

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д-р техн. наук, професор

М.Р. Ткач



«__» _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: «Проектування технології виготовлення валу
ступінчастого (Ø63 мм; L = 240 мм)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 4267ст3

Керівник




Василега І.С.
(прізвище та ініціали)

Познанський А.С.
(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

 “ _____ ” _____ 2026 р.

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

Студент _____ Василега Ігор Сергійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Проектування технології виготовлення валу ступінчастого (Ø63 мм; L = 240 мм)“

керівник роботи к.т.н., доцент Познанський А.С. _____
(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.

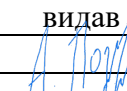
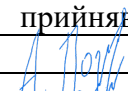
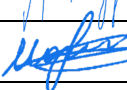
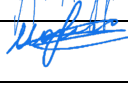
2) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

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 (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)

Керівник роботи _____
(підпис)

Василега І.С.
(прізвище та ініціали)

Познанський А.С.
(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Проектування технології виготовлення валу ступінчастого ($\varnothing 63$ мм; $L = 240$ 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: вал ступінчастий, заготівка, припуски, пристосування для фрезерування лисок і пазів, фреза кінцева.

ABSTRACT

In the bachelor's qualification work on the topic "Design of the technology for manufacturing a stepped shaft ($\varnothing 63$ mm; $L = 240$ 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 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 at the site are provided.

Key words: stepped shaft, workpiece, allowances, devices for milling flats and grooves, end mill.

Зміст

Вступ.....	6
1. Загальна частина.....	8
1.1.Конструкція та призначення деталі.....	9
1.2.Характеристика властивостей матеріалу деталі.....	9
1.3. Визначення та обґрунтування типу виробництва.....	11
2. Технологічна частина.....	14
2.1.Аналіз технологічності конструкції деталі.....	15
2.2.Вибір і обґрунтування вибору заготовки.....	18
2.3.Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах.....	22
2.4.Проектування технологічного процесу.....	27
2.5.Вибір устаткування і його характеристика.....	29
2.6.Вибір ріжучого інструменту.....	33
2.7.Вибір вимірювального інструменту.....	35
2.8.Розрахунок режимів різання.....	36
2.9.Технічне нормування.....	39
3. Конструкторська частина.....	43
3.1.Розрахунок пристосування для фрезерування.....	44
3.2.Проектування кінцевої фрези.....	47
3.3.Контрольно-вимірювальне пристосування.....	51
4. Охорона праці.....	54
4.1.Вступ.....	55
4.2.Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на ділянці....	56
4.3.Заходи щодо охорони навколишнього середовища	63
Висновки.....	66
Література.....	67

						Арк.
.	Арк.	докум.	дпис	Дата		

Вступ

Перед українським машинобудуванням стоять амбітні завдання: зробити виробництво сучаснішим, ефективнішим та якіснішим. Це означає постійне вдосконалення технологій, пошук нових підходів до виробництва, а також широке впровадження механізації та автоматизації. Все це має базуватися на останніх досягненнях науки і техніки, щоб ми могли виробляти більше, краще і з меншими витратами.

Основні напрямки сучасного розвитку технології машинобудування:

1. **Мінімізація обробки металу:** мета – максимально зменшити кількість металу, який потрібно обробляти різанням. Це досягається завдяки виготовленню заготовок, які вже на початковому етапі максимально наближені до форми, розмірів та якості поверхні готової деталі.

2. **Сучасне обладнання та інструменти:** активно використовувати високопродуктивне автоматизоване обладнання, а також інструменти з твердих сплавів, металокераміки та алмазів. Важливо також застосовувати швидкодіючі пристосування та оптимальні режими різання, щоб прискорити процес і підвищити його ефективність.

3. **Висока точність та якість:** виготовлення деталей з високою точністю форми та розмірів, а також з ідеальною якістю обробленої поверхні – запорука міцності та довговічності наших машин.

4. **Зміцнюючі технології та групове виробництво:** застосування технологій, що підвищують міцність деталей, є дуже важливим. Крім того, для підвищення продуктивності та зниження собівартості у дрібносерійному та серійному виробництві чудово зарекомендувала себе групова форма організації виробництва.

Завдяки уніфікації деталей ми можемо збільшити обсяги партій, що виробляються. Це, в свою чергу, зменшує різноманіття технологічних

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

процесів і дозволяє нам застосовувати високопродуктивні методи обробки, які зазвичай використовуються у масовому виробництві. Це значно підвищує ефективність і знижує витрати.

Сучасне виробництво не стоїть на місці, воно активно розвивається завдяки впровадженню автоматизації, комп'ютерних технологій та верстатів з програмним керуванням. Ці інновації створюють міцний фундамент для побудови автоматизованих систем управління, що дозволяють оптимізувати виробничі процеси та режими обробки.

Машинобудування рухається шляхом уніфікації та стандартизації виробничих процесів, зменшення кількості обладнання та трудомісткості, а також впровадження високопродуктивного устаткування. Механізація та автоматизація є ключовими факторами для підвищення продуктивності праці та збільшення обсягів виробництва.

Електронно-обчислювальні машини (ЕОМ) відкривають нові горизонти для технологічної науки. Саме завдяки ЕОМ стало можливим виявляти та формалізувати фактори та закономірності технологічних процесів. ЕОМ допомагають у класифікації та групуванні деталей, виборі режимів різання, підборі обладнання, оснащення та інструментів, а також у розробці технологічних процесів.

У кваліфікаційній роботі розглянуті питання якості виготовлення деталі, продуктивності праці та економічності технологічного процесу. Також приділено увагу підвищенню ефективності використання матеріалів та конструкторським аспектам. В результаті розроблено технологічний процес механічної обробки поворотного валу.

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

					4267ст3.04.КРБ.04.01.ПЗ									
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальна частина					Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Василега І.С.								К	Р	Б	8	5
Перевірів		Познанський								НУК				
Консул.														
Н.контр.		Моргун С.О.												
Затвердив		Ткач М.Р.												

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Конструкція і призначення деталі

Вал відноситься до деталей типу «тіла обертання». За конструкцією він є багатоступінчастим, фасонним, тобто вал має на окремих ділянках різні діаметри, шпонкові пази, різьбу, лиски, та пази. Така конструкція необхідна для посадки інших деталей на свої місця без ушкодження сусідніх ділянок і для утворення упорів та закріплення інших деталей.

Поверхня вала $\varnothing 32h6$ посадочна, призначена для посадки підшипника на вал, а різьбовий отвір M16-7H призначений для його закріплення.

Поверхня вала $\varnothing 63$ з двома шпонковими пазами служить для привода. Розміри фасок і радіусів відповідають рекомендаціям ГОСТ 10948-84. Таким чином конструкція деталі забезпечує виконання її функцій у вузлі.

Шорсткість поверхонь вала задана параметром Ra (1,25; 1,5; 5; 10 мкм) і відповідає диференційному ряду використання. Базою для контролю відхилень розміщення є вісь деталі. Деталь поворотний вал має досить високі показники точності, шорсткості і взаємного розташування поверхонь.

Конструкція деталі досить складна, однак це зумовлено відповідальністю та службовим призначенням деталі у вузлу.

1.2. Характеристика властивостей матеріалу деталі

Проектована деталь - поворотний вал виготовляється з конструкційної легованої якісної сталі 45 ДСТУ 7806:2015.

У машинобудуванні широко використовуються різні типи деталей, які повинні володіти підвищеною міцністю та зносостійкістю. До таких належать поворотні, колінчасті і розподільні вали, вал-шестерні, шпинделі, циліндри, кулачки та інші елементи. Ці деталі можуть бути нормалізованими, тобто обробленими за стандартними технологічними режимами для досягнення необхідних механічних властивостей. Крім

					4267ст3.04.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

того, часто застосовують поліпшені варіанти, які проходять додаткові процеси зміцнення, а також деталі, що піддаються поверхневій термообробці. Поверхнева термообробка дозволяє значно підвищити твердість зовнішнього шару, зберігаючи при цьому достатню пластичність і міцність серцевини. Завдяки цьому такі деталі краще витримують навантаження, зменшують знос і продовжують термін служби машин і механізмів. Таким чином, правильний вибір і обробка цих деталей є ключовими факторами для забезпечення надійної і довговічної роботи складних технічних систем.

Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 780:2015

Таблиця 1.1

Основні компоненти	%
Вуглець (C)	0,42-0,5
Кремній (Si)	0,17-0,37
Марганець (Mn)	0,50-0,80
Хром (Cr), не більше	0,25
Мідь (Cu), не більше	0,25
Нікель (Ni), не більше	0,25
Миш'як (As), не більше	0,08
Залізо - основа	
Домішки	%
Сірка (S), не більше	0,04
Фосфор (P), не більше	0,035

Фізичні та механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7806:2015

Температура критичних крапок:

$A_{c1} = 730\text{ }^{\circ}\text{C}$; $A_{c3}(A_{cm}) = 755\text{ }^{\circ}\text{C}$; $A_{r3}(A_{rcm}) = 690\text{ }^{\circ}\text{C}$; $A_{r1} = 780\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 $M_n = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$.

					4267ст3.04.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7806:2015

Таблиця 1.2

Параметр	Позначення	Значення
Межа плинності	$\sigma_{0.2}$	395 МПа
Межа міцності при розтягуванні	σ_B	620 МПа
Відносне подовження після розриву	δ_5	17%
Відносне звуження	φ	45%
Ударна в'язкість	ψ	259 Дж/см
Твердість по Брінелю	HB	187-229

Технологічні властивості сталі 45 ДСТУ 7806:2015

Схильність до відпускної здібності	не схильна
Температура ковки	Початок 1250°C, кінець 700°C
Зварюваність	Важко зварювана, необхідне підігрівання і подальша термообробка
Обробка різанням	У гарячекатаному стані при 170-179 HB та ($\sigma_B = 640$ МПа $K_{y \text{ ТВ.СПЛ.}} = 1$; $K_{y \text{ Б.СТ.}} = 1$)
Флокеночутливість	незначна

1.3. Визначення та обґрунтування типу виробництва

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

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

					4267ст3.04.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 1.3

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

У машинобудуванні існують три основні види виробництва: масове, серійне та одиничне. Визначення типу виробництва залежить від того, наскільки спеціалізовані робочі місця, який асортимент продукції випускається та як ці вироби переміщуються між робочими місцями.

Серійне виробництво, хоча й поділяється на багатосерійне, дрібносерійне та середньосерійне, має досить умовний поділ. Це пов'язано з тим, що в різних галузях машинобудування, навіть при однаковій кількості випущених виробів у серії, але при значних відмінностях у їх розмірах, складності та трудомісткості, виробництво може бути віднесено до різних типів.

Залежно від кількості виробів у партії або серії, розрізняють крупносерійне, середньосерійне та дрібносерійне виробництво. Цікаво, що крупносерійне виробництво за рівнем механізації та автоматизації наближається до масового, тоді як дрібносерійне – до одиничного. Наприклад, для нашої випадку обрано обсяг випуску - 10 000 шт.

Для серійного виробництва характерне використання як універсального, так і спеціального обладнання, яке розміщується відповідно до технологічного процесу. Оснащення при цьому є уніфікованим.

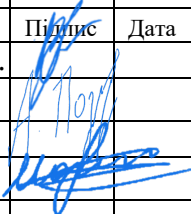
Технологічний процес розробляється поопераційно, а кваліфікація робітників зазвичай є середньою.

Цикл виготовлення продукції при серійному виробництві зазвичай коротший порівняно з одиничним виробництвом. Це пов'язано з тим, що серійне виробництво передбачає випуск великої кількості однакових або схожих виробів, що дозволяє оптимізувати технологічні процеси, краще організувати роботу обладнання та скоротити час на переналагодження. Завдяки цьому виробничий цикл стає більш ефективним і швидким.

Крім того, собівартість продукції при серійному виробництві, як правило, нижча, ніж при одиничному. Це пояснюється економією на масштабі: закупівля матеріалів великими партіями, використання спеціалізованого обладнання, а також розподіл постійних витрат на більшу кількість виробів знижують загальні витрати на одиницю продукції.

Продукція серійного виробництва — це вироби встановленого типу, які мають широке поширення на ринку. Вони виготовляються у великих кількостях і призначені для задоволення потреб великої кількості споживачів, що робить цей вид виробництва особливо актуальним для популярних товарів.

					4267ст3.04.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ									
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна частина					Літ			Арк.	Аркушів
Розробив		Василега І.С.								К	Р	Б	14	28
Перевірів		Познанський								НУК				
Консул.														
Н.контр.		Моргун С.О.												
Затвердив		Ткач М.Р.												

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технологічності конструкції деталі

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

ГОСТ 14.202-83 виділяє основні і додаткові показники технологічності. До основних показників відносять:

- трудомісткість виготовлення виробу (сумарні витрати праці на здійснення технологічних процесів виготовлення виробу);
- технологічну собівартість виробу (частина собівартості виробу, яка визначається сумою витрат на здійснення технологічних процесів виготовлення виробу).

Додаткові показники технологічності поділяють на такі:

- техніко-економічні - відносна трудомісткість видів робіт: заготівельних, механічних, складання тощо;
- технічні, що оцінюють конструкцію як виробу в цілому, наприклад: коефіцієнт уніфікації вузлів/деталей, коефіцієнт стандартизації деталей, коефіцієнт точності та ін.

Технологічність деталі залежить від типу виробництва; обраного технологічного процесу, устаткування та оснащення, організації виробництва, а також від умов деталі і складальної одиниці у виробі й умов ремонту.

Ознаками технологічності конструкції поворотного вала є наявність у неї невеликих перепадів діаметрів сходи́н, розташування східчастих

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхонь з убуванням діаметра від середини, доступність всіх оброблюваних поверхонь для механічної обробки, можливість застосувати для виготовлення деталі вхідну заготівлю прогресивного виду, що за формою і розмірами близька до форми і розмірів готової деталі.

Аналіз технологічності деталі включає обробку її конструкції з метою максимальної уніфікації елементів (діаметральних розмірів, різьб, фасок та інше), вірний вибір та простановка розмірів оптимальних допусків і шорсткості поверхні, дотримання всіх вимог, пред'явлених до заготовок та інше.

При оцінці технологічності конструкції деталі потрібно звертати увагу на ступінь використання уніфікованих (нормалізованих) конструкційних елементів, можливість застосування стандартного ріжучого, вимірювального і допоміжного інструменту та пристосувань, можливість використання типових технологічних процесів.

Кількісна оцінка технологічності деталі здійснюється за значенням показників:

1. Коефіцієнт уніфікації:

$k_{y,e} = Q_{ye} / Q_e$, де Q_{ye} - число уніфікованих типорозмірів конструкційних елементів; Q_e - число конструкційних елементів у деталі.

Так як $k_{y,e} > 0,6$, значить деталь за коефіцієнтом уніфікації є технологічною.

2. Коефіцієнт точності: $k_m = 1 - 1/A_{cp}$;

$A_{cp} \equiv \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot n_i}{n}$, де A_{cp} - квалітет точності ; n_i - число елементів відповідних

квалітетів точності; n - загальне число елементів.

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_{cp} = (6 \cdot 2 + 7 + 10 \cdot 2 + 14 + 15)/20 = 12,45;$$

$$k_m = 1 - 1/12,45 = 0,92.$$

Так як $k_m > 0,8$, значить конструкція деталі по точності технологічна.

3. Коефіцієнт шорсткості

$$k_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}; B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot n_i}{n}, \text{ де } B_i - \text{ клас шорсткості; } n - \text{ число елементів}$$

відповідно класу шорсткості.

$$B_{cp} = \frac{7 \cdot 2 + 4 \cdot 2 + 5 \cdot 4 + 3 \cdot 12}{20} = 3,9;$$

$$k_{ш} = \frac{1}{3,9} = 0,26.$$

Так як $k_{ш} > 0,16$, значить конструкція деталі по шорсткості технологічна.

4. Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{в.м.} = \frac{M_d}{M_3}, \text{ де } M_d - \text{ маса деталі, кг; } M_3 - \text{ маса заготовки, кг.}$$

$$K_{в.м.} = \frac{3,5}{4,2} = 0,84.$$

Так як $K_{в.м.} > 0,56$, значить конструкція деталі по використанню матеріалу технологічна.

Якісна оцінка технологічності міститься в аналізі конструкції деталі по точності і шорсткості, а також наявності термічної обробки і її місці в технологічному процесі.

Деталь вал відноситься до класу валів і складається з поверхонь оберту та лінійних поверхонь (торцевих) не потребуючих складної форми заготовки. Деталь вал відноситься до деталей наскрізної форми і для її обробки не виникає необхідність в проектуванні спеціальних пристосувань і спеціальних ріжучих та вимірювальних інструментів. Деталь достатньо міцна і жорстка, так як відношення $L/D > 5$. Всі поверхні доступні для обробки. Найбільший квалітет точності IT6, найбільший клас шорсткості - 7, значить при обробці не має потреби застосування спеціальних складних довідкових операцій.

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

З усього цього можливо зробити висновок: деталь технологічна.

2.2. Вибір і обґрунтування вибору заготовки

Метод отримання заготовки значною мірою залежить від програмного завдання і технічних можливостей заготівельних цехів підприємства. Високопродуктивні способи виготовлення прогресивних заготовок сприяють зниженню собівартості виготовлення деталі. Як найбільш раціональні способи одержання заготовки для деталі «поворотний вал» розглянемо лиття в кокіль й штампування на КГШП.

Кокільне лиття - найбільш дешевий серед спеціальних способів лиття. Його головна особливість складається в багаторазовому використанні металевої форми - кокілю. Кокіль дозволяє одержувати виливки зі стабільними точними розмірами (до 12 квалітету). Параметр шорсткості може досягати $R_z=20$ мкм. Кокільне лиття доцільно застосовувати в умовах серійного виробництва для виготовлення виливків дрібних і середніх розмірів і нескладної конфігурації.

Штампування на кривошипних гарячештампувальних пресах застосовуються в серійному й масовому виробництві. Хоча устаткування відрізняється високою вартістю, воно пристосовано для високо механізованого й автоматизованого виробництва кувань. При штампуванні на КГШП виходять кування близькі за формою до готової деталі з точними розмірами, що сприяє зниженню витрат при механічній обробці. Штампування дозволяє отримати заготовку із високою якістю структури та сприятливими механічними властивостями.

Розрахунок розмірів кування

1. Встановлюємо масу кування орієнтовно, збільшуючи масу заготовки на 20%: $G_{пок}=3,5 \cdot 1,2 = 4,2$ кг.

2. Точність виготовлення приймаємо Т2 згідно з табл. 13.1 [5];

3. Ступінь складності кування визначаємо залежно від відношення її

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'єму $V_{\text{пок}}$ до обсягу V_{ϕ} фігури - циліндра, описаного навколо її:

$$V_{\text{пок}} = G/\gamma = 4,2/7,82 \cdot 10^3 = 0,54 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$V_{\phi} = \pi D^2/4 \cdot H = (3,14 \cdot 0,063 \cdot 10^{-3}/4) \cdot 0,240 = 0,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$C = 0,54 \cdot 10^{-3} / 0,75 \cdot 10^{-3} = 0,72, \text{ що відповідає С1.}$$

Група стали - М2 (зміст легуючих елементів більше 5%).

4. Установлюємо вихідний індекс 8 по [5].

Основні припуски на механічну обробку знаходимо залежно від вихідного індексу, лінійних розмірів і шорсткості поверхні деталі по табл. 5.8 [5], допуски й відхилення розмірів - по табл. 5.9 [5].

Розрахунок розмірів кування

Таблиця 2.1

Розмір деталі, мм	Припуск, мм	Додатковий припуск, мм	Припустимі відхилення, мм	Розмір кування, мм
063	1,3	0,2	+0,8 -0,4	$\varnothing 66^{+0,3}_{-0,4}$
038	1,4	0,2	+0,7 -0,3	$\varnothing 42^{+0,3}_{-0,4}$
032	1,3	0,2	+0,7 -0,3	$\varnothing 35^{+0,7}_{-0,3}$
240	1,2	0,2	+1,1 -0,5	$245^{+1,1}_{-0,5}$
136	1,1	0,2	+0,9 -0,5	$139^{+0,9}_{-0,5}$
49	1	0,2	+0,8 -0,4	$52^{+0,8}_{-0,2}$

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{в.м.}}$.

Об'єм штампування дорівнює:

$$V_{\text{пок}} = 3,14/4(97,1^2 \cdot 39,8 + 40,9^2 \cdot 82,5 + 52,4^2 \cdot 74,8) = 0,564 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

Вага заготовки дорівнює:

$$G_{\text{пок}} = 0,564 \cdot 10^{-3} \cdot 7,82 \cdot 10^3 = 4,4 \text{ кг};$$

Тоді $K_{\text{в.м.}}$:

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{G_{\text{д}}}{G_{\text{отл}}} = \frac{3,5}{4,4} = 0,8.$$

Приймаємо штампувальні ухили згідно табл. 5.10 [5] - 7°; згідно табл. 5.11 [5] радіуси закруглень зовнішніх кутів кувань - 2 мм, внутрішніх кутів - 4 мм.

Розрахунок вартості штампованої заготовки

Розрахунок вартості заготовки виконується на основі відомих даних: розміру річної програми виробництва продукції, норми витрат матеріалу на одиницю продукції, норми відходів та оптових цін на матеріали та відходи.

Формула розрахунку вартості заготовки:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} Q k_m k_c k_B k_M k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{відх.}}}{1000},$$

де C_i - вартість 1 тонни заготовок, грн.,

$k_m k_c k_B k_M k_n$ - коефіцієнти, в залежності від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і обсягу виробництва заготовок.

Q - маса заготовки, q - маса деталі.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{8100}{1000} \cdot 4,4 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,45 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (4,4 - 3,5) \cdot \frac{1250}{1000} = 37,65 \text{ грн.}$$

Розрахунок розмірів виливка

1. Точність виготовлення 7-7-5-2;
2. Граничні відхилення зсуву елементів $\xi_{\text{зсв.}} = \pm 0,5$;
3. Граничні відхилення жолоблення виливка $\xi_{\text{жол.}} = 0$.

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок розмірів кування

Таблиця 2.2.

Розмір деталі, мм	Припуск, мм	Додатковий припуск, мм	Припустимі відхилення, мм	Розмір кування, мм
ø63	<u>1,4</u> -2,0	0,4	±0,5	ø68±0,5
ø38	1,4- <u>2,0</u>	0,4	±0,45	ø43±0,45
ø32	<u>1,4</u> -2,0	0,4	±0,45	ø36±0,45
240	<u>2,0</u> -2,8	0,2	±0,7	246±0,7
136	<u>1,6</u> -2,4	0,3	±0,6	141±0,6
49	<u>1,4</u> -2,0	0,4	±0,5	53±0,5

Визначимо коефіцієнт використання матеріалу $K_{вм}$

- Об'єм виливка дорівнює:

$$V_{\text{пок}} = \frac{3,14}{4}(98,4^2 \cdot 47,4 + 40,8^2 \cdot 87,2 + 48,7^2 \cdot 82,1) = 0,627 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

Вага заготовки дорівнює:

$$G_{\text{пок}} = 0,627 \cdot 10^{-3} \cdot 7,82 \cdot 10^3 = 4,9 \text{ кг};$$

Тоді $K_{в.м.}$:

$$K_{в.м.} = \frac{G_{\text{д}}}{G_{\text{отл}}} = \frac{3,5}{4,9} = 0,72.$$

Прийmemo штампувальні ухили згідно табл. 5.10 [5]: 7°; згідно табл. 5.11 [5] радіуси закруглень зовнішніх кутів виливка 2 мм внутрішніх кутів 4 мм.

Розрахунок вартості ливарної заготовки

Розрахунок вартості заготовки виконується на основі відомих даних:

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.Зм	Арк.	№ докум.№	ПідписПі	Дата		215

розміру річної програми виробництва продукції, норми витрат матеріалу на одиницю продукції, норми відходів та оптових цін на матеріали та відходи.

Формула розрахунку вартості заготовки:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} Q k_m k_c k_B k_M k_n \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{відх.}}}{1000},$$

C_i - вартість 1 тонни заготовок, грн.,

$k_m k_c k_B k_M k_n$ - коефіцієнти, в залежності від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і обсягу виробництва заготовок.

Q - маса заготовки, q - маса деталі.

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{8100}{1000} \cdot 4,9 \cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \right) - (4,9 - 3,5) \cdot \frac{1250}{1000} = 60,65 \text{ грн.}$$

Економічний ефект для порівняння методів отримання заготовок, при яких технологічний процес механічної обробки не міняється, може бути розрахований за формулою:

$$E_3 = (S_{\text{ум}} - S_{\text{лм}})N,$$

де N - річна програма;

$$E_3 = (37,65 - 60,65) \cdot 10000 = 230000 \text{ грн.}$$

Отже, використання штампованих заготовок є економічно вигіднішим.

2.3. Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах

Припуск - шар матеріалу, що видаляється з поверхні заготовки в цілях досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні.

Операційний припуск - припуск, що видаляється при виконанні однієї технологічної операції.

Проміжний припуск - припуск, що видаляється при виконанні одного технологічного переходу.

Загальний припуск - сума операційних припусків, що видаляються при виконанні всіх технологічних операцій, що здійснюються над даною поверхнею.

Припуск на обробку поверхонь деталі може бути призначений по

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

відповідним довідковим таблицям, ГОСТам або на основі розрахунковий-аналітичного методу визначення припусків. Припуски, що призначаються по таблицям, в загальному випадку є завищеними, містять резерви зниження витрати матеріалу і трудомісткості виготовлення деталі. Область застосування цього методу - одиничне і дрібносерійне виробництво.

При розрахунково-аналітичному методі розрахунковою величиною є припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході похибок обробки і дефектів поверхневого шару, одержаних на попередньому переході і компенсації похибок, що виникають на виконуваному переході. Застосування розрахунково-аналітичного методу скорочує в середньому відхід металу в стружку, сприяє підвищенню технологічної культури виробництва.

Визначимо розрахунково-аналітичним методом припуски на одну з найбільш точних поверхонь вала.

Розраховуємо операційні розміри і припуски, і розмір заготовки при обробці поверхні $\varnothing 32h6_{(-0,016)}$.

Вибір переходів обробки поверхонь

Для встановлення орієнтовної кількості ступенів (технологічних переходів) обробки елементарної поверхні необхідно знати її розмір та допуск за кресленням, а також розмір та допуск заготовки. Користуючись [12], зробимо такі розрахунки.

1. Знаходимо загальне уточнення:

$$\epsilon_{заг} = \frac{T d_{заг}}{T d_{дет}} = \frac{0,9}{0,016} = 56;$$

Визначаємо

кількість переходів обробки елементарної поверхні:

$$n = \frac{\lg \epsilon_{заг}}{0,46} = \frac{\lg 56}{0,46} = 3,8;$$

Приймаємо кількість переходів - 4.

Допуск розміру заготовки відповідає 15-му квалітету, а допуск розміру деталі 6-му квалітету. Точність розміру підвищується на $15 - 6 = 9$ квалітетів.

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3а законом прогресивного убубання розподіляємо точність для 4-х переходів таким чином $9 = 3+3+2+1$

За таблицями економічної точності призначаємо вид обробки, квалітети, шорсткість поверхонь та припуски після кожного переходу.

Переходи обробки поверхонь

Таблиця 2.3

Після 1-го переходу	15-3=12-й квалітет	Точіння чорнове	Ra=12,5 мкм	Td = 0,300 мм
Після 2-го переходу	12-3=9-й квалітет	Точіння чистове	Ra=3,2 мкм	Td = 0,074 мм
Після 3-го переходу	9-2=7-й квалітет	Точіння тонке	Ra=1,25 мкм	Td = 0,030 мм
Після 4-го переходу	7-1=6-й квалітет	Шліфування чистове	Ra=0,63 мкм	Td = 0,019 мм

Технологічний маршрут обробки поверхні:

- точіння чорнове H12
- точіння чистове H9
- обточування тонке H7
- шліфування чистове H6

Знаходимо елементи припуску:

Допуск на розмір штампування по 15 класу точності:

$$T_{H3} = 1,0 \text{ мм} = 1000 \text{ мкм} [3].$$

Технологічний допуск при чорновому точінні (H12):

$$T_{H1} = 0,62 \text{ мм} = 620 \text{ мкм} [3].$$

Технологічний допуск при чистовому точінні (H9):

$$T_{H2} = 0,062 \text{ мм} = 62 \text{ мкм} [3].$$

Технологічний допуск при тонкому точінні (H7):

$$T_{H3} = 0,025 \text{ мм} = 25 \text{ мкм} [3].$$

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічний допуск при чистовому шліфуванні (Н6):

$$TH_3 = 0,016 \text{ мм} = 16 \text{ мкм} [3].$$

Величина (R_z+h), що характеризує якість поверхні штампування дорівнює 450 мкм [26];

При чорновому точінні $R_z = 50 \text{ мкм}$, $h = 50 \text{ мкм}$ [26];

При чистовому точінні $R_z = 25 \text{ мкм}$, $h = 25 \text{ мкм}$ [26];

При тонкому точінні $R_a = 5 \text{ мкм}$, $h = 5 \text{ мкм}$ [26];

При чистовому шліфуванні $R_a = 2,5 \text{ мкм}$, $h = 5 \text{ мкм}$ [3].

Значення R_z та h , а також відхилення та похибки вибираємо за таблицями [7].

Розрахунок припусків виконуємо по формулам:

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot [(R_z + h)_{i-1} + \Delta\varepsilon_{\Sigma i-1}];$$

де $R_{z\ i-1}$ - висота мікронерівностей на попередньому переході, мкм;

h_{i-1} - величина дефектного шару з попереднього переходу, мкм;

$\Delta\varepsilon_{\Sigma i-1}$ - сумарні відхилення розташування поверхонь (відхилення від паралельності, перпендикулярності, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційне відхилення), мкм;

$$2Z_{i\max} = 2Z_{i\min} + Td_{i-1} + Td_i$$

де Td_{i-1} і Td_i - допуски розмірів відповідно на попередньому та виконуваному проходах.

Граничні розміри визначаються за формулами:

$$d_{\min\ i-1} = d_{\min\ i} + 2Z_{\min\ i},$$

$$d_{\max\ i-1} = d_{\max\ i-1} + Td_{i-1},$$

1. Розраховуємо величину мінімального й максимального припусків для кожного переходу:

Чорнове точіння:

$$2Z_{\min} = 2[(200+250)+20]=940 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 940 + 1000 + 620 = 2560 \text{ мкм}.$$

Чистове точіння:

$$2Z_{\min} = 2(50 + 50 + 15) = 230 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 230 + 620 + 62 = 912 \text{ мкм}.$$

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тонке точіння:

$$2Z_{\min} = 2(25 + 25 + 10) = 120 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 120 + 62 + 25 = 207 \text{ мкм}.$$

Чистове шліфування :

$$2Z_{\min} = 2(5 + 5 + 5) = 30 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max} = 30 + 25 + 16 = 71 \text{ мкм}.$$

2. Проводимо перевірку правильності виконання розрахунків:

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = Td_{i-1} + Td_i$$

Чорнове точіння:

$$2560 - 940 = 1000 + 620$$

$$1620 = 1620$$

Чистове точіння:

$$912 - 230 = 620 + 62$$

$$682 = 682$$

Тонке точіння:

$$207 - 120 = 62 + 25$$

$$87 = 87$$

Чистове шліфування:

$$71 - 30 = 25 + 16$$

$$41 = 41$$

3. Визначаємо граничні розміри:

$$d_{\max} = 32,000 \text{ мм},$$

шліфувальна чистова: $d_{\min} = 32,000 - 0,016 = 31,984$;

токарна тонка:

$$d_{\max} = 32,000 + 0,085 = 32,085 \text{ мм},$$

$$d_{\min} = 31,984 + 0,076 = 32,060 \text{ мм};$$

токарна чистова: $d_{\max} = 32,085 + 0,265 = 32,350 \text{ мм},$

$$d_{\min} = 32,060 + 0,228 = 32,288 \text{ мм};$$

токарна чорнова: $d_{\max} = 32,350 + 0,522 = 32,872 \text{ мм},$

$$d_{\min} = 32,288 + 0,036 = 32,252 \text{ мм};$$

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заготівельна: $d_{max} = 32,872 + 2,503 = 35,375 \text{ мм}$,

$$d_{min} = 32,252 + 2,123 = 34,375 \text{ мм}.$$

Результати решти розрахунків припусків і допусків на поверхню $\varnothing 32\text{h}6_{(-0,016)}$ зводимо в табл.2.4.

Результати розрахунків припусків і допусків

Таблиця 2.4

Операція (перехід)	Точність	Елементи припуску, мкм			Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничне зна- чення припуску, мм	
		R_z	h	$\Delta \varepsilon_{\Sigma i-1}$		d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Штамповка	15	200	250	20	1000	34,375	35,375	-	-
Точіння чорнове	12	50	50	15	620	32,252	32,872	940	2560
Точіння чистове	9	25	25	10	62	32,288	32,350	230	912
Точіння	7	5	5	5	25	32,060	32,085	120	207
Шліфування чистове	6	2,5	5	-	16	31,984	32,000	30	71

2.4.Проектування технологічного процесу

Технологічний процес повинен розроблятися у повній відповідності до РД 5.9708-90 і діючих стандартів ЄСТД.

При визначенні послідовність обробки керуються такими принципами:

- в першу чергу обробляються поверхні, які в подальшому будуть базовими;
- при поділі маршруту обробки на етапи (чорновий, чистовий, обробний) на кожному етапі обробка починається з найбільш точної поверхні і закінчується поверхнею, для якої даний етап є остаточним; на завершальному етапі останньою обробляється найбільш точна поверхня;
- якщо обробка не поділяється на етапи, то після підготовки баз обробляються поверхні з найбільшим припуском;
- для своєчасного виявлення браку на відповідальних поверхнях деталей обробка та контроль цих поверхонь здійснюється на початку процесу;

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- далі обробляються поверхні, при знятті металу, зняття металу з яких якнайменше впливає на жорсткість деталі;
- для забезпечення найвищої точності відносного розташування поверхонь вони обробляються при одному встановлюванні;
- поєднання чорнової та чистової обробок допускається при обробці громіздких жорстких деталей з великими припусками;
- далі, послідовність операцій залежить від вимагаємої точності поверхні, чим точніше повинна бути поверхня, тим пізніше вона підвертається обробці, тобто найбільш точні поверхні обробляються останніми;
- в кінець маршруту виноситься обробка поверхонь, які легко ушкоджуються.
- необхідно намагатися скорочення числа перестановок деталі на верстаті та від верстата на верстат, до скорочення транспортної колії заготовки.

Під час розробки технологічного процесу слід дотримуватись принципів суміщення та єдності баз, керуючись ГОСТ 21495-76.

Проводимо проектування маршрутного технологічного процесу для обробки деталі «поворотний вал».

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маршрутний технологічний процес виготовлення поворотного валу

Таблиця 2.5

№	Найменування операції	Обладнання	Пристосування
005	Контрольна	Стіл контролера	
010	Фрезерувально-центрувальна	Фрезерувально-центрувальний МР-71М	Пристосування для обробки торців та свердління центрувальних отворів
015	Токарна	Токарний верстат 1А616	Патрон 3-х кулачковий ГОСТ 24351-90, центр обертовий ГОСТ 8742-85
020	Токарна	Токарний верстат 1А616	Патрон 3-х кулачковий ГОСТ 24351-90, центр обертовий ГОСТ 8742-85
025	Токарна	Токарний верстат 1А616	Патрон 3-х кулачковий ГОСТ 24351-90, центр обертовий ГОСТ 8742-85
030	Фрезерувальна	Фрезерувальний верстат 6Н12	Пристосування для фрезерування лисок, ділильна головка
035	Шпонково-фрезерувальна	Фрезерувальний верстат 6Н12	Пристосування для фрезерування шпонок, ділильна головка
040	Промивна	Ванна	
045	Контрольна	Стіл контролера	
050	Гартування з відпуском	Муфельна піч	
055	Контрольна	Стіл контролера	
060	Шліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3Б12	Центра обертові ГОСТ 31107-91
065	Слюсарна	Верстак	
070	Промивна	Ванна	
075	Контрольна	Стіл контролера	

2.5.Вибір устаткування і його характеристика

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 устаткування оптимальним режимам виконання операцій,

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення продуктивності, відповідність устаткування вимогам техніки безпеки і промислової санітарії, ціна устаткування. Якщо для операції, що розробляється, можливо використання верстатів двох різних моделей, що забезпечують однакові вимоги за якістю обробки, то вирішальним при виборі моделі є економічність обробки.

Для виконання чорнових та чистовик токарних операцій обираємо верстат токарно-гвинторізний 1А616. Цей верстат дозволяє виконувати такі операції: обточування й розточування циліндрів та конусів, обробки торців, нарізання різьби, свердлування.

Технічна характеристика верстата 1А616:

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки, мм	
над станиною	320
над супортом	175
Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм	750
Число швидкостей шпинделя	21
Найбільший діаметр оброблювального прутка, мм	34
Частота обертання шпинделя, хв. ⁻¹	18-1800
Конус Морзе шпинделя	№5
Число ступенів подач	16
Найбільший перетин різця різцетримача супорта, мм	20x20
Число ступенів подач	
повздовжніх	16
поперекових	16
Подача супорта, мм/об	
повздовжня	0,065-0,91
поперекова	0,065-0,91
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	4,5
Габаритні розміри, мм	
довжина	2225

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ширина	1275
висота	1222
Маса, кг	1835-2685

Для виконання фрезерних операцій вибираємо верстат *МР-71М*. Цей верстат дозволяє виконувати потрібні операції як фрезерування лисок та шпонок.

Технічна характеристика верстата МР-71М

Діаметр оброблювальної заготовки, мм	25-125
Довжина оброблювальної заготовки, мм	200-500
Частота обертання шпинделя фрези, об/хв.	125-712
Число швидкостей шпинделя фрези	6
Число швидкостей свердлильного шпинделя, хв. ⁻¹	6
Частота обертання свердлильного шпинделя, хв. ⁻¹	238-
Переміщення свердлильної головки, мм	11275
Граничні робочі подачі фрези, мм/хв.	20-400
Потужність електродвигуна, кВт	
фрезерної головки	7,5/10
свердлильної головки	2,2/3
Габаритні розміри верстата, мм	
довжина	3140
ширина	1500
висота	1630
Маса, кг	1350

Верстати моделі 6Н12 призначений для площин деталей різних конфігурацій зі сталі, чавуну і кольорових металів циліндричними, дисковими,

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

торцевими, фасонними та іншими фрезами. Використовуються в серійному і крупносерійному виробництві.

*Технічна характеристика горизонтально-фрезерувального верстата
6Н12*

Розміри столу, мм	250x1000
Відстань від осі шпинделя, мм:	
до хобота	150
до поверхні столу	30-380
Найбільше переміщення столу, мм:	
поздовжнє	600
поперекове	200
вертикальне	350
Число швидкостей шпинделя	16
Число обертів шпинделя, хв. ⁻¹	65-1800
Подача столу, мм/хв.:	
поздовжня	35-1020
поперекова	28-790
вертикальна	14-390
Швидкість швидкого переміщення столу, м/хв.	
поздовжнього	2,9
поперекового	2,3
вертикального	1,15
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	4
Габаритні розміри, мм:	
довжина	2060
ширина	1940
висота	1600
Маса, кг	2000

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Верстат круглошліфувальний ЗБ12 використовується для зовнішнього шліфування циліндричних поверхонь. Шліфування проходить у патроні чи в нерухомих центрах.

Верстат круглошліфувальний ЗБ12 може використовуватись в умовах серійного виробництва.

Технічна характеристика верстата ЗБ12:

Діаметр оброблюваної заготовки, мм	200
Довжина оброблюваної заготовки, мм	500
Діаметр шліфувального круга, мм	250
Число обертів шпинделя шліфувальної бабки, хв. ⁻¹	2500
Конус Морзе передньої бабки	№3
Швидкість переміщення стола, мм/хв.	0,1-6
Кут повороту стола, град	±6°
Найбільше поперечне переміщення шліфувальної бабки, мм	215
Поперечна подача шліфувальної бабки на один хід стола, мм	0,002-0,038
Число обертів шпинделя шліфувальної бабки хв. ⁻¹	2500
Число обертів повідкового патрона, хв. ⁻¹	78-780
Потужність електродвигуна кВт	1,5
Габаритні розміри, мм	
довжина	2050
ширина	1820
висота	1550
Маса, кг	1285

2.6.Вибір ріжучого інструменту

Конструкція і розміри ріжучого інструмента для кожної операції залежать від виду обробки, розмірів оброблюваної поверхні, властивостей матеріалу заготовки, потрібної точності та шорсткості обробки.

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

При виборі обладнання намагаються врахувати деякі фактори:

- забезпечення точності при обробці і установці;
- мінімальні витрати на придбання і транспортування;
- модель повинна бути універсальною, але не складною у користуванні;
- порівняно невеликі витрати по потужності і ремонтним одиницям;
- можливість установки деталей з визначеними параметрами;
- можливість обробки деталей в продовж року;
- максимальне використання потужностей і призначення обладнання;
- мінімальні витрати часу на обробку;
- відповідність розмірів робочої зони верстата з габаритами

оброблюваних деталей.

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

На токарних операціях для виконання необхідного об'єму робіт використовуються різці прохідні відігнуті, прохідні, канавкові з твердого сплаву Т15К6.

Для виконання отворів, згідно [8] необхідні наступні інструменти:

Свердла: центрове 06,3 Р9К5 ГОСТ 14952-85;

012 Р9К5 ГОСТ 2092-87;

014 Р9К5 ГОСТ 2092-87;

Фрези:

шпонкова 012 Т5К10 ГОСТ 16463-80; кінцева 0 40

Р6М5К5 ГОСТ 4675-81.

На шліфувальних операціях використовуються шліфувальні кола:

ПВК 600х80х305 25А40ПСМ28К5 ГОСТ 2464-89; ПВК 300х50х127 24А16-25С1К ГОСТ 2464-89.

Для кріплення інструментів в інструментальному магазині і шпинделі

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верстатів, залежно від розміру ріжучого інструменту, використовуються оправки, перехідні втулки.

2.7. Вибір вимірювального інструменту

Засоби вимірювань вибирають 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.

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 вимірюваної величини, в межах якої нормовані допустимі погрішності 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 застосовується:

- штангенциркулі: ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-250-0,1; ШЦ-III-400-0,05 ГОСТ 166-89;
- мікрометр МК-120 ГОСТ 6507-89;
- для контролю фасок в отворах застосовуються шаблони кутові;
- шорсткість поверхонь контролюється при допомозі зразків шорсткості гост 2378-85;

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Калібри: калібр-скоба 1-360-0,01 ГОСТ 14807-69;

2.8.Розрахунок режимів різання

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

Елементи режимів різання встановлюються в наступному порядку:

- глибина різання t : при чорновій (попередній) обробці призначають по можливості максимальну t , рівну припуску або його більшій частині; при чистовій (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 і інших обмежуючих чинників; при чистовій обробці - залежно від необхідного ступеня точності і шорсткості обробленої поверхні.

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

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

$$V = \frac{C_v}{T^{m_v} \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot k_v.$$

Значення коефіцієнта C_v і показників ступенів, що містяться в цій формулі,

так само як і період стійкості T інструмента, застосованого для даного виду обробки, наведені в таблицях [8] для кожного виду обробки. Обчислена з використанням табличних даних швидкість різання $v_{m.б}$ враховує конкретні значення глибини різання t , подачі S і стійкості T і дійсна для визначення табличних значень ряду інших факторів. Тому для одержання дійсних

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

значень швидкості різання, враховуючі конкретні значення перелічених факторів, вводиться поправний коефіцієнт K_v . Тоді дійсна швидкість різання дорівнює:

$$v = v_m \cdot K_v,$$

де K_v - добуток ряду коефіцієнтів. Найважливішими з них є:

K_{Mv} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки;

K_{nv} - коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання;

K_{uv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання.

Стійкість T - період роботи інструмента до затуплювання. Середнє значення стійкості при одноінструментальній обробці складає 30-60 хвилин.

Під силою різання звичайно мають на увазі її головну складову $P^{\wedge}$, вона визначає потужність N_e , що витрачається на різання, і крутячий момент на шпинделі верстата.

Потужність різання, кВт, розраховується за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}.$$

Аналітичний розрив режимів різання виконаємо для операцій - фрезерна та шліфувальна.

Розрахунок режимів різання на фрезерувальну операцію

Необхідна шорсткість поверхні R_a 2,5 мкм, обробка ведеться на фрезерному верстаті 6Н12;

Глибина різання: $t=0,5$ мм

Обираємо подачу на оберт шпинделя S_o за табл.36 [8, с.285]

$$S_o = 0,07 \text{ мм/зуб.}$$

Швидкість різання при фрезеруванні розраховується за формулою:

$$v = \frac{C_v \cdot d^q}{T^m \cdot t^{xy} \cdot S_y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v.$$

За табл..39 [8]: $C_v = 46,7$; $q = 0,45$ $x_v = 0,5$; $y = 0,5$; $m = 0,33$ $p = 0,1$;

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$u = 0,1;$$

$$V_p = \frac{46,7 \cdot 20^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 0,5^{0,5} \cdot 0,07^{0,5} \cdot 40^{0,1} \cdot 1,4^{0,1}} \cdot 1,1 = 102 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову подачу шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000v}{\pi D}, \text{ де } D - \text{діаметр оброблюваної деталі, мм.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 102}{3,14 \cdot 20} = 1625 \text{ хв.}^{-1}$$

Корегуємо частоту обертання за паспортом верстата $n = 1500 \text{ хв.}^{-1}$

Тепер визначаємо дійсну швидкість різання, виходячи із прийнятої частоти обертання:

$$v = \frac{n\pi D}{1000} = \frac{1500 \cdot 3,14 \cdot 20}{1000} = 94,2 \text{ м/хв.}$$

Головна складова сили різання при фрезеруванні - окружна сила:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^{u \cdot z}}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}.$$

Значення коефіцієнтів і показників ступеню обираємо з табл..41 [8]:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,5^{0,86} \cdot 0,07^{0,72} \cdot 40^{1,0} \cdot 1,1}{20^{0,86} \cdot 1500^0} = 740 \text{ Н.}$$

Потужність різання для фрезерування розраховується за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{740 \cdot 94,2}{1020 \cdot 60} = 1,2 \text{ кВт.}$$

Цю потужність цілком забезпечує обраний тип верстата.

Розрахунок режимів різання на шліфувальну операцію

Шліфування шийки $\varnothing 32h6$

Необхідна шорсткість поверхні Ra 1,25 мкм, обробка ведеться на круглошліфувальному верстаті 3Б12.

Виходячи з умов обробки вибираємо шліфувальний круг - 24A16-25C1K.

За паспортними даними верстата обираємо розміри шліфувального круга:

$$D_k = 600 \text{ мм}; \quad B_k = 63 \text{ мм}; \quad V_k = 35 \text{ м/с.}$$

Знаходимо частоту обертання шліфувального круга:

$$n_k = \frac{1000 \cdot V_k \cdot 60}{\pi \cdot D_k} \text{ хв}^{-1} .;$$

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$n_k = \frac{1000 \cdot 35 \cdot 60}{3,14 \cdot 600} = 1114,66 \text{ хв.}^{-1}$$

За паспортними даними верстата корегуємо значення n_k в меншу сторону:

$$n_k = 1112 \text{ хв.}^{-1}$$

За довідковими даними знаходимо швидкість обертання заготовки:

$$V_k = 36 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо частоту обертання заготовки:

$$n = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot d} \text{ хв.}^{-1}$$

За довідковими таблицями знаходимо глибину шліфування:

$$t = 0,005 \text{ мм.}$$

За довідковими таблицями знаходимо повздовжню подачу:

$$S_{\text{позд}} = 0,3 \cdot B = 0,3 \cdot 63 = 18,9 \text{ мм/об.}$$

Знаходимо швидкість повздовжнього ходу стола:

$$V_c = \frac{S_{\text{позд}} \cdot n_z}{100}, \text{ м/хв.}$$

$$V_c = \frac{18,9 \cdot 120}{100} = 22,68 \approx 22,7 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо потужність різання:

$$N = C_N \cdot V^R_z \cdot t^x \cdot S^y_{\text{позд}} \cdot d^z,$$

$$C_N = 2,65; \quad = 0,5; \quad x = 0,5; \quad y = 0,55; \quad z = 0,$$

$$N = 2,65 \cdot 30^{0,5} \cdot 0,005^{0,5} \cdot 18,9^{0,55} \cdot 80^0 = 5,2 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо чи достатня потужність верстата для проведення даної операції:

$$N \leq [N_{\text{СТ}}] \cdot \eta, \quad N_{\text{СТ}} = 7,5; \quad \eta = 0,8;$$

$$5,2 \leq 6.$$

Можливості верстата 3Б12 задовольняють умовам, необхідним для виконання розрахованих режимів різання.

2.9. Технічне нормування

Однією із складових частин розробки технологічного процесу є

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлення режимів різання і визначення норм часу на виконання заданої операції. Розрізняють три основні методи нормування і технічний розрахунок по нормативах, порівняння і розрахунок на укрупнених типових нормативах і встановлення норм на основі вивчення витрат робочого часу.

При застосуванні першого методу тривалість операцій встановлюється розрахунками на основі аналізу послідовності і змісту дій робітника і верстата.

При другому методі норму часу визначають приблизно, по укрупнених типових нормативах. Його застосовують при одиничному і дрібносерійному виробництві.

При третьому методі норму часу встановлюють на основі хронометрії, цей метод має особливе значення для вивчення й узагальнення передових прийомів праці, а також для розробки нормативів, необхідних для встановлення технічного обґрунтування норм розрахунку. Технологічно обґрунтована норма часу розраховується:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}$$

де $T_{шт.к}$ - штучно-калькуляційний час на операцію, хв.;

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

Технічно обґрунтована норма штучного часу складається з:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{від},$$

де $T_{оп}$ - оперативний час, хв., дорівнює сумі основного $T_{осн}$ (витрачається безпосередньо на виготовлення деталі, тобто зміни форми, розмірів, стану заготовки) і допоміжного $T_{доп}$ часу (витрачається на установку, закріплення, зняття деталі та ін. допоміжні операції, пов'язані з основною роботою);

$T_{обсл}$ - час на обслуговування робочого місця, хв., - час, що робочий витрачає на догляд за верстатом та оснащенням;

$T_{від}$ - час на відпочинок та особисті потреби робочого, хв.

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час на обслуговування робочого місця $T_{обс}$ відпочинок і особисті потреби $T_{від}$, визначається на операцію в хвиликах або у відсотках до основного часу;

n - обсяг партії запуску деталей, шт.

Розрахунки основного часу на механічну обробку виконується по формулах: Основний машинний час розраховується за формулою:

$$T_{осн} = \frac{a}{nS} K,$$

де a - припуск на обробку, мм;

n - частота обертів деталі,

об/хв.;

S - подача різця на операції, мм/об;

K - коефіцієнт враховуючий доводку при шліфуванні (1.2... 1.5).

$$T_{осн} = \frac{71 \cdot 0,1}{120 \cdot 18,9 \cdot 0,005}.$$

Основний машинний час на операцію складає:

$$T_{осн} = 0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,7 = 2,8 \text{ хв.};$$

Визначення допоміжного часу на перехід:

$$T_{всп} = T_{зм} + T_{пер} + T_{комп.};$$

$T_{зм} = 0,25$ хв. - час, пов'язаний з виміром розмірів [10];

$T_{пер} = 0,65$ хв. - час, пов'язаний з виконанням переходів;

$T_{комп.} = 0,5$ хв. - норми часу, що не ввійшли в комплекс [10].

Тоді за формулою отримуємо:

$$T_{всп} = 0,25 + 0,65 + 0,5 = 1,4 \text{ хв.}$$

Визначення оперативного часу:

$$T_{опер.} = T_{осн} + T_{всп} = 2,8 + 1,4 = 4,2 \text{ хв.}$$

Визначення часу на обслуговування робочого місця:

$$T_{обсл} = T_{оп} \cdot k_1 = 4,2 \cdot 0,035 = 0,147 \text{ хв.}$$

$$k_1 = 3,5\% - \text{відсоток часу [10].}$$

Визначення норми часу на відпочинок і особисті потреби:

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{від}} = T_{\text{оп}} \cdot k_2 = 8,4 \cdot 0,04 = 0,336 \text{ хв.}$$

$$k_2 = 4\%[10].$$

Визначення штучного часу:

$$T_{\text{шт.}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{обсл.}} + T_{\text{від}} = 8,4 + 0,294 + 0,336 = 9,03 \text{ хв.}$$

Визначення підготовчо-заключного часу на операцію:

$$T_{\text{п.з.}} = T_{\text{нал.}} + T_{\text{інстр.}} = 8,5 + 4 = 12,5 \text{ хв.}$$

де $T_{\text{нал.}} = 8,5 \text{ хв.}$ - час на налагодження верстата, інструмента і пристосування;

$T_{\text{інстр.}} = 4 \text{ хв.}$ - час на одержання інструмента та пристосування до початку і здачі їх після закінчення роботи [10].

					4267ст3.04.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

					4267ст3.04.КРБ.04.03.ПЗ				
					Конструкторська частина				
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Василега І.С.							
Перевірів		Познанський							
Консул.									
Н.контр.		Моргун С.О.							
Затвердив		Ткач М.Р.							
					Літ		Арк.	Аркушів	
					К	Р	Б	43	10
					НУК				

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок пристосування для фрезерування

Пристосування - це допоміжний пристрій, що використовується при механічній обробці, зборці, та контролі виробів.

Вимоги, що пред'являються до затискних пристроїв:

- вони повинні бути надійними в роботі, прості по конструкції й зручні в обслуговуванні;
- не повинні деформувати закріплюваної заготовки і псувати їхньої поверхні;
- закріплення, відкріплення повинне бути з мінімальною витратою сил і часу;
- вони повинні забезпечувати рівномірне затискання заготівель;
- затискні пристрої повинні бути достатньо жорсткими.

Заточування верстатних пристосувань допомагає підвищити продуктивність праці, досягти високої якості обробки і, як наслідок, зменшити собівартість виготовляємої деталі.

Принцип роботи пневматичного привода полягає в тому, що стиснене повітря із заводської магістралі подається в робочу площину пневмоциліндра, діє на поршень і змушую його робити поступальний рух, необхідний для затискання заготовки. При повертанні поршня в початкове положення деталь звільнюється з при способи.

Пристосування спроектовано для фрезерування лисок шириною 20 і довжиною 40 мм (креслення деталі) поворотний вал на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Н12. При обробці деталь встановлюється в пристосування циліндричними поверхнями $\varnothing 38h6$ та $\varnothing 32h6$ на призми (подвійна спрямовуюча база позбавляє заготовку 4 ступенів свободи) та підтискається планкою 1. Упор вал-шестерні в напрямку осі здійснюється за допомогою упорів для регулювання (упорна база позбавляє заготовку одного ступеня свободи). Додатковий упор - кінцева фреза (1 ступінь свободи). Таким чином, пристосування забезпечує неповне базування

					4267ст3.04.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталі (5 ступенів свободи). Оскільки положення лиски нефіксоване, то така схема базування припустима.

Опис конструкції

Пневматичний притиск призначений для закріплення деталей типу валів при обробці пазів, лисак, канавок при фрезеруванні й отворів при свердлінні. Установлюється на столі верстата.

Складається з підстави 1, на якій кріпиться упор 2 і корпус затиску 3. На осі корпусу затиску кріпиться затискні важелі 4. Змінна призма 5 розташована на корпусі затиску симетрично між осями 10 затискних важелів. Затискні важелі з'єднані зі спеціальним плаваючим циліндром 6. Шток поршня 7 з'єднаний з гвинтом 8, на кінці якого кріпиться рукоятка 9.

Заходи безпеки при роботі з пристосуванням

1. При роботі з пристосуванням на фрезерних або свердлильних верстатах необхідно дотримуватись всіх загальних норм з техніки безпеки роботи на цих верстатах.

2. При установці пристосування необхідно користуватися вантажопідійомними засобами.

3. Розташування вузлів пристосування на столі верстата повинне бути таким, щоб його габарити не виходили за межі робочої площини столу.

4. Під час закріплення знати міру обережності щоб уникнути травм рук.

5. Під час роботи верстата забороняється під регулювання, підналагодження і пере закріплення пристосування.

Розрахунок пристосування

При обробці на заготовку діє сила різання $P_z = 740 \text{ Н}$.

Максимальний крутний момент, який прагне повернути заготовку, визначається за формулою:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D_{\text{фр}}}{2 \cdot 1000},$$

де $D_{\text{фр}} = 40 \text{ мм}$ - діаметр фрези;

					4267ст3.04.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = \frac{740 \cdot 40}{2 \cdot 1000} = 14,8 \text{ Н м.}$$

Визначаємо необхідне зусилля затиску деталі в пристосуванні за формулою:

$$Q = \frac{2k_z \cdot M_{KP}}{(f_1 + f_2) \cdot D_d \cdot \sin \alpha},$$

де k_z - коефіцієнт запасу сил закріплення;

$f_1 = 0,25$ - коефіцієнт контакту з заготовкою;

$f_2 = 0,25$ - коефіцієнт тертя контакту з затиском;

D_d - діаметр встановлювальної поверхні;

$\alpha = 90^\circ$ - кут призми;

$$k_z = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

де $k_0 = 1,4$ - гарантований коефіцієнт запасу;

$k_1 = 1,2$ - коефіцієнт, що залежить від стану базових поверхонь;

$k_2 = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує затуплення інструментів;

$k_3 = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує ударне навантаження на інструмент;

$k_4 = 1,25$ - коефіцієнт, що характеризує стабільність сил привода;

$k_5 = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує зручність керування механізмами;

$k_6 = 1,25$ - коефіцієнт, що враховує визначеність розташування опорних точок.

$$k_z = 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,25 = 3,8.$$

Таким чином, отримуємо:

$$Q = \frac{2 \cdot 3,8 \cdot 14,8}{(0,25 + 0,25) \cdot 0,06 \cdot \sin 90^\circ} = 3750 \text{ Н.}$$

Розрахунок затискного механізму

В спроектованому пристосуванні затиск деталі здійснюється пневмодвигуном, головним параметром якої є її діаметр циліндра та штока. Зусилля на штоку визначається за формулою:

$$Q = 0,785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta - P,$$

де D - діаметр циліндра, см;

					4267ст3.04.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\rho = 0,4$ МПа - тиск стисненого повітря;

$\eta \approx 0,85-0,90$ - к. к. д. циліндра;

P - супротив зворотної пружини у кінці робочого ходу поршня.

Знаходимо діаметр циліндра при заданому зусиллі на штоку:

$$D = \sqrt{\frac{Q+P}{0,785 \cdot \rho \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{3750+700}{0,785 \cdot 0,9 \cdot 4}} = 39,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр циліндра $D = 40$ мм.

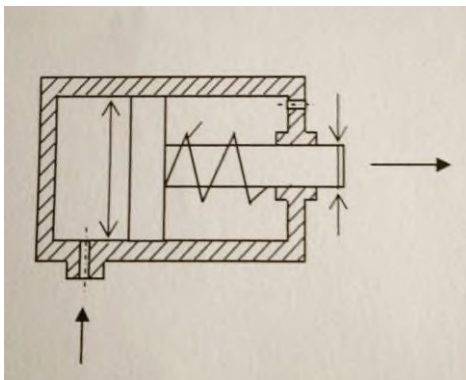


Рис.3.1. Схема пневмоциліндра

Умовні позначення: D - діаметр поршня, м;

q - сили опору найбільш стиснутої пружини,

H ; $P_{\text{пов}}$ - тиск повітря у мережі, МПа ($P=0,4 \dots 0,6$ МПа).

3.2.Проектування кінцевої фрези

Початкові дані для розрахунку кінцевої фрези

Фреза кінцева використовується для обробки пазів, уступів із взаємно перпендикулярними поверхнями, та для контурної обробки заготовок.

При конструюванні кінцевої фрези вказуємо наступні дані:

На вертикально-фрезерному верстаті 6Н12 виконується фрезерування лисок шириною $B = 20$ мм і довжиною $l = 40$; припуск на обробку $h = 4.5$ мм.

Матеріал оброблюваної заготовки - Сталь 45 твердістю HB 200.

Обробка - чорнова.

					4267ст3.04.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення геометричних розмірів фрези

1.Приймаємо кінцеву фрезу виготовлену зі швидкоріжучої сталі - Р6М5К5.

Діаметр фрези приймаємо $D = 40$ мм; число ріжучих зубів при чорновому фрезеруванні $z = 4$; довжина робочої частини фрези $L_{р.ч} = 75$ мм; кут нахилу стружкової канавки фрези $\omega = 35^\circ$.

2.Призначаємо режими різання.

Глибина різання. Припуск знімаємо за один прохід; тому $t = h = 4,5$ мм.

Для чорнового фрезерування сталі 45 твердістю 200 НВ і виходячи з технічних характеристик верстата призначаємо подачу на зуб $S_z = 0,02 - 0,1$ мм/зуб.

Вважаємо, що обробка виконується в умовах жорсткої системи СПД (верстат-пристосування-інструмент-деталь).

Приймаємо найбільше значення із діапазону $S_z = 0,1$ мм/зуб.

3.Назначаємо період стійкості фрези зі швидкоріжучої сталі в умовах максимального навантаження, $T = 80$ хв.

4.Визнаємо швидкість фрезерування:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_z^y \cdot Z^P \cdot t^x \cdot B^u} \cdot K_v,$$

де D - діаметр фрези, мм;

T - стійкість фрези, хв.;

S_z - подача при фрезеруванні, мм/зуб;

Z - число зубів фрези;

t - глибина фрезерування, мм;

B - ширина фрезерування, мм; $B = 5$ мм.

K_v - коефіцієнт, о враховує ряд факторів.

Коефіцієнт K_v визначається по формулі:

де K_{mv} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [3]:

$$K_{mv} = K_r (750 / \sigma_B)^{nv},$$

$K_r = 0,7$ - коефіцієнт, що враховує групу сталі по оброблюваності [3].

					4267ст3.04.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\sigma_B = 900$ МПа - фактичний параметр, що характеризує оброблюваний матеріал, границя витривалості (тимчасовий опір),

$n_v = 1,0$ — показник ступеня [3].

Тоді $K_v = 0,7 (750/900)^1 = 0,58$;

$K_{nv} = 1,2$ — коефіцієнт, що враховує стан поверхні [3];

$K_{uv} = 1,0$ — коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента [3];

Одержуємо, що $K_v = 0,58 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,58$.

Усі коефіцієнти приймаються по довідкових таблицях [3]:

$C_v = 46,7$; $q_v = 0,45$; $m_v = 0,33$; $x_v = 0,5$; $y_v = 0,5$; $p_v = 0,1$; $u_v = 0,1$.

Підставимо всі отримані значення у формулу швидкості різання:

$$V = \frac{46,7 \cdot 40^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 4,5^{0,5} \cdot 0,1^{0,5} \cdot 5^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,58 = 38,7 \text{ м/хв.}$$

5. Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

Таким чином:

$$n = \frac{1000 \cdot 38,7}{3,14 \cdot 118} = 104,4 \text{ хв}^{-1}.$$

Округлимо отриману частоту до частоти на верстаті. По паспортним даним верстата приймаємо $n = 125 \text{ хв}^{-1}$. Визначимо дійсну швидкість різання по формулі:

$$V = \frac{3,14 \cdot 118 \cdot 125}{1000} = 40 \text{ хв}^{-1}$$

					4267ст3.04.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Подача хвилина (поздовжня) $S_m = S_z \cdot Z \cdot n = 0,1 \cdot 4 \cdot 125 = 50$ мм/хв.

Визначаємо силу різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot S_z^{y_p} \cdot Z \cdot t^{x_p} \cdot B^{u_p}}{D^{q_p} \cdot n^w} \cdot K_{mp};$$

де K_p - коефіцієнт, що враховує оброблюваний матеріал [43],

$$K_{mp} = (\sigma_b / 750)^n = (900 / 750)^{0,3} = 1,1.$$

Усі коефіцієнти приймаються по довідкових таблицях [43]:

$$C_p = 68,2; x_p = 0,86; y_p = 0,72; u_p = 1,0; q_p = 0,83; W_v = 0.$$

7. Визначаємо силу різання:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 4,5^{0,86} \cdot 4 \cdot 0,1^{0,72} \cdot 5^{1,0}}{40^{0,86} \cdot 125^0} \cdot 1,1 = 1739,6 \text{ Н}.$$

8. Потужність різання визначається по формулі:

$$N_e = 10 \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1739,6 \cdot 40}{1020 \cdot 60} = 1,14 \text{ кВт}.$$

По паспорту верстата припустима потужність $N_{\text{доп}} = 11$ кВт.

Тому що $N_e < N_{\text{доп}}$, то ж різання можливе.

9. Момент сил опору різанню (крутний момент):

$$M_{KP} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}.$$

Отримуємо:

$$M_{KP} = \frac{1739,6 \cdot 40}{2 \cdot 100} = 347,9 \text{ Н м}.$$

10. Визначаємо номер приєднувального конуса Морзе хвостовика.

Момент тертя між хвостовиком і втулкою:

$$M_{TP} = \frac{\mu \cdot P_z \cdot (D_1 + d_2)}{4 \cdot \sin \theta} \cdot (1 - 0,4 \cdot \Delta \theta);$$

Прирівнюємо момент тертя до максимального моменту сил опору різання, тобто до моменту, що утворюється при роботі затупленою фрезою, який збільшиться до 3 разів порівняно з моментом, прийнятим для нормальної роботи фрези.

Отже,

$$3M_{cp} = M_{ct} = \frac{\mu \cdot P_z \cdot (D_1 + d_2)}{4 \cdot \sin \theta} \cdot (1 - 0,4 \cdot \Delta \theta);$$

					4267ст3.04.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середній діаметр конуса хвостовика:

$$d_{cp} = \frac{D_1 + d_2}{2}, \text{ або } d_{cp} = \frac{6 \cdot M_{cp} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_z (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta)};$$

де $M_{cp} \approx 349,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

P_x - осьова сила; при чорновому фрезеруванні приблизно дорівнює

$$P_x = 0,55 \cdot P_z = 0,55 \cdot 1739,6 = 956,78 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

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

θ - половина кута конуса, $\theta = 1^\circ 33' 34''$; $\Delta \theta = 5'$ - відхилення кута

конуса. Підставимо всі отримані значення у формулу D_{cp} :

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 349,7 \cdot \sin 1^\circ 33' 34''}{0,096 \cdot 956,78 \cdot (1 - 0,2)} = 0,0274 \text{ м} = 27,4 \text{ мм}.$$

По СТ СЕВ 147-75 обираємо найближчий більший конус, тобто конус Морзе № 4 з наступними конструктивними розмірами: $D = 31,542 \text{ мм}$; $D_1 = 31,267 \text{ мм}$; $d = 25 \text{ мм}$; $l = 108 \text{ мм}$.

11. Остаточні розміри фрези наступні:

Діаметр фрези - $D_{фр} = 40 \text{ мм}$, кут нахилу стружечної канавки фрези $\omega = 35^\circ$; довжина робочої частини фрези $L_{р.ч.} = 75 \text{ мм}$; число ріжучих зубів фрези $Z = 4$; довжина конуса Морзе № 4; $L_{конуса} = 180 \text{ мм}$ (з урахуванням всіх технічних елементів конструкції); загальна довжина фрези становитиме $L_{заг} = 300 \text{ мм}$ (прийнято конструктивно). По результатах розрахунку з використанням правил ССКД та вимог правил техніки безпеки виконане креслення - кінцева фреза.

3.3. Контрольно-вимірвальне пристосування

У сучасному машинобудуванні дуже важливим чинником являється виготовлення точних по розмірах і формі деталей. Так в літаках, ракетах, військовій техніці дуже важливе якісне виготовлення комплектуючих виробів. Для контролю розмірів і форми їх поверхонь використовують такі вимірвальні прилади, як калібри. Розрізняють два види цих вимірвальних інструментів - нормальні і граничні. Нормальний, який являє собою шаблон деталі, використовують для перевірки складно профільних деталей. Граничні

					4267ст3.04.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуються для виміру циліндричних, конусних, шліцевих, різьбових деталей. Принцип їх роботи полягає в тому, що у такого інструменту є прохідна (ПР) і непрохідна сторони (НЕ), розміри яких відповідають нижньому і верхньому відхиленню номінального розміру деталі.

Короткі відомості про калібр-скоби:

Калібрами називаються без шкальні інструменти, призначені для контролю розмірів, форми і розташування поверхні контрольованої деталі. Калібри бувають граничні і нормальні.

Граничні калібри дозволяють встановити, чи знаходиться контрольований розмір в межах допуску (рис.3.2). Вали контролюються граничними калібрами - скобами.

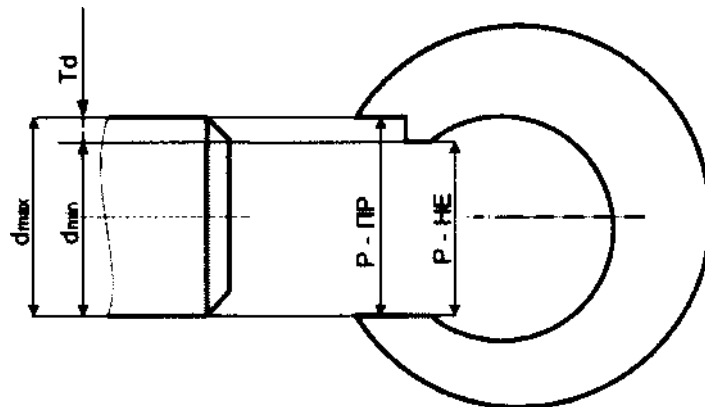


Рис 3.2. Допуски калібрів-скоб

Допуски і відхилення робочих і контрольних калібрів-скоб приймають по таблицям стандартів ГОСТ 24853-81 (СТ СЭВ 157-75).

Умовні позначення допусків і відхилень за ГОСТ 24853-81:

Н1 - допуск на виготовлення робочих калібрів-скоб;

НР - допуск на виготовлення контрольних калібрів;

Z1 - координата середини поля допуску робочого проходного калібр-скоби;

У1 - граница зноса робочого проходного калібр-скоби;

$\alpha 1$ - при розмірах більше 180 мм; є межою зноса Р-ПР і координатної середини поля допуску Р-НЕ калібр-скоб.

Розміри калібру-скоби 32h6

ПР	НЕ	Пред. відх.
31,9945	31,982	+0,004

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вступ

Безпека на робочому місці – це не просто набір правил, а цілісна система заходів, спрямованих на збереження найціннішого – здоров'я та працездатності людини. Це комплексний підхід, що охоплює правові, соціальні, економічні, організаційні, технічні, санітарні та медичні аспекти, які разом створюють умови для безпечної та ефективної праці.

Обробка металів різанням є фундаментальним процесом у машинобудуванні, що дозволяє створювати деталі з високою точністю. Професія верстатника є однією з найчисленніших у цій галузі. З розвитком технологій, зокрема зі зростанням швидкостей різання та обробкою нових матеріалів, виникають нові виклики для безпеки та гігієни праці. Особливу увагу слід приділяти роботі з матеріалами, що містять шкідливі компоненти, а також специфічним особливостям самого процесу різання.

Вирішення завдань щодо забезпечення безпечних умов праці вимагає комплексного підходу. Це включає:

- **Модернізацію обладнання:** Постійне вдосконалення верстатних комплексів, оснащення їх сучасними засобами безпеки на етапах проектування, виготовлення та модернізації робочих місць.
- **Механізацію допоміжних операцій:** Зменшення ручної праці та автоматизація процесів, що можуть становити ризик.
- **Підвищення кваліфікації працівників:** Регулярне навчання та вдосконалення знань у сфері охорони праці, освоєння передових методів роботи та підвищення загальної трудової дисципліни.

Інвестиції в охорону праці мають значне соціальне та економічне значення. Вони призводять до:

- **Зростання продуктивності праці:** Скорочення часу простоїв завдяки запобіганню мікротравмам та зменшенню їх кількості,

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а також запобігання передчасної втоми шляхом раціоналізації умов праці та встановлення оптимальних режимів праці та відпочинку.

- **Збереження трудових ресурсів:** Покращення стану здоров'я працівників та підвищення їх професійної активності завдяки створенню безпечних та комфортних умов праці.

- **Збільшення сукупного національного продукту:** Здорові та продуктивні працівники є основою економічного зростання країни.

Турбота про безпеку на робочому місці – це не лише обов'язок роботодавця, а й запорука успіху кожного працівника та стабільного розвитку суспільства.

4.2 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на дільниці

На будь-якому виробництві, особливо в реальних умовах, завжди присутні певні небезпечні та шкідливі фактори. Щоб створити безпечні умови праці, ще на етапі проектування дільниці необхідно ретельно врахувати всі аспекти охорони праці, промислової санітарії та протипожежних заходів.

Згідно з ГОСТ 12.0.003-74, на виробничих дільницях часто зустрічаються такі небезпечні та шкідливі фактори:

- **Рухомі машини та механізми:** Завжди існує ризик травмування від рухомих частин обладнання.

- **Підвищена запиленість та загазованість повітря:** Може призвести до проблем з диханням та інших захворювань.

- **Підвищений рівень шуму та вібрації:** Негативно впливає на слух, нервову систему та загальне самопочуття працівників.

- **Небезпечний рівень напруги в електричній мережі:** Загроза ураження електричним струмом.

- **Недостатня освітленість робочого місця:** Сприяє втомі очей, знижує концентрацію та підвищує ризик помилок.

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Підвищена пожежна небезпека:** Вимагає особливої уваги до протипожежних заходів.

Більшість аварійних ситуацій на дільниці виникають через:

- **Помилкові дії робітників:** Неправильне налагодження або ремонт обладнання.
- **Порушення правил експлуатації:** Перевищення номінальної вантажопідйомності при переміщенні деталей.
- **Незнання правил техніки безпеки:** Відсутність належної підготовки або ігнорування встановлених норм.

На дільниці використовується різноманітне технологічне обладнання. Безпека його експлуатації та використання вантажопідйомних засобів досягається завдяки:

- **Раціональному плануванню дільниці:** Оптимальне розміщення обладнання та робочих місць.
- **Своєчасній інформованості робітників:** Регулярні інструктажі та навчання з правил безпеки.
- **Застосуванню колективних та індивідуальних засобів захисту:** Згідно з ГОСТ 12.4.011-86, необхідно забезпечити працівників зручними, ефективними та естетично привабливими засобами захисту.

При роботі на металорізальних верстатах існує низка специфічних ризиків:

- **Ріжучий інструмент:** Фрези, абразивні круги можуть спричинити серйозні травми.
- **Приводні та передавальні механізми:** Можуть травмувати під час роботи, налагодження та ремонту верстатів.
- **Стрічкова стружка:** Часто стає причиною глибоких порізів.

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

- **Відлітаюча стружка, пил важких металів та мастило:** Загрожують ураженням очей та отруєнням. Для захисту необхідно використовувати захисні окуляри та уловлювачі відходів.

- **Заготівки та готові вироби:** Можуть травмувати при обробці, якщо заготівка вибивається з кріплення, а також при ручному встановленні та знятті з верстата.

- **Рухомі частини верстата:** Є джерелом підвищеної небезпеки і повинні бути надійно огорожені.

- **Електричний струм:** Хоча ураження струмом є рідкісним явищем, необхідно забезпечити спеціальне огороження, блокування та заземлення обладнання.

- **Різні предмети:** Травми можуть бути нанесені різними предметами у зв'язку з падінням, зіткненням людей та транспортних засобів.

Для ефективного запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням на виробництві необхідний комплексний підхід, що включає:

- **Розробку та впровадження системи управління охороною праці (СУОП):** Це дозволяє систематично виявляти, оцінювати та контролювати ризики, а також постійно покращувати умови праці.

- **Регулярне проведення оцінки ризиків:** Допомагає ідентифікувати потенційні небезпеки та розробити заходи щодо їх усунення або мінімізації.

- **Навчання та підвищення кваліфікації працівників:** Важливо, щоб кожен працівник чітко розумів свої обов'язки щодо охорони праці, знав правила безпечної роботи та вмів надавати першу допомогу.

- **Забезпечення належного технічного стану обладнання:** Регулярні огляди, технічне обслуговування та ремонт обладнання є запорукою його безпечної експлуатації.

- **Впровадження сучасних технологій та автоматизації:** Дозволяє зменшити участь людини у небезпечних процесах, тим самим знижуючи ризики.

- **Створення комфортного мікроклімату на робочих місцях:** Оптимальна температура, вологість, швидкість руху повітря, а також належне освітлення та рівень шуму сприяють підвищенню продуктивності праці та зниженню втоми.

- **Організація медичних оглядів:** Регулярні медичні огляди дозволяють своєчасно виявляти професійні захворювання та вживати заходів щодо їх профілактики.

- **Пропаганда здорового способу життя:** Сприяє загальному покращенню стану здоров'я працівників та зниженню ризиків, пов'язаних з їхнім самопочуттям.

- **Ефективна система контролю та моніторингу:** Дозволяє відстежувати дотримання вимог охорони праці, виявляти порушення та оперативно реагувати на них.

Метеорологічні умови роботи на проєктованій ділянці цілком сприятливі, оскільки не маємо джерел великого тепловиділення, температура підвищується тільки у теплий час.

Нормативні параметри мікроклімату робочої зони виробничих приміщень встановленні ГОСТом 12.1.005-88.

Вібрація

На виробництві людина може зазнавати впливу різних факторів, таких як вібрація, шум та недостатнє освітлення. Ці фактори по-різному впливають на організм, тому для них встановлені різні нормативи.

Існує два види вібрації: загальна та місцева.

- **Загальна вібрація**, що діє на весь організм, при тривалому впливі може призвести до порушень роботи вестибулярного апарату, центральної та вегетативної нервової систем, а також до захворювань

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

органів травлення та серцево-судинної системи. Нормування загальної вібрації здійснюється за середньоквадратичним значенням коливальної швидкості в октавних смугах частот або амплітуди, що передається на робочі місця. Відповідні нормативи встановлені ГОСТ 12.1.012-78.

- **Місцева вібрація**, що передається через руки, може викликати порушення периферичного кровообігу, ураження нервової системи та опорно-рухового апарату. Для ручних машин гранично допустимі рівні місцевої вібрації регламентуються ГОСТ 17770-79. Їх параметри визначаються діючим значенням коливальної швидкості в місцях контакту машини з руками працівника, враховуючи масу машини, яку він сприймає під час роботи.

Шум

Шум є загальним подразником, який може негативно впливати на всі системи життєдіяльності людини. Нормовані параметри шуму на робочих місцях визначені ГОСТ 12.01.003.-83. Ці норми встановлюють граничні значення шуму залежно від характеру праці в різних виробничих приміщеннях, а не від типу обладнання.

На підприємствах вимірювання рівня шуму на робочих місцях повинно проводитися щонайменше один раз на рік.

Для зниження рівня шуму в механічних цехах рекомендується вживати таких заходів:

1. Замінювати ударні процеси та механізми на безударні.
2. Переходити від зворотно-поступальних рухів до обертальних.
3. Використовувати зубчасто-пасові передачі замість зубчастих та ланцюгових.
4. Замінювати прямозубчасті шестерні на косозубі та шевронні.
5. Використовувати пластмасові деталі замість металевих.
6. Розміщувати зубчасті зчеплення в масляних ваннах.

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Застосовувати прокладні матеріали.
8. Зменшувати інтенсивність вібрації поверхонь шляхом забезпечення їх жорсткості та надійності кріплень.
9. Використовувати гумові прокладки на днищах бункерів та іншої металевої тари.
10. Застосовувати звукоізолюючі кожухи, екрани, стіни та перегородки.

Освітлення

Достатнє освітлення робочих зон та проходів є необхідною умовою для забезпечення нормальних умов праці. Близько 90% інформації людина сприймає через зір, тому освітлення відіграє надзвичайно важливу роль.

Раціональне освітлення повинно відповідати таким вимогам:

- Бути достатнім.
- Бути рівномірним.
- Не створювати тіней на робочій поверхні.
- Не засліплювати працівника.
- Напрямок світлового потоку має бути зручним для виконання роботи.

Робочі зони освітлюють таким чином, щоб працівник міг добре бачити процес роботи, для чого джерело світла підводять безпосередньо до інструменту. Нормативним документом щодо штучного освітлення є СНіП П-4-79. Ці норми рекомендують широке використання газорозрядних ламп як найбільш ефективних та екологічних. Лампи розжарювання слід застосовувати лише у випадках, коли використання газорозрядних ламп неможливе. Підвищене освітлення передбачається в приміщеннях з недостатнім природним освітленням, коли його рівень при боковому освітленні становить менше 30% від нормованого значення, та при верхньому - менш 60%.

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Пожежна безпека

Головне завдання будь-якої системи пожежної безпеки – це мінімізувати ризик виникнення загорянь до рівня, встановленого нормами. Якщо ж пожежа все ж сталася, система повинна спрацювати так, щоб обмежити її поширення, швидко виявити, ефективно загасити, а також захистити людей та майно.

Для досягнення цієї мети, згідно з державними стандартами (ГОСТ 12.1.004-91), пожежна безпека об'єкта забезпечується трьома основними напрямками:

1. **Запобігання пожежі:** Це комплекс заходів, спрямованих на усунення причин, що можуть призвести до загоряння.
2. **Протипожежний захист:** Це системи та засоби, які спрацювають безпосередньо під час пожежі для її локалізації та ліквідації.
3. **Організаційно-технічні заходи:** Це організаційні дії та технічні рішення, що забезпечують загальний рівень безпеки.

Розглянемо конкретний приклад. Дільниця механічного цеху, де виготовляється цапфа-диск, за своїми характеристиками (наявність негорючих матеріалів у холодному стані) належить до категорії "Д" за вибухопожежною та пожежною небезпекою (згідно з ОНТП 24-86). Це означає, що ризик займання тут нижчий, але все одно вимагає уваги.

Заходи, що вживаються для забезпечення пожежної безпеки на такій дільниці, включають:

- **Планування та облаштування:** Територія дільниці та розташування обладнання проектується з урахуванням безпеки. Це передбачає правильне розміщення виходів, наявність аварійного освітлення для забезпечення евакуації.
- **Обмеження використання відкритого вогню та куріння:** Категорично забороняється використовувати відкритий вогонь поблизу

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріалів, що легко займаються, а також палити у невідведених для цього місцях.

- **Наявність засобів пожежогасіння:** На ділянці повинні бути встановлені відповідні засоби для гасіння пожежі, що відповідають стандартам (ГОСТ 12.4.009-83).
- **Заземлення обладнання:** Електрообладнання повинно бути належним чином заземлене для запобігання виникненню іскор та коротких замикань.
- **Навчання персоналу та контроль:** Регулярно проводяться інструктажі для працівників щодо правил пожежної безпеки, а також здійснюється контроль за їх дотриманням.

4.3.Заходи щодо охорони навколишнього середовища

Основним напрямком охорони навколишнього середовища є очищення вентиляційного повітря. Для очищення повітря використовують різні методи. Порівняльна характеристика методів очищення наведена у табл. 4.1.

Характеристика методів очищення повітря

Таблиця 4.1

Метод очищення	Ефективність очищення	Приклади апаратів
Сухе очищення	40-60	Циклони, комірки
Мокре очищення	93-98	Насад очні, пенні
Фільтрація	90-99	Зернисті, масляні фільтри
Електричне очищення	90-99,7	Електрофільтри
Хімічне очищення	95-99	Адсорбери, абсорбери
Біологічне очищення	95-99	Біофільтри

Ще одним важливим напрямком охорони навколишнього середовища є очищення від змащувально-охолоджувальних рідин.

На підприємствах металургійної і машинобудівної промисловості одна з основних категорій стічних вод - це масляні стоки.

За концентрацією основного забруднення (масла) вони поділяються на

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

малоконцентровані і концентровані. Малоконцентровані стоки утворюються при промиванні металевих виробів після їхньої термічної обробки і після розконсервування.

Концентровані стічні води містять масел до 50 г/л. Це відпрацьовані змащувально-охолоджувальні рідини (ЗОР), а також відпрацьовані миючі розчини, що представляють собою стійкі емульсії типу "масло у воді". Їхня витрата складає 0,5 - 200 м³ /добу у залежності від потужності підприємства і типу його продукції.

На багатьох підприємствах концентровані масловмісні стоки розбавляються великою кількістю умовно чистих вод і перетворюються в мало концентровані.

Вміст у них масла звичайно коливається від 10 до 500 мг/л. Обсяг цих стічних вод досягає 5-10 тис. м³ /добу.

Технологічні схеми очищення масловмісних стічних вод у нашій країні і за рубежом передбачають змішування усіх видів масловмісних стічних вод, їхнє відстоювання для видалення грубодисперсних і спливаючих домішок, обробку коагулянтами і зневоднювання осадів, що утворюються.

Основним недоліком таких схем очищення є великі витрати коагулянтів і утворення значних кількостей опадів, для зневоднювання яких потрібна додаткова витрата коагулянтів з метою зниження вмісту в них масел. Практика показує, що роздільна обробка коагулянтами малоконцентрованих і концентрованих стічних вод вимагає менших витрат коагулянтів і супроводжується утворенням менших об'ємів осадів.

Основна кількість концентрованих маслемульсійних стічних вод на підприємствах машинобудування і металообробки скидається у вигляді відпрацьованих ЗОР. Свіжі ЗОР готують з технічних продуктів - емульсолів, що представляють собою емульсії типу "вода в маслі". При змішуванні 3-10% емульсолу, 90 - 95% води і 0,3% соди утворюються емульсії типу "масло у воді". Для додання емульсії достатньої активності

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідне додавання до неї ще одного компонента - емульгатора, здатного сорбуватися на поверхні обох - рідин, що не змішуються. Крім зазначених компонентів, до складу ЗОР входять різні стабілізатори, а також велика кількість присадок (антикорозійні, бактерицидні та ін).

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

В кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Проектування технології виготовлення валу ступінчастого ($\varnothing 63$ мм; $L = 240$ мм)» виконана згідно до вимог ЄСТД та ЄСКД. В ній 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.

Деталь – вал, має досить високі показники точності, шорсткості і взаємного розташування поверхонь.

Конструкція деталі досить складна, однак це зумовлено відповідальністю та службовим призначенням деталі у вузлу.

Проектована деталь - поворотний вал виготовляється з конструкційної легованої якісної сталі 45 ДСТУ 7806:2015.

Поверхнева термообробка дозволяє значно підвищити твердість зовнішнього шару, зберігаючи при цьому достатню пластичність і міцність серцевини. Завдяки цьому такі деталі краще витримують навантаження, зменшують знос і продовжують термін служби машин і механізмів.

В кваліфікаційній роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: пристосування для фрезерування лисок і пазів, кінцева фреза, калібр-скоба. Зроблено аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів при механічній обробці деталі. Розглянуті метеорологічні умови на ділянці. Наведені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці.

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей: Навчальний посібник - Б.К. Хлопенко, М.М. Івахненко, О.П. Шумілов, О.О. Козленко. - Миколаїв: УДМТУ, 2003. - 56 с.
2. Курсове проектування з дисциплін "Технологія машинобудування", "Організація та нормування в машинобудуванні", "Організація виробництва": Навчальний посібник/ Під ред. О.П. Гурченкова. - Миколаїв: НУК, 2004. - 212 с.
4. Проектування і виробництво заготовок в машинобудуванні: Навч., пос./ П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плєскач. Під заг. ред. В.М. Плєскача. - Київ: Вища школа, 1991. - 247 с.
5. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. - Львів: Світ, 1996. - 368 с.
6. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
7. 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.
8. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
9. Базування і бази в машинобудуванні: Навч. Пос./ Я.Д. Колкер, О.Н. Руднев. - Київ: Вища школа, 1991. - 100 с.

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

10. 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.

11. 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.

12. 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.

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. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для вищих навчальних закладів/ За ред. М.П. Гандзюка. - Київ: Каравела, 2003.-408 с.

16. Тубальцев А.М. Виробниче освітлення і його розрахунок: Навчальний посібник. - Миколаїв: УДМТУ, 2001. - 84 с.

					4267ст3.04.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	4267ст3.02141.04.001

Національний університет кораблебудування
імені адм. Макарова

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

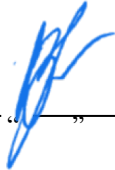
Завідуючий кафедрою інженерної механіки
та технології машинобудування, проф.

ТКАЧ М.Р.

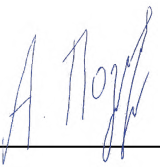
” ” 2026р.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС
виготовлення валу ступінчастого

4267ст3.04.КРБ.05.01

Студент 4267ст3 групи _____  _____ Василега І.С. 2026 р.

Н.- контроль _____  _____ Моргун С.О. _____ 2026 р.

Керівник _____  _____ Познанський А.С. _____ 2026 р.

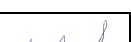
[illegible]

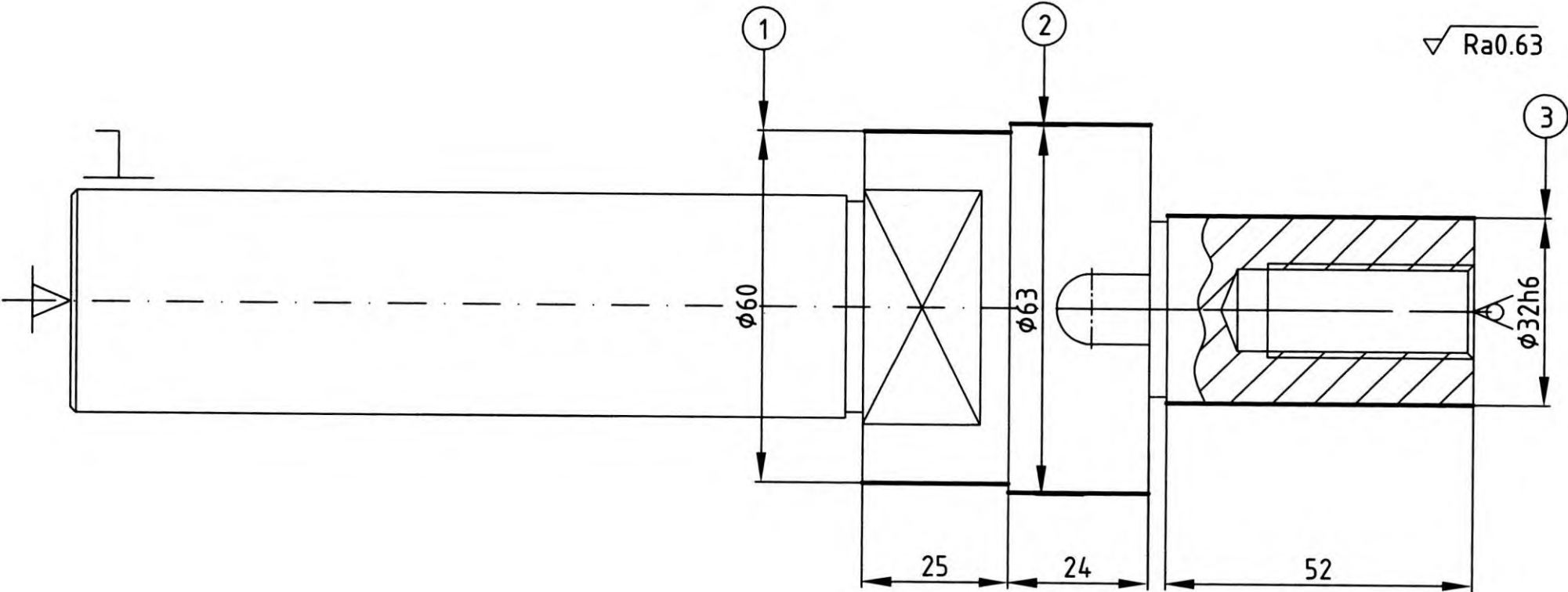
[illegible]

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--

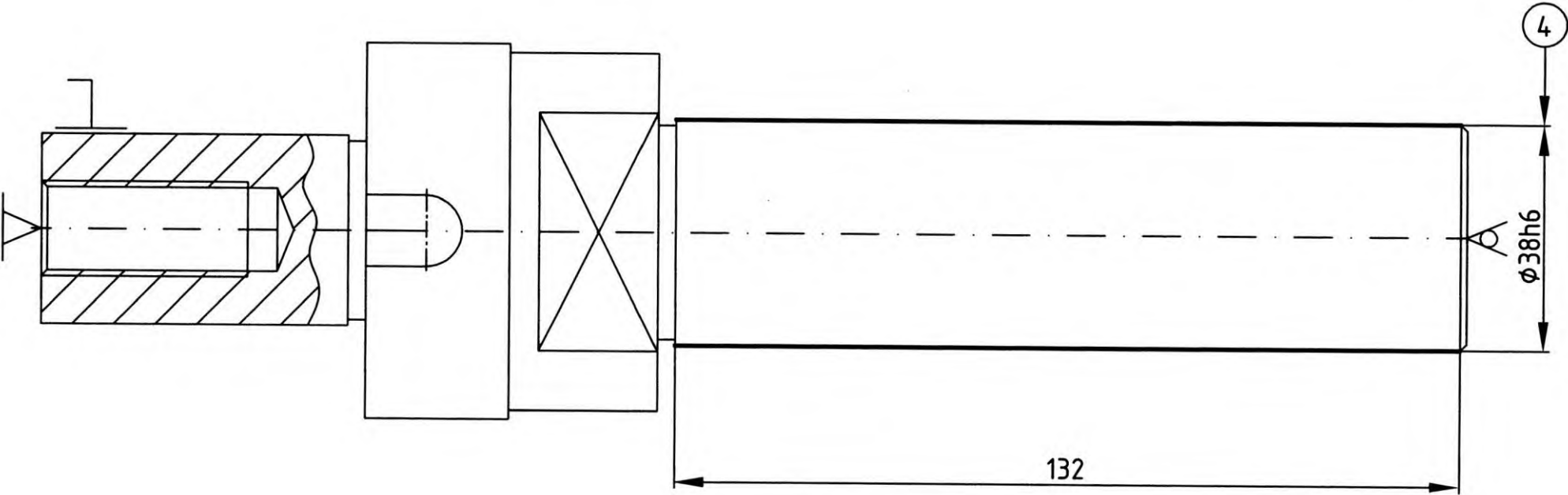
						4267ст3.02141.04.001	2	1		
Разраб.	Василега І.С.			НУК	4267ст3.04.КРБ.05.01		4267ст3.60141.04.060			
Провер.	Познанський А.С.									
Нормир.				Вал			КРБ			060
Н.контр.										



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

						4267ст3.02141.04.001		2	2				
Разраб.	Василега I.C.			НУК	4267ст3.04.КРБ.05.01		4267ст3.60141.04.060						
Провер.	Познанський А.С.												
Нормир.				Вал						КРБ			060
Н.Контр.													

▽ Ra0.63



[illegible]

[illegible]