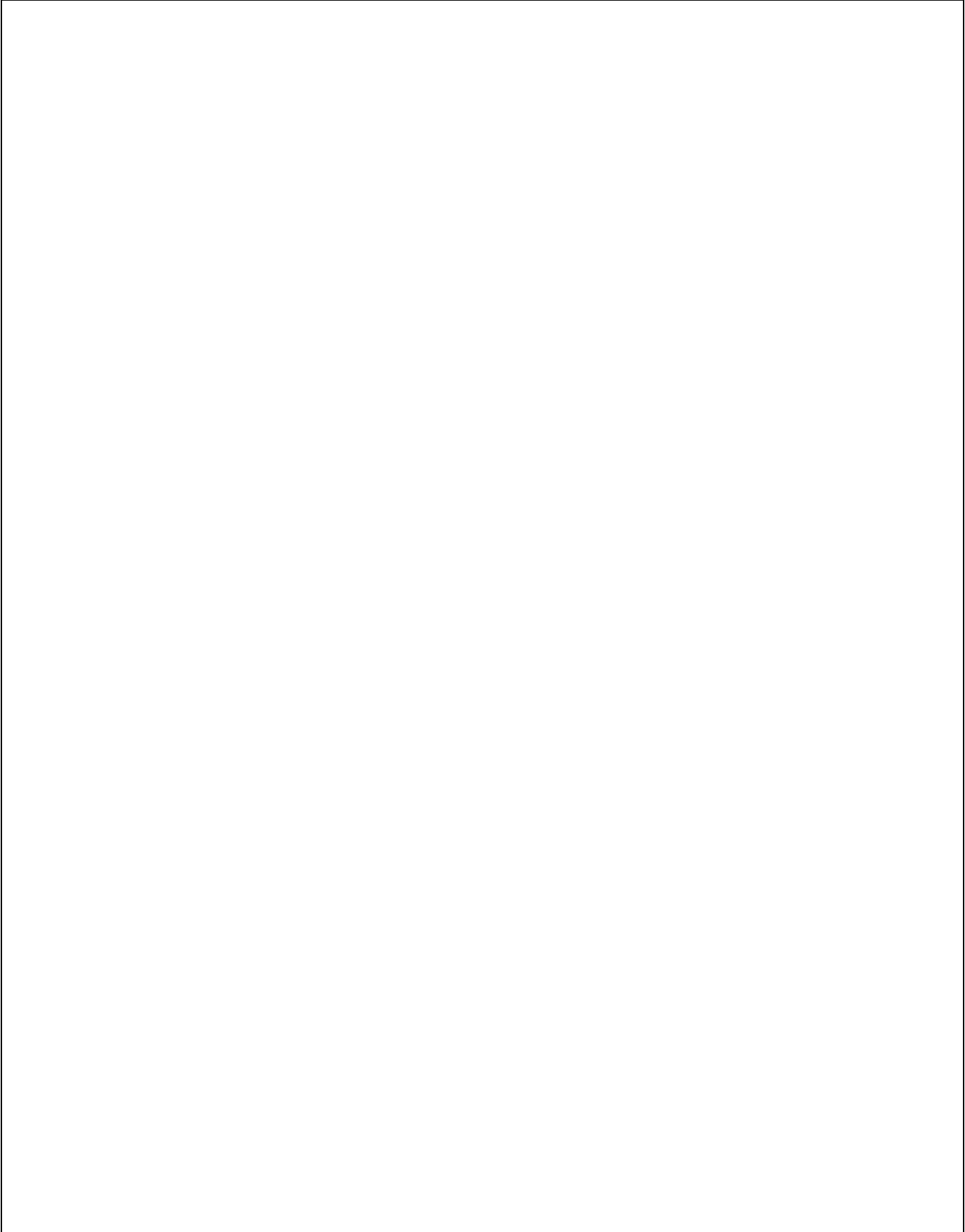
5. Штучний час:

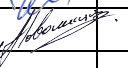
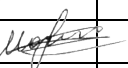
$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} (1 + (a_{\text{абс}} + a_{\text{отл}})/100) = 2,73 \cdot (1 + (3+6)/100) = 3,38 \text{ хв.}$$

6. Підготовчо-заключний час:

$$T_{\text{п.з.}} = 14 \text{ хв.}$$

					4267ст3.09.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



					4267ст3.09.КРБ.04.03.ПЗ				
					Конструкторська частина				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Коваленко О.А.							
Перевірів		Новошицький							
Консул.									
Н.контр.		Моргун С.О.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
					Літ		Арк.	Аркушів	
					К	Р	Б	39	5
					НУК				

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок свердла-зенківки

Свердло-зенківка призначено для виконання отвору з наступним зняттям фаски. При цьому використання комбінованого інструменту дозволяє скоротити основний та допоміжний час за рахунок зменшення витрат на зміну інструменту, підведення та відвід інструменту.

Розрахунок свердла передбачає з'ясування сил, діючих на інструмент під час обробки деталі. Для цього розрахуємо режими різання на обробку отвору діаметром 4,87 мм.

Діаметр обробки – 7,8 мм.

Подача при обробці свердлами із швидкоріжучої сталі:

$$S = 0,2 \text{ мм/об [9, с.277];}$$

$$K_v = 1,41 \text{ [9,с.265].}$$

Коефіцієнти в формулі швидкості різання при свердлінні (при обробці інструментом зі швидкоріжучої сталі Р6М5):

$$C_v = 7; g = 0,4; y = 0,7; m = 0,2$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 7,8^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,41 = 30,54 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30,54}{3,1416 \cdot 7,8} = 1246 \text{ об/хв.,}$$

приймаємо за паспортними даними верстата: $n = 1200 \text{ об/хв.}$

Коригована швидкість різання:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = 29,4 \text{ м/хв.}$$

Визначимо момент, що крутить:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p.$$

K_p залежить тільки від матеріалу деталі:

$$K_{mp} = \left(\frac{\delta_v}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,898.$$

Коефіцієнти формули визначення моменту, що крутить, [9, с.281]:

$$C_m = 0,0345; q = 2; y = 0,8.$$

					4267ст3.09.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Глибина різання – 3 мм. Інструмент – фреза торцева із вставними зубцями Т15 ДОб Ø120 мм, число зубців – 8. Подача на зуб – 0,15 мм/зуб. Стійкість фрези $T = 180$ хв. Ширина фрезерування $B = 16$ мм.

Знайдемо коефіцієнти у формулі швидкості різання:

$$C_v = 332; q = 0,2; x = 0,1; y = 0,4; u = 0,2; p = 0; m = 0,2.$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання визначається як добуток:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv};$$

$$K_{mv} = K_v \left(\frac{750}{\delta_B} \right)^n = \left(\frac{750}{650} \right)^1 = 1,15;$$

$$K_{nv} = 1; K_{uv} = 1;$$

$$K_v = 1,15.$$

Швидкість різання при фрезеруванні:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{332 \cdot 120^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 30^{0,1} \cdot 0,15^{0,2} \cdot 16^{0,2} \cdot 8^{0,4}} \cdot 1,15 = 115,24 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання фрези:

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 115,24}{3,14 \cdot 120} = 305,8 \text{ про/хв. Приймаємо } 250 \text{ про/хв.}$$

Хвилинна подача:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n = 0,15 \cdot 8 \cdot 250 = 300 \text{ мм/хв.}$$

Визначимо силу різання.

Коефіцієнти у формулі сили різання:

$$C_p = 825; x = 1,0; y = 0,75; u = 1,1; q = 1,3; w = 0,2;$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta_v}{750} \right)^n = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,9.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^{u \cdot z}}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 16^{1,18}}{120^{1,3} \cdot 250^{0,2}} \cdot 0,9 = 3960 \text{ Н.}$$

Здійснимо розрахунок пристосування.

Тиск на шток пневмоциліндра:

$$P = 0,4 \text{ МПа.}$$

Зусилля на штоку:

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P = \frac{3,14 \cdot 0,22^2}{4} \cdot 4 \cdot 10^5 = 15198 \text{ Н.}$$

					4267ст3.09.КРБ.04.03.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Зусилля, передане на губки:

$$F_r = F \frac{L_2}{L_1} = 15198 \frac{73}{35} = 31697 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт запасу ДО = 3.

Потрібне зусилля затискача $3 \cdot 3960 = 12000 \text{ Н.}$

У такий спосіб зусилля, що розбудовується штоком пневмоциліндра перевищує потрібне зусилля затискача.

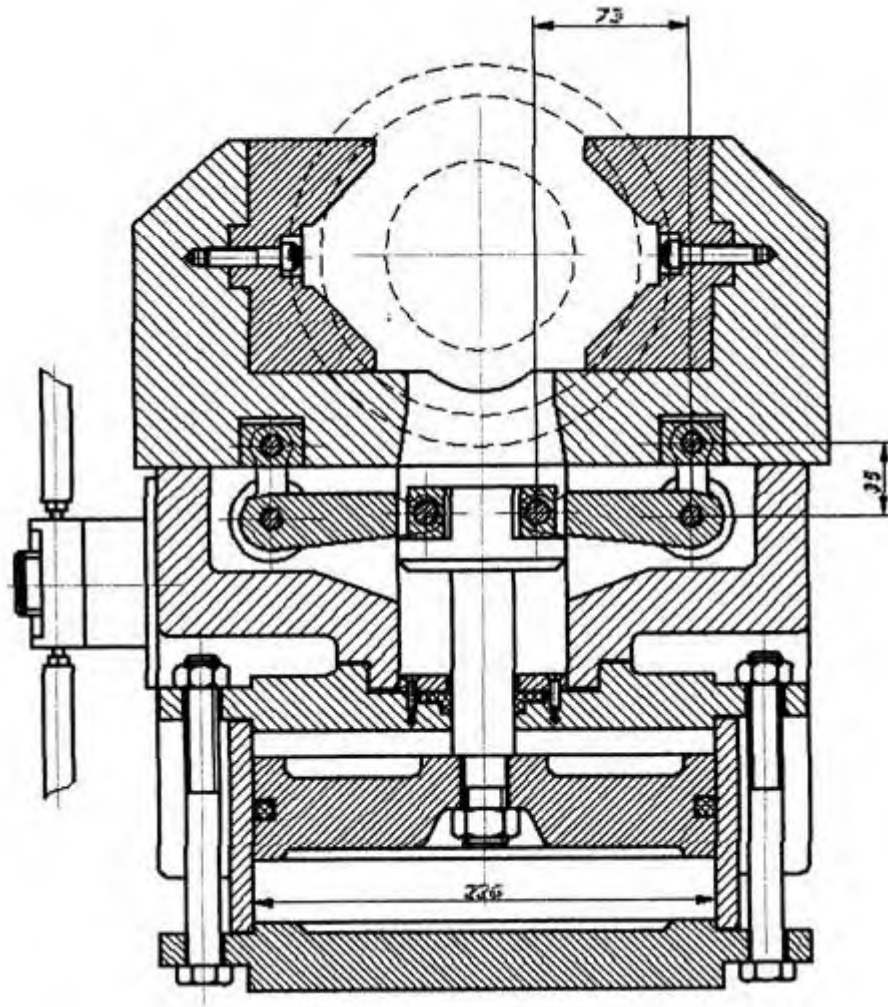


Рис.3.2.Схема пристосування на фрезерувальну операцію

					4267ст3.09.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

					4267ст3.09.КРБ.04.04.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці та навколишнього середовища			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Коваленко О.А.						К	Р	Б	44	8
Перевірив		Новошицький						НУК				
Консул.		Познанський АС										
Н.контр.		Моргун С.О.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вступ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційних заходів та засобів, які забезпечують безпеку та зберігання здоров'я людини в процесі праці. Ці заходи можна поділити на технічні, організаційні, а також заходи з індивідуального захисту працюючих. Першорядне значення мають технічні заходи (технічна безпека), які включають конструювання машин та проектування виробничих процесів, безпечних та нешкідливих для життя та здоров'я працюючих: розробку захисних приладів, відгородження небезпечних зон. Сюди можна віднести вентиляцію, опалення та освітлення виробничих приміщень та робочих місць, міри з електробезпеки працівників, їхнього захисту від електромагнітного поля та іонізуючих випромінювань.

Важливе значення мають також організаційні заходи: навчання виробничого персоналу безпечним методам та прийомам праці

Вибір правильного режиму праці та відпочинку для людей різноманітних професій, профілактика професійних захворювань. Способи індивідуального захисту є заходи, до яких працівники повинні дотримуватися тому, що раніше не було прийнято посадових технічних, а також організаційних заходів з захисту їх життя та здоров'я на виробництві. З розвитком науково-технічного прогресу підвищується питома вага агрегатних верстатів, автоматів, автоматичних ліній, верстатів та ліній з програмним керуванням. Все це виявляє позитивний вплив на продуктивність та покращення умов праці при обробці металів різанням. Разом з цим впливає ряд проблем безпеки та гігієни праці. У зв'язку із зростанням швидкості різання швидкохідними верстатами, попередження травмувань, обертаючимися частинами верстатів, оброблюваної деталі, ріжучим інструментом та відлітаючої стружки, обезпилювання потребує серйозної уваги, особливо при роботі на універсальних та спеціальних верстатах.

					4267ст3.09.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при виготовленні стойки редуктора

При механічній обробці металів на металоріжучих верстатах виникає ряд фізичних, хімічних, психофізіологічних та біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Перелік обладнання дільниці складає 7 верстатів наведено у табл.4.1.

Перелік обладнання на дільниці

Таблиця 4.1

Найменування верстата	Модель	Кількість
Токарний	16K20	1
Токарний з ЧПК	16K20Ф3	3
Внутрішньошліфувальний	3У142	1
Вертикально-фрезерувальний	6Р13	1
Вертикально-свердлильний	2Н125	1
Разом		7

Практично весь парк механічного обладнання зв'язаний зі зняттям стружки (окрім верстата 3У142). Металева стружка має високу температуру (400-600 °С) та велику кінетичну енергію, представляє серйозну небезпеку не тільки для працюючих на верстаті, а також і для осіб, які знаходяться поблизу верстата. Найбільш розповсюдженими у верстатників є травми очей. Отже, при токарній обробці від загальної кількості виробничих травм ушкодження очей перевищує 50%, при фрезеруванні – 10%, та близько 8% при заточуванні інструменту та шліфуванні. Очі пошкоджуються стружкою, що відлітає, частками пилу оброблюваного матеріалу, частками ріжучого інструменту та частками абразиву.

Фізичними шкідливими виробничими факторами, характерними для процесу різання, є підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони: високий рівень шуму та вібрації; недостатньо освітлена робоча зона,

наявність прямої та відображеної блискучості, підвищена пульсація світлового потоку.

Продукти термоокисленої деструкції (межові і немежові вуглеводні, а також ароматичні вуглеводні) можуть викликати наркотичну дію зі сторони центральної нервової системи, судинної системи, кровотворних органів, внутрішніх органів, а також шкірних трофічних порушень. Аерозоль нафтових масел, які входять до складу змащувально-охолоджувальної рідини, можуть викликати роздратування слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, сприяючи зниженню шумобіологічної реактивності.

4.2. Забезпечення безпеки при роботі на верстатах токарної групи

Найбільшою групою верстатів на дільниці є токарні верстати (4 з 7 верстатів). Тому техніка безпеки на токарних верстатах потребує найбільшої уваги.

Безпека роботи на токарному верстаті зумовлюється його пристроєм і різними заходами. Однак, травми токарів в цей час не виключені, частіше легкою, а в окремих випадках і у важкій формі. Причиною нещасних випадків, як правило, є необережність і зневага токарів правилами безпеки при роботі на токарному верстаті.



Рис.4.1. Засоби індивідуального захисту: а – окуляри; б – маска

Найчастіше поранення відбуваються через стружку, що відлітає. Відомо, що при обробці м'яких металів – латуні, бронзи та ін., стружка, як кажуть, «фонтанує». Дрібні шматочки стружки відлітають на велику відстань від місця утворення. Навіть маленька стружка може нанести важку травму, якщо вона потрапить в око. Ще більшу небезпеку представляють сталеві стружки, що утворюються при швидкісному різанні деяких сталей. Найпростіший захист від дрібних стружок, що відлітають, - це окуляри (рис.4.1,а), а ще краще прозора

					4267ст3.09.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запобіжна маска (рис.4.1,б), що закриває не тільки очі, але й все обличчя токаря.

Більш зручним і надійним засобом захисту токарі від стружки, що відлітає, навіть великою, є прозорий екран, закріплений на супорті. Приклад такого екрану показано на рис.4.2 у двох положеннях – працюючому (суцільні лінії) і у відкинутому (штрих-пунктирні лінії). В останньому положенні токар має вільний доступ до оброблюваної деталі для її установки й зняття, вимірювання, для зміни інструменту та ін. Перекид екрана в робоче положення й назад виробляється швидко й зручно рукояткою 1.

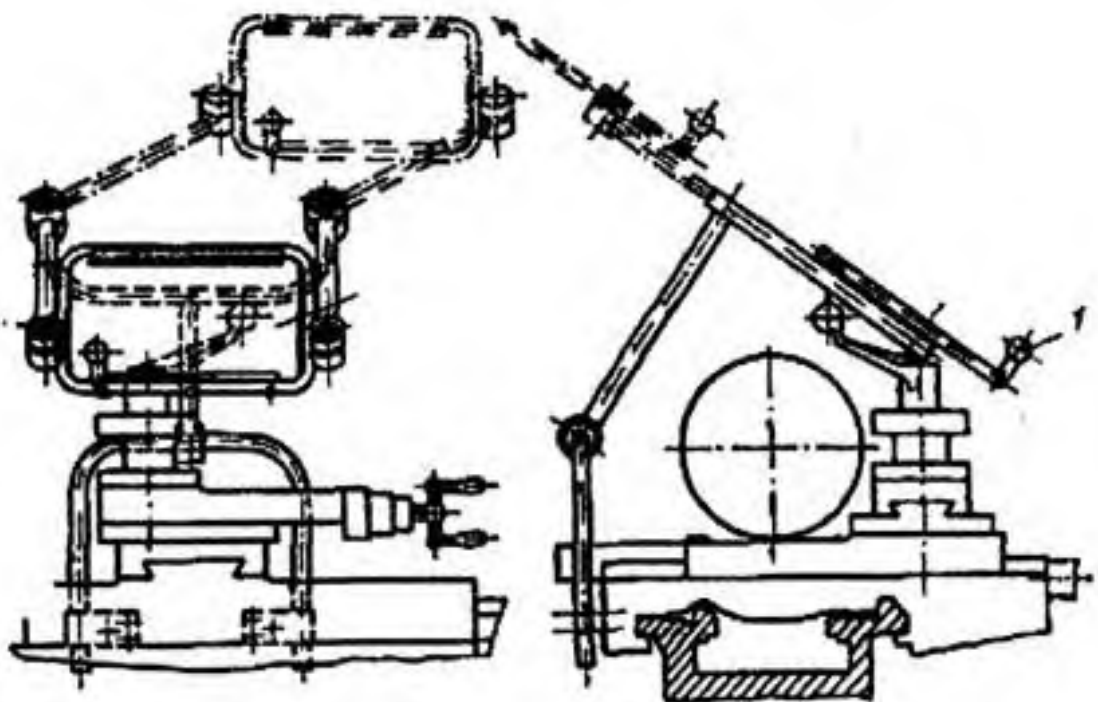


Рис.4.2. Стационарный прозрачный экран для защиты от стружки

Такі екрани треба передбачати насамперед на токарних верстатах з ЧПК (16K20Ф3), які не потребують активного втручання людини у процес різання.

При обробці грузлих сталей стружка утворюється у вигляді довгих спіралей, що переплутуються настільки, що видалення їх стає скрутним, а при працюючому верстаті – дуже небезпечним. Видаляти з верстата таку стружку руками не можна й необхідно застосовувати в цих випадках сталеві гачки.

					4267ст3.09.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Краще, однак, попереджати утворення подібної стружки, застосовуючи який-небудь із існуючих способів стружколомання.

Нещасні випадки відбуваються в результаті необережного обігу з обертовими частинами верстата, головним чином зубчастими колесами. У сучасних верстатів зубчасті колеса закриваються кожухами, причому деякі кожухи робляться знімальними. Нещасні випадки, пов'язані із зубчастими колесами, майже завжди відбуваються через необережність або недбалість самого працівника.

Нерідко робітник одержує травму безпосередньо від оброблюваної деталі, особливо якщо вона має виступаючі частини. І тут єдиний захід захисту – обережність і робочий одяг, що щільно прилягає. Рукава одягу повинно щільно охоплювати руку робітника в кисті. Значна кількість нещасних випадків викликається необережним обігом з оброблюваною деталлю при установці її на верстат і при знятті.

При роботі з охолодженням, якщо у верстата немає спеціального корита, охолоджена рідина іноді заливає підлогу у верстата. Щоб не підсковзнутися й не впасти на мокрій підлозі, біля верстата кладуть дерев'яні ґрати. У крайньому випадку потрібно посипати підлогу дерев'яною тирсою.

Несправність електричної проводки й електричних приладів (реостатів, рубильників) для вмикання електродвигунів і необережне з ними поводження також є причинами нещасних випадків. Відповідно до правил техніки безпеки, кожний верстат повинен бути заземлений. Про всі замічені випадки несправності електропроводки й електроприладів токареві варто негайно повідомляти адміністрацію цеху.

Нарешті, досить часто причиною травмування токаря виявляється іноді пристосування, виготовлене токарем з підручних матеріалів, без дотримання вимог техніки безпеки.

4.3. Основні вимоги до виробничого освітлення

Для створення сприятливих умов здорової праці, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних

					4267ст3.09.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

захворювань, нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зонової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно чинити засліплюючої дії, як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті передантації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);
- повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюється.

4.4. Охорона навколишнього середовища

Машинобудівна галузь, незважаючи на свою важливість для економіки, чинить значний негативний вплив на довкілля. Цей вплив проявляється практично на всіх етапах виробництва деталей та машин, від видобутку сировини до утилізації відходів. Розглянемо основні аспекти цього впливу.

1. Забруднення повітря:

Виробничі процеси в машинобудуванні супроводжуються викидами в атмосферу різноманітних шкідливих речовин. Це, перш за все, пил, що має різний хімічний склад та розмір частинок, а також аерозолі масел та емульсій, випари олій та охолоджуючих рідин. Ці викиди можуть містити токсичні метали, органічні сполуки та інші небезпечні речовини, які негативно впливають на здоров'я людини та стан екосистем.

Для мінімізації забруднення повітря в робочих зонах підприємств встановлюються жорсткі нормативи щодо гранично допустимих концентрацій

					4267ст3.09.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

(ГДК) шкідливих речовин, згідно з ГОСТ 12.1.005-88. Для досягнення цих норм використовуються спеціальні місцеві витяжні пристрої з насадками, які розміщуються безпосередньо в місцях інтенсивного виділення забруднюючих речовин. Крім того, важливим елементом екологічної стратегії є озеленення територій підприємств: створення квітників, висадка чагарників та посів газонних трав, що сприяє очищенню повітря та покращенню мікроклімату.

2. Забруднення водного середовища:

Машинобудівні підприємства є значними споживачами чистої прісної води, яка використовується для технічних потреб. Після використання ця вода, як правило, скидається у навколишні водойми, несучи з собою значний обсяг забруднень. Основними забруднювачами є механічні суспензії, такі як пісок та металева стружка, а також мінеральні масла та відпрацьовані охолоджуючі рідини. Ці речовини можуть призводити до замулення водойм, порушення водного балансу, загибелі водних організмів та забруднення питної води.

Для зменшення негативного впливу на водні ресурси необхідне впровадження сучасних систем очищення стічних вод, що дозволяють видаляти механічні домішки, масла та інші забруднювачі. Також важливим є перехід на замкнуті цикли водопостачання, що дозволяє повторно використовувати воду та значно скоротити обсяги скидів.

Загалом, для зменшення екологічного навантаження від машинобудівного виробництва необхідний комплексний підхід, що включає впровадження новітніх технологій, модернізацію обладнання, суворий контроль за дотриманням екологічних норм та активну участь у програмах з охорони довкілля.

Промислова діяльність має значний вплив на стан водних ресурсів, створюючи подвійний тиск на гідросферу. З одного боку, ми стикаємося із забрудненням нафтопродуктами, що потрапляють у воду разом із відпрацьованими мийними розчинами та емульсіями. Це створює серйозну загрозу для водних екосистем, порушуючи їхній природний баланс.

					4267ст3.09.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
						51
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З іншого боку, широке використання води для охолодження промислового обладнання – від машин-генераторів до теплових установок – призводить до значного підвищення температури стічних вод. Це явище, відоме як теплове забруднення, негативно впливає на водну флору і фауну, змінюючи їхнє середовище існування.

Щоб мінімізувати цей вплив, промислові підприємства зобов'язані очищати свої стічні води до суворих стандартів. Ці норми визначені "Правилами охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами" та вимогами ДБН В.2.5-75:2013.

Очисні споруди для промислових стоків відіграють ключову роль у цьому процесі. Вони не лише приймають та очищають хімічно забруднені стоки, але й знешкоджують їх, а також зневоднюють осад, що утворюється під час освітлення води. Лише після такої комплексної обробки очищені стоки можуть бути скинуті в господарсько-побутову каналізацію, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Це складний, але життєво важливий процес для збереження чистоти наших вод.

Відпрацьовані ЗОР необхідно збирати в спеціальні ємності. Водну і масляну фазу можна використовувати як компоненти для приготування емульсій. Масляна фаза емульсій може поступити на регенерацію. Концентрація повинна відповідати вимогам ДБН В.2.5-75:2013. Водну фазу ЗОР очищають до гранично допустимої концентрації або розбавляють до допустимого вмісту нафтопродуктів і зливають в каналізацію.

Склад очисних споруд вибирають залежно від характеристики і кількості стічних вод, що поступають на очищення, необхідної міри очищення, методу використання їх осаду і від інших місцевих умов відповідно до ДБН В.2.5-75:2013.

У складі очисних споруд повинні передбачатися грати або ґрати-дробарки, пісколовки і піскові майданчики, усередники, відстійники, нафтоловушки, гідроциклони, установки флотацій, ущільнювачі, біологічні фільтри, споруди для насичення очищених стічних вод киснем і інші споруди.

					4267ст3.09.КРБ.074.04.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Проектування технології виготовлення стойки редуктора ($\varnothing 370$ мм; $L = 281,7$ мм)» надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення стойки.

Проектована деталь – стійка редуктора, виготовляється з легованої конструкційної сталі 40Х ДСТУ 7806:2015.

В кваліфікаційній роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: свердла-зенківки, пристосування на фрезерувальну операцію.

У бакалаврській роботі наведені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці, приведені основні вимоги до виробничого освітлення, розглянуто заходи безпеки при роботі на верстатах токарної групи.

					4267ст3.09.КРБ.074.04.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навч. пос. / С.М.Соловйов, М.М.Івахненко, О.П.Шумілов, В.О.Бобошко, О.О.Козленко. – Під заг.ред.проф.С.М.Соловйова. – Миколаїв: НУК, 2006. – 172 с.
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
3. 2.Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. Довідник технолога-машинобудівника . В 2-х т./Під заг.ред. А.Г.Косілової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., перероб. І доп. – Київ, Техніка, 1990.
5. Зенкін А.С. Допуски і посадки в машинобудуванні. – Київ, Техніка, 1990.
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці /Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «СМІТ», 2006. – 320 с.
7. 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.
8. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник для машинобудівних спеціальностей вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.
9. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування: Навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54