

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.т.н., професор М.Р.Ткач
«15» 15 2026 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему: Проектування технології виготовлення
валу рухомого блоку шестерень ($m=2$ мм; $z=13$)

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 4267ст3

Керівник



Черняєв В.О.
(прізвище та ініціали)



Поліщук В.А.
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2026

Національний університет кораблебудування

імені адмірала Макарова

Інститут _____ Машинобудівний навчально-науковий _____
Кафедра _____ Інженерної механіки та технології машинобудування _____
Освітній рівень _____ 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 _____ Черняєв Владислав Олександрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Проектування технології виготовлення валу рухомого блоку шестерень ($m = 2$ мм; $z = 13$)” _____

керівник роботи _____ к.т.н., доц. Поліщук В.А. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 22.04.2026 р. № 291уч

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) Заходи з охорони 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	Познанський А.С., канд.техн.наук, доцент кафедри ІМ та ТМ		
Нормоконтроль	Моргун С.О., к.т.н., доцент кафедри ІМ та ТМ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

Керівник роботи


(підпис)

Черняєв В.О.

(прізвище та ініціали)

Поліщук В.А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Проектування технології виготовлення вал-шестерні ($m=2$ мм; валу рухомого блоку шестерень ($m = 2$ мм; $z = 13$)» 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 бакалавра наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці.

Ключові слова: вал рухомий, заготовка, припуски, протяжка шліцьова, пристосування з гідропластом.

ABSTRACT

In the bachelor's qualification work on the topic "Design of the technology for manufacturing a shaft-gear ($m=2$ mm; shaft of a movable gear unit ($m = 2$ mm; $z = 13$)" a description, purpose of the part and characteristics of the material from which it is made are provided, an analysis of its manufacturability, selection and justification of the type of production are made, a technological process for manufacturing the part is developed.

The bachelor's qualification work provides calculations of special devices and cutting and measuring tools, and measures for labor protection and the environment at the site are developed.

Key words: movable shaft, workpiece, allowances, spline broach, device with hydroplast.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	8
1.1.Призначення та опис деталі	9
1.2. Характеристика матеріалу деталі	9
1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі	10
1.4.Вибір типу виробництва.....	13
2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	15
2.1. Вибір способу одержання заготовки.....	16
2.2. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	23
2.3. Розрахунок припусків на механічну обробку	27
2.4. Вибір обладнання	30
2.5. Вибір ріжучого інструменту	34
2.6. Вибір вимірювального інструменту	35
2.7. Розрахунок режимів різання	36
2.8. Технічне нормування	38
3.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	40
3.1.Розрахунок пристосування для центрування і затискання по внутрішньому діаметру на токарному верстаті з ЧПК	41
3.2.Розрахунок шліцьової протяжки	47
4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	60
Вступ.....	61
4.1.Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на дільниці	61
4.2.Метеорологічні умови на дільниці	64
4.3. Охорона навколишнього середовища	65
Висновки	67
Перелік літератури	68

ВСТУП

Машинобудування – це галузь, яка забезпечує всі сфери економіки сучасною технікою, рухаючи країну вперед і закладаючи фундамент для розвитку суспільства.

Суть технології машинобудування полягає у створенні машин, які відповідають усім вимогам щодо якості, кількості та термінів виробництва, при цьому мінімізуючи витрати. Ця наука охоплює дослідження, розробку та вдосконалення методів виготовлення деталей, створення необхідного обладнання та оснащення, а також фінальне складання готових виробів.

Перед українськими машинобудівниками стоїть важливе завдання: сприяти подальшому розвитку галузі, яка є ключовою для модернізації всіх секторів економіки. Для цього необхідно суттєво підвищити якість, технічний рівень, продуктивність та безпеку машин, обладнання та приладів. Важливо також прискорити створення комплексних систем, які дозволять повністю автоматизувати виробничі процеси, від отримання сировини до відправки готової продукції.

Сучасне виробництво неможливо уявити без впровадження передових технологій. Саме механізація та автоматизація дозволяють значно нарощувати обсяги випуску продукції та робити працю людей більш ефективною.

Ключовим кроком до створення сучасних, спеціалізованих автоматизованих виробничих зон є злагоджена робота верстатів з програмним керуванням (ЧПК), комп'ютерних систем та стандартизованих технологічних процесів.

Зі зростанням вимог до якості виробів, часто зростає і складність їх виготовлення, що потребує додавання нових етапів у виробничий цикл. Однак, досягнення надвисокої точності обробки в звичайних умовах виробництва є складним завданням, адже на неї впливає безліч факторів. Тому на практиці застосовується так звана "економічна точність".

Під економічною точністю розуміють такий рівень обробки, який забезпечує найнижчу собівартість при дотриманні стандартних виробничих

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

умов. Це означає використання справного обладнання, належних інструментів та пристосувань, оптимального часу виконання робіт та достатньої кваліфікації персоналу, що відповідає поставленим завданням.

На противагу цьому, "досяжна точність" передбачає можливість досягнення винятково високих показників обробки. Це можливо лише в особливих, нетипових для виробництва умовах, залученням висококваліфікованих фахівців та зі значним збільшенням витрат, де собівартість вже не є визначальним фактором.

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

					4267ст3.17.КРБ.04.01.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Загальна частина			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив	Черняєв	В.О.						К	Р	Б	8	6
Перевірів	Поліщук	В.А.						НУК				
Консул.												
Н.контр.	Моргун	С.О.										
Затвердив	Ткач	М.Р.										

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Призначення та опис деталі

Деталь – вал, призначений для роботи у складальному з'єднанні. Дану деталь застосовують для постійного жорсткого з'єднання співвісних валів в приводах і передачах, де потрібне жорстке і надійне з'єднання окремих валів в довгий складений вал. Застосовують у коробках передач, де має місце зміна швидкості обертання в режимі частого пуску.

Порівняно невеликий маховий момент є її перевагою. Ця деталь не компенсує помилки виготовлення та монтажу, вимагає центрування валів. Вона проста, дешева за конструкцією, знайшла досить широке застосування в легкових машинах для з'єднання валів діаметром приблизно до 100 мм.

Застосування цієї деталі обмежено тим, що при складанні і розбиранні валів потрібні зсуви її в осьовому напрямку, а також тим, що вона вимагає дуже точного поєднання осей валів (в гіршому випадку з'являються сили, що згинають вали). Міцність деталі визначається міцністю її з'єднання з валом.

Деталь являє собою сукупність зовнішніх, внутрішніх, циліндричних і торцевих поверхонь. Вона зручна для обробки на верстатах із застосуванням стандартного ріжучого інструменту і виготовляється а 6 класом точності. Переважна кількість поверхонь деталі обробляється за 6-11 квалітетом, інша частина – за 14 квалітетом.. Деталь має вагу 2,5 кг.

1.2. Характеристика матеріалу деталі

Сталь 40Х - конструкційна легована хромиста сталь (містить 0,36–0,44% вуглецю і ~1% хрому). Володіє високою міцністю, твердістю, зносостійкістю після загартовування і відпуску. Трудно зварювана, схильна до відпускнуї крихкості, вимагає термообробки (загартовування 840–860 °С, масло/вода). Застосовується для виготовлення відповідальних деталей: вали, осі, шестерні, бовти підвищеної міцності, поршні, осі валів, колінчасті вали, кріплення.

					4267ст3.17.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хімічний склад сталі 40X , %

Таблиця 1.1

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,36-0,44	0,17 – 0,37	0,5 – 0,8	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0,8 – 1,10	до 0,3

Механічні властивості сталі 40X при температурі T = 20 °C

Таблиця 1.2

Межа течучості σ_T , МПа	Межа міцності σ_B , МПа	Відносне подовження δ_5 , %	Відносне звуження після розриву ψ , %	Ударна в'язкість КСУ, кДж / м ²	Твердість по Бринелю, НВ
980	785	10	45	590	212-248*

* Твердість сталі 40X після відпалу.

Технологічні властивості:

- *Зварюваність*: важкозварювана.
- *Оброблюваність*: добре піддається механічній обробці в поліпшеному стані.
- *Флокеночутливість*: чутлива.
- *Корозійна стійкість*: помірна.

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

1) Визначення класу деталі.

Деталь відноситься до класу тіл обертання. Відношення $L/D \approx 1,65(1,647)$. Деталь має внутрішній наскрізний отвір зі шпонковим пазом; без зовнішньої різьбової поверхні, але з внутрішньою шліцьовою поверхнею; точність розмірів основних циліндричних поверхонь за 6 квалітетом; заготівка – гаряча об'ємна штамповка.

					4267ст3.17.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Аналіз масштабно-габаритних показників деталі.

На кресленні деталі показано вал (шліцьовий), призначений для роботи в складальному з'єднанні. Поверхні шийки валу $\varnothing 55h6$ повинні бути виготовлені з відхиленням $+19$ мкм, необхідне чистове шліфування. До інших точних поверхонь валу відноситься $\varnothing 70js6$ та шліцьовий отвір $\varnothing 30H6$. Допуски розмірів відповідно 9,5 та 16 мкм.

Відхилення позначені знаком на кресленні «+» або «-». Це означає, що розміри $\varnothing 70$ та $\varnothing 30$ можуть бути виконані більше своїх номінальних значень на величину вказаних у кресленні відхилень та мати найбільші розміри $70 + 0,0095 = 70,095$ м, а шліцьовий отвір $30 + 0,016 = 30,016$ мм.

Розмір шліцьового отвору $\varnothing 30H6$ повинен бути витриманий по довжині 40 мм від лівого та правого торця деталі, як це показано на кресленні. Обробку цієї зовнішньої поверхні зазвичай здійснюють шліфуванням, а шліцьовий отвір – протягуванням.

Шорсткість задана параметром Ra зі значеннями 0,63 мкм на поверхні $\varnothing 55h6$; 20 мкм на поверхні $\varnothing 70js6$ та 10 мкм на шліцьовому отворі $\varnothing 30H6$.

На виступу валу $\varnothing 70js6$ виготовляється шпонковий паз з розмірами 14P9 з відхиленнями відповідними дев'ятому квалітету та заданому діапазону, по довжині 60P15 (з відхиленням $+1,2$ мм) та глибиною 5,5 мм (з відхиленням $+0,2$ мм).

Граничні розміри будуть дорівнювати: найбільший розмір ширини пазу $14 + 0,061 = 14,061$ мм, найбільші розміри довжини пазу $60 + 1,2 = 61,2$ мм та глибини пазу $5,5 + 0,2 = 5,7$ мм. Шорсткість поверхні шпонкового паза дорівнює по ширині 20 мкм, по глибині 10 мкм. Шпонковий паз обробляється циліндричною шпонковою фрезою. На кресленні валу розміри та шорсткість поверхонь шпонкового пазу показані в перерізі Б-Б та В-В.

Отвір $\varnothing 26^{+0,13}$ мм із шорсткістю 20 мкм у циліндричний отвір з розміром $\varnothing 32$ мм на довжину 60 мм. Шорсткість не більше 40 мкм.

					4267ст3.17.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На кресленні показано переріз Г-Г. На ньому показано розміри ширини шліца, розмір шліцевого отвору $\varnothing 32H6^{(+0,16)}$ мм із шорсткістю 10 мкм та шорсткістю бокових стінок шліца рівній 2,5 мкм.

Вал має два внутрішніх шліцевих отвори, позначені згідно ГОСТ 1139-80.

3) Якісна оцінка технологічності

Показник технологічності заготовки:

Коефіцієнт використання матеріалу $K_{В.М} = 0,81$.

Проста конструкція деталі (відсутність складних фасонних поверхонь) дозволяє використовувати при її виробництві уніфіковану заготовку.

Габаритні розміри деталі та її використання дозволяє використовувати раціональні методи отримання заготовки, такі як: прокат, штамповка, лиття.

З урахуванням вимог до поверхонь деталі (точності, шорсткості), а також їх технічного призначення остаточне формування поверхонь деталі (жодної) на заготівельній операції неможливо.

Забезпечення потрібної шорсткості можливо стандартними режимами обробки і уніфікованим інструментом.

Дана деталь здатна добре піддаватися термічній обробці.

4) Показники технологічності конструкції деталі в цілому:

- матеріал не є дефіцитним, 0 вартість прийнятна;
- конфігурація деталі проста: конструктивні елементи деталі універсальні; розміри і якість поверхні деталі мають оптимальні вимоги за точністю і шорсткістю; конструкція деталі забезпечує можливість використання типових техпроцесів її виготовлення; є можливість обробки декількох поверхонь з одного установа;
- з урахуванням вимог до поверхонь деталі (точності, шорсткості), а також їх технічного призначення остаточне формування поверхонь деталі (жодної) на заготівельній операції неможливо.

5) Показники технологічності базування і закріплення:

- заготівка встановлюється зручно для обробки;
- під час механічної обробки єдність баз дотримується.

					4267ст3.17.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок: деталь технологічна.

1.4. Вибір типу виробництва

Тип виробництва, як найбільш загальна організаційно-технічна характеристика виробництва визначається, рівнем спеціалізації робочих місць, номенклатурою об'єктів виробництва, формою переміщення виробів по робочих місцях.

Тип виробництва можна визначити двома способами: за ступенем спеціалізації робочих місць або за річною програмою та масою деталі.

Рівень спеціалізації робочих місць характеризується коефіцієнтом закріплення операцій, характеризується коефіцієнтом закріплення операцій, від яким розуміють відношення кількості різних операцій, що виконуються на одному робочому місці протягом місяця (N_p) до кількості робочих місць на дільниці або в цеху (M_p) та визначається за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{N_p}{M_p},$$

де N_p - кількість різних операцій, які виконуються на робочих місцях дільниці або цеху;

M_p - кількість робочих місць на дільниці або в цеху.

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

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

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

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

При $K_{з.о.} > 40$ – одиничне виробництво.

Якщо визначити коефіцієнт закріплення операцій неможливо або важко (при проектуванні нових дільниць і цехів), тип виробництва орієнтовно може бути визначений за річною програмою випуску та масою деталі, яка підлягає обробці.

					4267ст3.17.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно табл.1.3 при обсязі річної програми випуску – 50000 шт. і масі деталі 2,5 кг обираємо багатосерійний тип виробництва.

Вибір типу виробництва

Таблиця 1.3

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	одиничне	дрібносерійне	середньосерійне	багатосерійне	масове
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10,0	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Згідно з обраним типом виробництва характерна для нього форма організації робіт у цеху прямоточна, яка характерна для масового та в меншій мірі для багатосерійного виробництва.

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ	Арк.	Аркушів		
Розробив		Черняєв В.О.			Технологічна частина			К	Р	Б	15	16
Перевірів		Поліщук В.А.										
Консул.												
Н.контр.		Моргун С.О.										
Затвердив		Ткач М.Р.										
								НУК				

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вибір способу одержання заготовки

Проектування заготовки із штамповки

- 1) Тип виробництва – багатосерійний.
- 2) Спосіб штампування – кривошипний гаряче-штампувальний прес (КГШП).

Визначаємо конструктивні характеристики поковки:

1. Клас точності поковки – Т4.

2. Група сталі – М2.

3. Розрахункова маса

$$G_{\text{п}} = G_{\text{д}} \cdot K_{\text{р}} = 17,7 \cdot 1,7 = 30,09 \text{ кг},$$

де $G_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

$K_{\text{р}}$ – розрахунковий коефіцієнт, установлений відповідно до характеру деталі $K_{\text{р}} = 1,45$, табл.4.12 [2]

$$G_{\text{п}} = 2,5 \cdot 1,45 = 3,625 \text{ кг}.$$

4. Визначимо ступінь складності

$$C = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{фиг}}} = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{фиг}}} = \frac{3,62}{9,28} = 0,39116.$$

Приймаємо С2 (від 0,32 до 0,63).

5. Визначаємо конфігурацію поверхні розняття:

Площина розняття – пряма.

Визначимо вихідний індекс [2, с.338] – $i = 13$.

Визначаємо припуски на механічну обробку [2, с.343-344].

Припуски на механічну обробку

Таблиця 2.1

Розмір	z_0
Ø85	1,9
Ø70	1,9
Ø55	2,2
Ø140	2,2
Ø35	1,5
Ø8	1,4
Ø97	1,5

Значення z_d обираємо за [2, с.344-345].

$$z_{3c} = 0,3$$

$$z_{3гн} = 0,4.$$

Призначаємо ковальські припуски:

1.Радіуси округлень беремо для зовнішніх кутів за [2, с.340].

Внутрішні кути в 2-3 рази більші зовнішніх.

$$R_{\text{внутр.}} 2 \dots 3 R_{\text{зовн.}}$$

$$R_{\text{внутр.}} = R_d + z.$$

$$\text{Для 1 частини штамповки } R_{\text{зовн.}} = 3,5 \text{ мм}; R_{\text{внутр.}} = 2 \cdot R_{\text{зовн.}} = 7 \text{ мм.}$$

$$\text{Для 2 частини штамповки } R_{\text{зовн.}} = 2,5 \text{ мм}; R_{\text{внутр.}} = 2 \cdot R_{\text{зовн.}} = 5 \text{ мм.}$$

Штампувальні нахили

Прес з виштовхувачами

Зовнішньої - 5° , внутрішньої - 5° [2, с.342].

Визначаємо розміри поковки

$$A_d = A_d + 2,9 + 0,3 + 0,4 \cdot = 90 \text{ мм} (z + z_{d1} + z_{d2});$$

$$1. 85 + 2 \cdot (1,9 + 0,3 + 0,4) = 90 \text{ мм};$$

$$2. 70 + 2 \cdot (1,9 + 0,3 + 0,4) = 75 \text{ мм};$$

$$3. 55 + 2 \cdot (2,2 + 0,3 + 0,4) = 61 \text{ мм};$$

$$4. 140 + 2,2 + 0,3 + 0,4 \cdot 2 = 143,3 = 143 \text{ мм};$$

$$5. 97 + 1,5 + 0,3 + 0,4 \cdot 2 - 1,25 = 99,6 = 100 \text{ мм};$$

$$6. 35 + 1,5 + 0,3 + 0,4 \cdot 2 - 1,25 = 37,6 = 38 \text{ мм};$$

$$7. 8 + 1,4 + 0,3 + 0,4 \cdot 2 = 10,5 \text{ мм.}$$

Визначаємо допустимі відхилення [2, с.340]

2/3 – ззовні

1/3 – у тіло

Для отворів

1/3 – ззовні

2/3 – у тіло.

$$1. 90(+0,9/-1,6)$$

$$2. 75(+0,9/-1,6)$$

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

$$3. 61(+0,9/-1,6)$$

$$4. 143(+2,-1,1)$$

$$5.97(+1,8/-1,0)$$

$$6.38(+1,4/-0,8)$$

$$7. 8(+1,4/-0,8).$$

Визначаємо масу штампованої заготовки:

$$G_{\text{ш.д.}} = j \cdot V = 7820 \cdot 0,000359818 = 2,819 = 2,82 \text{ кг};$$

$$G_{\text{з.п.}} = G_{\text{з.м.}} \cdot (100 + \Pi_{\text{ш}})/100 = 2,82 \cdot (100 + 10)/100 = 3,102 = 3,1 \text{ кг}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{В.М.}} = G_{\text{д.}} / G_{\text{з.п.}} = 2,5/3,1 = 0,8065 = 0,81.$$

Проектування заготовки з прокату

Виходячи з того, що форма валу має відносно невелику різницю перепаду діаметрів, обираємо в якості заготовки гарячекатаний сталевий прокат круглого перерізу за ДСТУ 4738:2007. Для даної деталі доцільно використовувати прокат круглого перерізу. Із наявних трьох категорій точності прокату обираємо звичайну точність – 3 (В).

Діаметр прокату визначаємо виходячи з найбільшого діаметру деталі $85^{-0,87}$ мм, додаючи до нього загальний припуск на механічну обробку, рівний $2\Pi_{\text{заг.д.}}$.

У нашому випадку при довжині заготовки 140 мм і номінальному діаметрі 85 мм за табл.4 розмір заготовки з гарячекатаного прокату

$$d_3 = d + 2\Pi_{\text{заг.д.}} = 85 + 1,8 \cdot 2 = 88,6(+0,5/-1,3);$$

$$d_3 = 90 [5, \text{с.82}].$$

Допустимі відхилення на діаметр прокату становлять:

верхнє +0,5 мм;

нижнє -1,3 мм.

Умовне позначення прийнятого прокату

$$\frac{90\text{--В--ДСТУ 4738:2007}}{40\text{X--ДСТУ 7806:2015}}.$$

Припуск на обробку двох торцевих поверхонь заготовки

$$\Pi_{\text{заг.Л1}} = \Pi_{\text{заг.Л2}} = 2 \text{ мм}.$$

Загальна довжина заготовки

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_3 = L + \Pi_{\text{заг.}L1} = 140 + 2 = 142 \text{ мм},$$

де L – номінальна довжина деталі на робочому кресленні, мм.

Граничні відхилення на довжину заготовки встановлюємо за довідковими таблицями по 14 квалітету.

Приймаємо довжину заготовки $142 \pm 0,7$ м.

Об'єм заготовки визначаємо з урахуванням додатних частин допусків:

$$V_3 = \frac{\pi}{4} (d_{3,д.}^2 \cdot L_{3,д.}) = 3,14/4 (9,05^2 \cdot 14,3) = 919,4 \text{ см}^3,$$

де $L_{3,д.}$ – довжина заготовки з додатною частиною допуску, см;

$d_{3,д.}$ – діаметр заготовки з додатною частиною допуску, см.

Масу заготовки визначаємо за формулою:

$$G_3 = V_3 \cdot j = 919,4 \cdot 0,00785 = 7,22 \text{ кг.}$$

Обираємо оптимальну довжину прокату для виготовлення заготовки. Втрати на затискання прутка $l_{\text{заг}} = 80$ мм. Пруток відрізають на ножицях.

Довжину торцевого прокату визначаємо із відношення $l_{\text{відр}} = (0,3 \dots 0,5) \cdot d$,

де $d = 90$ мм.

$$l_{\text{відр}} = 0,3 \cdot 90 = 27 \text{ мм}; l_p = 6 \text{ мм} - \text{відрізання на дисковій пилі.}$$

Число заготовок, виходячи з даної довжини прокату

- з прокату довжиною 4 м

$$n_4 = (L_{\text{пр}} - l_{\text{заг}} - l_{\text{відр}}) / (L_3 + l_p) = (4000 - 27 - 80) / (142 + 6) = 26,3 \text{ од.}$$

Приймаємо 26 заготовок з даної довжини прокату.

- з прокату довжиною 7 м

$$n_7 = (L_{\text{пр}} - l_{\text{заг}} - l_{\text{відр}}) / (L_3 + l_p) = (7000 - 27 - 80) / (142 + 6) = 46,6 \text{ од.}$$

Приймаємо 46 заготовок з даної довжини прокату.

Залишок довжини (некратність) визначається в залежності від прийнятої довжини прокату:

- з прокату довжиною 4 м

$$L_{\text{нк4}} = L_{\text{пр}} - l_{\text{заг}} - l_{\text{відр}} - (L_3 \cdot n_4) = 4000 - 27 - 80 - (143 + 26) = 175 \text{ мм.}$$

або

$$\Pi_{\text{нк4}} = (L_{\text{нк}} \cdot 100) / L_{\text{пр}} = (175 \cdot 100) / 4000 = 4,375 \text{ \%}.$$

- з прокату довжиною 7 м

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{\text{нк7}} = L_{\text{пр}} - l_{\text{зат}} - l_{\text{відр}} - (L_3 \cdot n_7) = 7000 - 27 - 80 - (143 + 46) = 315 \text{ мм.}$$

або

$$П_{\text{нк.7}} = (L_{\text{нк}} \cdot 100) / L_{\text{пр}} = (315 \cdot 100) / 7000 = 4,5 \%$$

З розрахунків на неkratність виходить, що прокат довжиною 4 м для виготовлення заготовки більш економічний, ніж прокат довжиною 7 м. Втрати матеріалу на затискання при відрізання по співвідношенню до довжини прокату становить:

$$П_{\text{зат}} = (l_{\text{зат}} \cdot 100) / L_{\text{пр}} = (80 \cdot 100) / 4000 = 2 \%$$

Втрати матеріалу на довжину торцевого обрізу прокату у відсотковому відношенні до довжини прокату становлять:

$$П_{\text{відр}} = (l_{\text{р}} \cdot 100) / L_{\text{пр}} = (6 \cdot 100) / 4000 = 0,15 \%$$

Загальні втрати (%) до довжини обраного прутка

$$П_{\text{втр.заг.}} = П_{\text{н.к.}} + П_{\text{відр}} + П_{\text{зат}} + П_{\text{відр}} = 4,3 + 0,68 + 2 + 0,15 = 7,13 \%$$

Розхід матеріалу на одну деталь з урахуванням усіх технологічно неминучих втрат визначаємо за формулою:

$$G_{\text{п.}} = (G_3 \cdot (100 + П_{\text{втр.заг.}})) / 100 = (7,22 \cdot (100 + 7,13)) / 100 = 7,74 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{ВМ}} = G_{\text{д}} / G_3 = 2,5 / 7,74 = 0,323.$$

Технічні вимоги висунуті до заготовки:

1. Допустима кривизна заготовки

$$\rho_{\text{к.м}} = \Delta \cdot L_{\text{з.п.}},$$

де Δ - питома кривизна, мкм/мм;

$$\rho_{\text{к.м}} = 1 \cdot 242 = 242 \text{ мкм, тобто не більше } 0,24 \text{ мм.}$$

2. Шорсткість поверхні прокату - $R_z = 160 \dots 200 \text{ мкм.}$

Економічне обґрунтування вибору заготовки

При виборі методу отримання заготовки для знову проектованого технологічного процесу можливі наступні варіанти:

1. Метод отримання заготовки приймається аналогічним існуючому в даному виробництві.

2. Метод отримання заготовки змінюється, проте ця обставина не викликає змін

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у технологічному процесі механічної обробки.

3. Метод отримання заготовки змінюється і в результаті цього істотно змінюється ряд операцій механічної обробки деталі.

У першому випадку достатньо обмежитися посиланням на довідкову літературу, де для даних умов пропонується цей варіант, як оптимальний. Так як вартість заготовки не змінюється, то вона не враховується при визначенні технологічної собівартості.

У другому випадку перевагу слід віддавати заготовці, яка характеризується найкращим використанням металу і меншою вартістю. Методика визначення вартості заготовки наводиться нижче. Вартість заготовки враховується при розрахунку технологічної собівартості.

У двох розглянутих випадках є повна можливість прийняти остаточне рішення щодо виду заготовки і розрахувати її вартість до визначення технологічної собівартості варіанту процесу.

У третьому випадку питання про доцільність певного виду заготовки може бути вирішене лише після розрахунку технологічної собівартості деталі по порівнюваним варіантам. Перевагу слід віддавати тій заготовці, яка забезпечує меншу технологічну собівартість деталі. Якщо ж зіставлені варіанти за технологічною собівартістю виявляються рівноцінними, то кращим слід вважати варіант заготовки з більш високим коефіцієнтом використання матеріалу.

Прокат

Вартість заготовки з прокату (при цьому береться до уваги стандартна довжина прутка):

$$C_{\text{заг}} = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{відх}}}{1000},$$

де Q – маса заготовки, кг;

S – ціна 1 кг матеріалу заготовки, грн.;

q – маса готової деталі, кг;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 т відходів, грн.

$$C_{\text{заг}} = 7,22 \cdot 126 - (7,22 - 2,5) \cdot \left(\frac{29,8}{1000} \right) = 909,72 - 4,72 \cdot 0,0298 = 909,57934 = 909,58 \text{ грн.}$$

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штамповка

Вартість заготовок, отриманих литтям або штампуванням, розраховується за формулою

$$C_{\text{заг}} = \left(\frac{C_{\text{баз}}}{1000} \cdot Q \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot S_{\text{відх}} / 1000,$$

де $C_{\text{баз}}$ – базова вартість 1 тони базових заготовок, грн./т;

Q – маса заготовки, кг;

q – маса готової деталі, кг;

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

k_m – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу;

k_c – коефіцієнт, що залежить від ступеню складності;

k_t – коефіцієнт, що залежить від класу точності;

k_b – коефіцієнт, який залежить від маси заготовки;

k_n – коефіцієнт, який залежить від обсягу випуску заготовки.

Базова вартість однієї тони заготовок $C_{\text{баз}}$ приймається за даними підприємства – споживача цих заготовок. Так, відповідно за середньостатистичними даними з промислових підприємств $C_{\text{баз}} = 315$ грн. Вартість відходів $S_{\text{відх}} = 2258$ грн.

Коефіцієнти, що входять до формули обираються за відповідними таблицями:

$$k_m = 1,18; k_c = 0,87; k_t = 0,75;$$

$$k_b = 1,0; k_n = 0,8; .$$

Вартість заготовки, отриманої гарячештампованим методом:

$$C_{\text{заг}} = \left(\frac{315}{1000} \cdot 3,63 \cdot 0,75 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 1 \right) - (3,63 - 2,5) \cdot \left(\frac{29,8}{1000} \right) =$$

846,73 грн.

Обираємо більш економічний варіант отримання заготовки, тобто штампування на КГШП.

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Технологічний процес (скорочено ТП) виготовлення деталі – впорядкована послідовність взаємопов'язаних дій, що виконуються з моменту виникнення вихідних даних до отримання необхідного результату.

Розробка технологічних процесів входить основним розділом до технологічної підготовки виробництва і виконується на основі принципів «Єдиної системи технологічної підготовки виробництва».

При розробці технологічного процесу керуються наступними принципами:

- в першу чергу обробляються ті поверхні, які є базовими при подальшій обробці;
- після цього обробляють поверхні з найбільшим припуском;
- далі виконують обробку поверхонь, зняття металу з яких в найменшій мірі впливають на жорсткість заготовки;
- у початок технологічного процесу слід відносити ті операції, на яких можна чекати появи браку через приховані дефекти металу (тріщини, раковини);
- поверхні, обробка яких пов'язана з точністю і допусками відносного розташування поверхонь (перпендикулярності, паралельності та ін.), виготовляють за одну установку;
- поєднання чорнової (попередньої) і чистової (остаточної) обробки в одній операції і на одному і тому ж устаткуванні небажано – таке поєднання допускається при обробці жорстких заготовок з невеликими припусками;
- при виборі настановних (технологічних) баз слід прагнути до дотримання двох основних умов: поєднанню технологічних баз з конструкторськими: постійності баз, тобто вибору такої бази, орієнтуючись на яку можна провести всю або майже всю обробку.

Принцип базування заготовки повинен строго відповідати ГОСТ.

Класифікація поверхонь за формою

1) циліндричні :

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- внутрішні – 22;
 - зовнішні – 3, 6, 9, 13.
- 2) плоскі: 1, 5, 7, 11, 15, 20, 23.
- 3) Фасонні:
- закруглені: 4, 12, 17;
 - конічні: 2, 10, 14, 16, 21;
 - шліцьові: 18, 19, 24, 25.

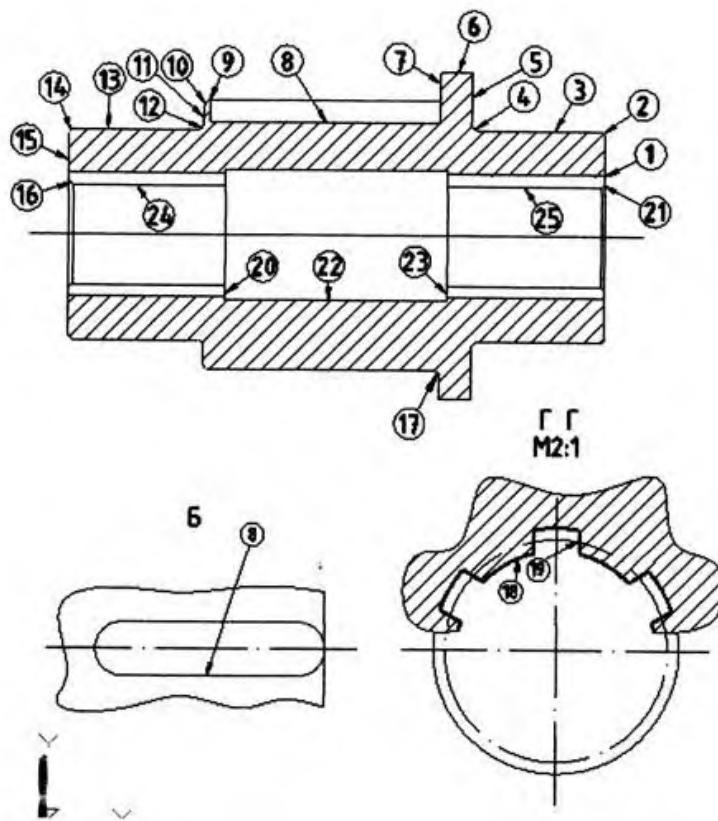


Рис.2.1. Маршрутна схема поетапної механічної обробки
поверхонь деталі

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Маршрутна схема поетапної механічної обробки поверхонь деталі

Таблиця 2.2

Частина 1																Номер і назва
IT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
16																Заготівельний
15																
14																Чорновий
13																
12																НАпів-чистовий
11																
10																
9																
8																Чистовий
7																
6																

Продовження таблиці 2.7.

Частина 2											Номер і назва
IT	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
16											Заготівельний
15											
14											Чорновий
13											
12											НАпів-чистовий
11											
10											
9											
8											Чистовий
7											
6											

Враховуючи усі необхідні вимоги спроектовано операційний техпроцес обробки.

Операційний технологічний процес

Таблиця 2.3

№№	Найменування операції	Зміст операції
005	Технічний контроль	Контролювати супроводжуючу документацію, матеріал заготовки, габаритні розміри і маркування заготовки, наявність дефектів на поверхні заготовки
010	Токарна чорнова	Обробка зовнішніх поверхонь заготовки і свердління центрального отвору
	Інструмент: різні види токарних різців і спіральне свердло Р24.	
015	Токарна чорнова	Розточити поверхню 22, підрізати торці 20, 23 відповідно до ескізу
020	Термічна	Зняти залишкові напруження
025	Контрольна	Перевірити відсутність вибоїн і вм'ятин, наявність клейма ВТК
030	Токарна напівчистова	Точіння зовнішніх поверхонь (3,9, обробка поверхонь 20,23,18,16,21); розточити поверхню 24,25 відповідно до ескізу
035	Протяжна	Обробка на протяжному верстаті, для отримання шліцьового з'єднання
040	Контрольна	Контроль лінійних розмірів, контроль шліцьових деталей
045	Токарна чистова	Точіння зовнішніх поверхонь 3,9,13; зняття фасок 14,2,4,17 відповідно до ескізу
050	Шпонково-фрезерувальна	Профрезерувати шпонковий паз 8 відповідно до ескізу, на спеціальному шпонково-фрезерувальному верстаті
055	Контрольна	Контроль лінійних розмірів, контроль механічних величин. Контроль внутрішньої базової поверхні «А»
060	Термічна	Підвищити твердість до 226-268 НВ
070	Круглошліфувальна	Шліфування поверхонь 3,9,13 відповідно до ескізу

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		Продовж.табл.2.3
075	Слюсарна	Зняття фаски = 0,3 мм по периметру деталі. Маркування номеру робочого креслення деталі шрифтом № 5
080	Контрольна	Контроль лінійних розмірів, контроль механічних величин. Контроль шліцьових деталей

2.3. Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуск — це шар матеріалу, який знімається з поверхні заготовки для досягнення необхідних властивостей оброблюваної поверхні, таких як точність розмірів, шорсткість або геометрична форма.

Операційний припуск — це частина припуску, що видаляється під час виконання однієї конкретної технологічної операції. Він визначає, скільки матеріалу знімається за один етап обробки.

Проміжний цикл — це припуск, який знімається в межах одного технологічного переходу, тобто під час виконання окремої послідовності дій у межах операції.

Загальний припуск — це сумарна кількість матеріалу, що видаляється за всіма технологічними операціями, які виконуються над певною поверхнею. Його також можна визначити як різницю між розмірами відповідної поверхні на початковій заготовці і готовій деталі.

Аналітичний метод

Розрахунок припусків на механічну обробку

Таблиця 2.4

Найменування операції	Шорсткість Rz	Глибина дефектного поверхневого шару на переході h_i	Відхилення від плоскостності ρ	Похибка встановлення заготовки, ϵ	Поле допуску, IT	Мінімальний припуск, $Z_{\min}$	Додатковий припуск z	Номінальний розмір A, мм
Заготівка	160	200	56	450	$h_{14-0.740}$	-	-	60,645 (61)
Чорнове точіння	950	300	18	250	$h_{12-0.3}$	1232	1972	58,353 (59)

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	Продовж.табл.2.4							
Напівчистове точіння	125	100	0	40	$h11_{-0.13}^0$	2588	2888	55,788 (56)
Чистове точіння	25	20	0	6	$h8_{-0.046}^0$	462	652	55,136
Чистове шліфування	5	2,5	0	0	$h6_{-0.019}^0$	90	136	55

$$P = 0,4 \cdot 140 = 56$$

$$Z_{\min 1} = 2(R_{z\ i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2},$$

де i - номер операції;

R_z - шорсткість поверхні штампованої заготовки;

ε - похибка встановлення заготовок для обробки різанням на верстатах, мкм;

ρ - відхилення від плоскостності;

IT – поле допуску;

A – номінальний розмір заготовки після закінчення операції;

$z_{\min}$ - мінімальний припуск на механічну обробку;

z - додатковий припуск.

$$z = z_1 + z_2.$$

z_1 – додатковий припуск на зсування половин штампів;

z_2 – додатковий припуск на зігнутість кованок.

$$z_{\min 4} = 2 (R_{z3} + h_3 + \sqrt{\rho_3^2 + \varepsilon_4^2}) = 2 (25 + 20 + \sqrt{0^2 + 0^2}) = 90 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 3} = 2 (R_{z2} + h_2 + \sqrt{\rho_2^2 + \varepsilon_3^2}) = 2 (125 + 100 + \sqrt{0^2 + 6^2}) = 462 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 2} = 2 (R_{z1} + h_1 + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_2^2}) = 2 (950 + 300 + \sqrt{18^2 + 40^2}) = 2588 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 1} = 2 (R_{z0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2 (160 + 200 + \sqrt{56^2 + 250^2}) = 1232 \text{ мкм};$$

$$z_i = z_{\min 1} + ES_i - ei_{i-1};$$

$$z_4 = z_{\min 4} + ES_4 - ei_3 = 90 + 0 - (-46) = 136 \text{ мкм};$$

$$z_3 = z_{\min 3} + ES_3 - ei_2 = 462 + 0 - (-190) = 652 \text{ мкм};$$

$$z_2 = z_{\min 2} + ES_2 - ei_1 = 2588 + 0 - (-300) = 2888 \text{ мкм};$$

$$z_1 = z_{\min 1} + ES_1 - ei_0 = 1232 + 0 - (-740) = 1972 \text{ мкм};$$

$$A_i = A_{i+1} + z_{i+1}$$

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_3 = A_4 + z_4 = 55 + 0,136 = 55,136$$

$$A_2 = A_3 + z_3 = 55,136 + 0,652 = 55,788$$

$$A_1 = A_2 + z_2 = 55,788 + 2,888 = 58,656$$

$$A_0 = A_1 + z_1 = 58,656 + 1,972 = 60,648$$

$$z_{maz\ 1} = z_{min\ 1} + (ES_0 - ei_0) - ei_1 = 1232 + (0 - (-740)) - (-3000) = 1232 + 470 + 3000 = 4972\ \text{мкм.}$$

Для того, щоб отримати цю частину деталі необхідно обрати заготовки 61 мм.

Табличний метод

Визначаємо припуски на механічну обробку поверхонь деталі [2]

Припуски на механічну обробку поверхонь

Таблиця 2.5

№	Розмір, мм	z_0 , мм	$z_{д1}$, мм	$z_{д2}$, мм
1	Ø85	1,9	0,3	0,4
2	Ø70	1,9	0,3	0,4
3	140	2,2	0,3	0,4
4	35	1,5	0,3	0,4
5	8	1,4	0,3	0,4
6	97	1,5	0,3	0,4

Визначаємо припуски на механічну обробку:

- 1) $2 \cdot (z_0 + z_{д1} + z_{д2}) = 2 \cdot (1,9 + 0,3 + 0,4) = 5,2$; приймаємо 5 мм;
- 2) $2 \cdot (z_0 + z_{д1} + z_{д2}) = 2 \cdot (1,9 + 0,3 + 0,4) = 5,2$; приймаємо 5 мм;
- 3) $2,2 + 0,3 + 0,4 \cdot 2 = 3,3$; приймаємо 3 мм;
- 4) $1,5 + 0,3 + 0,4 \cdot 2 - 1,25 = 3,3$; приймаємо 3 мм;
- 5) $1,4 + 0,3 + 0,4 \cdot 2 = 2,5$;
- 6) $1,5 + 0,3 + 0,4 \cdot 2 - 1,25 = 2,6$; приймаємо 3 мм;

2.4. Вибір обладнання

При виборі обладнання для виробництва ми враховуємо кілька ключових аспектів, щоб забезпечити ефективність, якість та безпеку роботи.

По-перше, **розмір робочої поверхні** верстата має відповідати розмірам деталі, яку ми плануємо обробляти. Це забезпечує зручність та точність роботи.

Далі, ми звертаємо увагу на **можливість досягнення необхідних параметрів точності та шорсткості** обробки. Якість кінцевого продукту безпосередньо залежить від цих характеристик.

Важливо також, щоб **потужність, жорсткість та кінематичні дані** обладнання відповідали оптимальним режимам виконання операцій. Це гарантує стабільну та ефективну роботу.

Ми прагнемо забезпечити високу **продуктивність праці**, тому вибираємо обладнання, яке дозволяє виконувати завдання швидко та ефективно.

Безумовно, **безпека** є пріоритетом. Обладнання повинно відповідати всім вимогам техніки безпеки та промислової санітарії, щоб захистити наших працівників.

І, звичайно, ми враховуємо **ціну** обладнання. Якщо є кілька варіантів, які відповідають нашим вимогам щодо якості обробки, то вирішальним фактором стає **економічність** обробки. Ми завжди шукаємо оптимальне співвідношення ціни та якості, щоб забезпечити найкращі результати за розумну вартість.

Для всіх операцій технічного контролю обирається такий вид технологічного обладнання, як стіл контролера. Він оснащений вимірювальним обладнанням і трьома шухлядами для заготовок, для бракованих деталей і для готової продукції.

Для виконання токарної операції було обрано токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод.16K20Ф3. Керуючись тим, що він призначений для виконання різних токарних робіт і нарізування метричної, модульної, дюймової та пітчевої різьб. Оброблювані деталі встановлюються в центрах або в патроні.

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій числового програмного керування (ЧПК) верстата забезпечує точне і синхронне управління рухом формоутворення по двох координатах одночасно. Це дозволяє виконувати складні операції обробки з високою точністю. Крім того, система ЧПК дає змогу змінювати значення подач, що забезпечує оптимальну швидкість різання залежно від матеріалу і типу обробки. Також передбачено перемикання частот обертання шпинделя, що дозволяє адаптувати режим роботи верстата під різні технологічні завдання. Індикація різцевої головки забезпечує точне позиціонування інструменту для виконання багатопозиційної обробки, а функція нарізування різьби виконується відповідно до заданої програми, що підвищує якість і повторюваність виробів. Система ЧПК моделі 2P22 є контурною, тобто вона забезпечує безперервне управління рухом інструменту по заданому контуру, що особливо важливо для обробки складних геометричних форм.

*Технічна характеристика токарно-гвинторізного верстата
моделі 16K20ФЗ*

Межі числа обертів шпинделю, об/хв.	12,5-2000
Число швидкостей шпинделя	22
Найбільше переміщення супорта, мм:	
- поздовжнє	900
- поперекове	250
Швидкість швидкого переміщення супорта, мм/об.:	
- поздовжнього	4800
- -поперекового	2400
Подача супорта, мм/об.:	
- поздовжня	3-2000
- поперекова	1,5-600
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	10
Габарити, мм: довжина x ширина x висота	3360 x 1710 x 1750
Маса верстата, кг	4000

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для операції з протягування внутрішнього наскрізного шліцьового отвору використовується горизонтально-протяжний напівавтомат мод.7523.

Технічна характеристика горизонтально-протяжного напівавтомата мод.7523

Номинальне тягове зусилля, кН	100
Довжина ходу робочих салазок (робочий хід), мм	1250
клас точності Н	
Діаметр оброблюваного отвору (макс.), мм	до 60-80
(залежить від типу протяжки)	
Швидкість робочого ход, м/хв.	1,5...10
Швидкість зворотного ходу, м/хв.	до 20
Потужність головного приводу, кВт	11
Габаритні розміри (ДхШхВ), мм	6000х2000х1715
Маса верстата, кг	4500-5000

Для наступної операції використовується шпонково-фрезерувальний верстат 692Д, який призначений для фрезерування відкритих шпонкових пазів мірними і немірними фрезами шириною від 4 до 25 мм і глибиною до 26 мм.

*Технічна характеристика шпонково-фрезерувального верстата
моделі 692Д*

Робоча поверхня столу, мм	250х1000
Ширина шпонкового пазу, мм	4...25 (28)
Найбільша глибина пазу, мм	26
Найбільша довжина пазу, мм	до 400
(переміщення фрезерної головки).	
Діаметр валів, що обробляються, мм	12...75
Потужність головного двигуна, кВт	2,2
Частота обертання шпинделя: дозволяє використовувати швидкоріжучі та твердосплавні фрези.	
Цикл роботи: маятниковий (для пазів 4-6 мм) або за один прохід з калібруванням (6-28 мм).	

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса, кг

2250

Безцентровой круглошліфувальний верстат мод.3180 призначений для зовнішнього шліфування гладких циліндричних виробів типу валиків, поршневих пальців, стрижнів, кілець, роликів та інших подібних деталей методом поздовжньої подачі, та крім того, для зовнішнього шліфування тіл обертання фасонного профілю і циліндричних виробів ступінчастою форми методом радіальної подачі.

Технічна характеристика круглошліфувального верстата мод.3180

Найбільший діаметр оброблюваної деталі, мм	100-150
Найбільша довжина оброблюваної деталі, мм	360
Найбільший діаметр зовнішнього шліфування, мм	10-25
Найбільша довжина зовнішнього шліфування, мм	340
Висота центрів понад столом, мм	75
Найбільше поздовжнє переміщення стола, мм	35-600
Частота обертання шпинделя заготовки (безступінчасте регулювання), об/хв.	25-225
Частота обертання шпинделя шліфувального кола при зовнішньому шліфуванні, об/хв.	2350; 1670
Швидкість врізаної подачі шліфувальної бабки, мм/хв.	0,05-5
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	0,6-1,0
Габарити, мм: довжина x ширина x висота	2500 x 2220 x 1920
Маса верстата, кг	2600

Також використовуємо верстак слюсарний Р-4-68-107-001. Слюсарний верстак являє собою спеціальний стіл, на якому виконуються слюсарні роботи. Він повинен бути дуже міцним, стійким і досить важким, щоб під час виконання важких слюсарних робіт (рубка, різка, обпилювання та ін.).

На слюсарний верстак встановлені лещата слюсарні, ручні. З метою створення нормальних умов для роботи лещата на слюсарному верстаку повинні

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлюватися на певній висоті відповідно до росту працюючого. Вони призначені для закріплення деталей.

2.5. Вибір ріжучого інструменту

При виборі ріжучого інструменту слід керуватися кількома важливими правилами. По-перше, варто віддавати перевагу стандартним і нормалізованим інструментам, оскільки вони забезпечують надійність, зручність у використанні та легкість заміни. По-друге, матеріал інструменту повинен відповідати двом основним вимогам: з одного боку, забезпечувати максимальну стійкість і довговічність інструменту під час роботи, а з іншого — мати мінімальну вартість, щоб оптимізувати загальні витрати на виробництво. Такий підхід дозволяє досягти балансу між якістю та економічною ефективністю при виборі ріжучого інструменту.

Обираємо на токарні операції інструмент, оснащений пластинами з твердого сплаву. На токарних операціях застосовуються наступні різці:

- прохідний відігнутий (для обточування зовнішніх циліндричних і конічних поверхонь);
- прохідний упорний (для обточування зовнішніх циліндричних і конічних поверхонь);
- розточувальний (для розточування глухих і наскрізних отворів).
- а також свердла різного діаметру з швидкоріжучої сталі.

На протяжній операції використовується комбінована шліцьова протяжка із швидкоріжучої сталі Р18 для отримання внутрішнього шліцьового отвору.

Для фрезерування шпонкового пазу використовуємо шпонкову фрезу. Шпонкові пази шириною 6-25 мм обробляються з свердлувальною подачею на повну глибину і за один прохід на довжину пазу (однопрохідний цикл.)

Під час круглошліфувальної операції деталь обробляється за допомогою шліфувальних кругів. Оброблена поверхня являє собою сукупність мікрослідів абразивних зерен і має малу шорсткість.

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому для отримання високого класу точності заготовки застосовуємо шліфування для чистової і оздоблювальної обробки деталей з високою точністю.

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

Під час слюсарної операції застосовуємо такий інструмент, як напилок. Він дозволяє вручну зняти фаску по периметру деталі.

2.6. Вибір вимірювального інструменту

Засоби контролю обираю з урахуванням метрологічних, експлуатаційних і економічних показників.

На усьому етапі виготовлення деталі її постійно контролюють. За допомогою штангенциркулю ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 перевіряються всі габаритні розміри заготовки. Фіксуються та вимірюються тріщини, глибина вм'ятин.

Після термічної операції за допомогою мікротвердоміру ПМТ-3 вимірюється мікротвердість методом вдавлювання.

Вимірювання діагоналей відбитків роблять за допомогою фотоелектричного окулярного мікрометра і електронно-обчислювального пристрою (Еву), а також гвинтового окулярного мікрометра МОВ-1-16х. Мікроскоп мікротвердоміру дозволяє здійснювати перегляд випробуваного об'єкта в світлому і темному полі.

Після протяжної операції здійснюється контроль товщини шліца. А після шпонково-фрезерувальної операції перевірка здійснюється знову ж за допомогою штангенциркуля ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89. Але в цьому випадку контролюється значення перекосу осі деталі та осі валу.

Після повторної термічної обробки ще раз за допомогою мікротвердоміру ПМТ-3 вимірюється мікротвердість деталі методом вдавлювання.

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На останній – здійснюється остаточна перевірка за всіма необхідними показниками такими вимірювальними інструментами, як ПМТ-3, штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89.

2.7. Вибір режимів різання

Режими різання є важливим складником технологічного процесу. Від їх правильного вибору залежить не лише якість отриманих виробів, але й продуктивність обробки, її собівартість.

Розрахунок режимів різання проведемо для другого переходу операції 010, на якій розточуємо центральний отвір попередньо. Матеріал деталі – сталь 40Х. Призначаємо глибину різання $t = 2$ мм.

Визначаємо групу подачі для чорного точіння. Визначимо подачу $S = 1,25$ мм/об.

Стійкість інструменту $T = 60$ хв.

Швидкість різання V визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_x}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v \cdot [3].$$

Коефіцієнти у формулі швидкості різання:

$$C_v = 420; x = 0,15; y = 0,20; m = 0,20 \quad [3].$$

Коефіцієнт швидкості різання: $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$.

Розраховуємо коефіцієнт впливу якості матеріалу:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,76531,$$

де $K_r = 1,0$; $n_v = 1,0$; [3]; $\sigma_B = 980$ МПа.

Коефіцієнт, який враховує якість поверхні, $K_{uv} = 1,0$.

Коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал: $K_{nv} = 1,0$

Тоді,

$$K_v = 0,76531 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,76531.$$

Розрахунок оптимальної швидкості різання за формулою

$$V_{\text{розр}} = \left(\frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \right) \cdot K_v = \left(\frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \right) \cdot 0,76531 = 230,2 \text{ мм/хв.}$$

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Силу різання N прийнято розкласти на складові сили, спрямовані по осях координат верстата (тангенціальну P_z , радіальну P_y і осьову P_x). При зовнішньому поздовжньому і поперековому точінні, розточуванні, відрізанні, прорізанні пазів і фасонному точінні ці складові розраховують за формулою:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^n \cdot V \cdot K_p,$$

де C_p – поправочний коефіцієнт, $C_p = 300$ [3, табл.22];

x, y, n – показники ступеня, $x = 1; y = 0,75; n = -0,15$ [3].

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

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{гр} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{гр}$$

де K_{mp} – коефіцієнт, який враховує якість оброблюваного матеріалу [3, табл.9];

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22,$$

де σ_B – межа міцності;

n – показник ступеня, $n = 0,75$ [3, табл.22].

$K_{фр}, K_{гр}, K_{\lambda p}, K_{гр}$ – поправочні коефіцієнти, які враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання;

$$K_{фр} = 1,3; K_{гр} = 2,0; K_{\lambda p} = 0,75; K_{гр} = 0,66.$$

$$\text{Тоді, } K_p = 1,22 \cdot 1,3 \cdot 2,0 \cdot 0,75 \cdot 0,66 = 1,57;$$

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot 300 \cdot 100^1 \cdot 1,2^{0,75} \cdot 123^{-0,15} = 167,1 \text{ Н.}$$

Потужність різання розраховуємо за формулою

$$N = \frac{P_z \cdot v_{корег}}{1020 \cdot 60} = \frac{167,1 \cdot 123}{1020 \cdot 60} = 3,36 \text{ кВт},$$

Перевірка, чи достатня потужність приводу верстата:

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

$3,36 < 7,5$, тобто менше ніж потужність верстата, тому режими різання приймаємо як коректні.

					4267ст3.16.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

2.8. Технічне нормування

Технічні норми часу в умовах масового і серійного виробництва визначаються розрахунково-аналітичним методом.

У серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу:

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

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

n – кількість деталей в партії, шт.;

$T_{\text{шт}}$ – штучний час, хв.

Кількість деталей в партії визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{250},$$

де N – річна програма випуску, шт.;

a – періодичність запуску в днях, приймаємо $a = 3$, день;

250 – кількість робочих днів у році.

$$n = \frac{50000 \cdot 3}{250} = 600 \text{ шт.}$$

Розрахунок штучного часу розраховується за формулою:

$$T_{\text{шт.заг}} = \Sigma(0,00017 \cdot d \cdot l) \cdot i,$$

де d – діаметр заготовки;

l – довжина поверхні заготовки;

i – кількість проходів.

$$i = h/t,$$

де h – припуск на сторону;

t – глибина різання.

$$h = (D_{\text{заг}} - D_{\text{дет}}) / 2,$$

де $D_{\text{заг}}$, $D_{\text{дет}}$ – відповідно діаметр заготовки і деталі.

Розбиваємо довжину заготовки на 4 поверхні довжиною, відповідно 35 мм, 62 мм, 10,5 мм, 35 мм.

Поверхня № 1

Ø61 – 6-й квалітет

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h = (61 - 55) / 2 = 3,$$

але так як 6-1 квалітет, приймаємо $h = 2$ мм.

Приймаємо $t = 2$ мм.

$$i = h/t = 2/2 = 1.$$

$$T_{шт.1} = (0,00017 \cdot 61 \cdot 35) \cdot 1 = 0,36295 \text{ хв.}$$

Поверхня № 2

Ø90

$$h = (90 - 85) / 2 = 2,5.$$

Приймаємо $t = 2,5$ мм.

$$i = h/t = 2,5/2,5 = 1.$$

$$T_{шт.2} = (0,00017 \cdot 75 \cdot 10,5) \cdot 1 = 0,13388 \text{ хв.}$$

Поверхня № 3

Ø75 (Ø90) – 6-й квалітет

$$h = (90 - 70) / 2 = 10,$$

але так як 6-1 квалітет, приймаємо $h = 8$ мм.

Приймаємо $t = 4$ мм.

$$i = h/t = 4/2 = 2.$$

$$T_{шт.3} = (0,00017 \cdot 90 \cdot 62) \cdot 1 = 1,8972 \text{ хв.}$$

Поверхня № 4

$$T_{шт.4} = T_{шт.1} = 0,36295 \text{ хв.}$$

Тоді,

$$T_{шт.заг} = \Sigma(0,00017 \cdot d \cdot 1) \cdot i = T_{шт.1} + T_{шт.2} + T_{шт.3} + T_{шт.4} = 2,75698 \text{ хв.}$$

Визначаємо склад підготовчо-заключного часу: на налагодження верстату, інструменту і пристосувань при закріпленні деталі – 14 хв.; на додаткові прийоми – 4 хв.; отримання інструменту і пристосувань до початку і здача після закінчення обробки – 10 хв.

Таким чином, штучно-калькуляційний час на токарну операцію складає:

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт} = \frac{28}{600} + 2,75698 = 2,8 \text{ хв.}$$

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ	Арк.	Аркушів		
Розробив		Черняєв В.О.			Конструкторська частина			К	Р	Б	40	19
Перевірив		Поліщук В.А.										
Консул.								НУК				
Н.контр.		Моргун С.О.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок пристосування для центрування і затискання по внутрішньому діаметру на токарному верстаті з ЧПК

Пристосування призначено для установки і закріплення деталей типу втулок, труб, малих валів тощо, при точінні і шліфуванні зовнішніх поверхонь, які вимагають забезпечення концентричності співвісності готового внутрішнього отвору з оброблюваною зовнішньою поверхнею. На верстатах пристосування центрується по спеціальному посадковому діаметру.

Устрій пристосування

Оправка гідропластова складається з корпусу 5, у середині якого в спеціальних порожнинах знаходиться робоча маса (гідропласт) 12. На корпусі пристосування розташована тонкостінна втулка 4, на яку встановлюється деталь. Упорне кільце 3 призначене для точного базування деталі в осьовому напрямку, а стопорне кільце 2 – для фіксації тонкостінної втулки 4. Для заливання робочої маси 12 і створення попереднього зусилля затиску встановлено регулювальний гвинт 9, стопорна гайка 11, котра призначена для запобігання відгвинчування регулювального гвинта 9. Для випуску повітря при заливанні робочої маси 12 передбачені чотири дренажних отвори 10, що заглиблені в корпусі 5 пристосування.

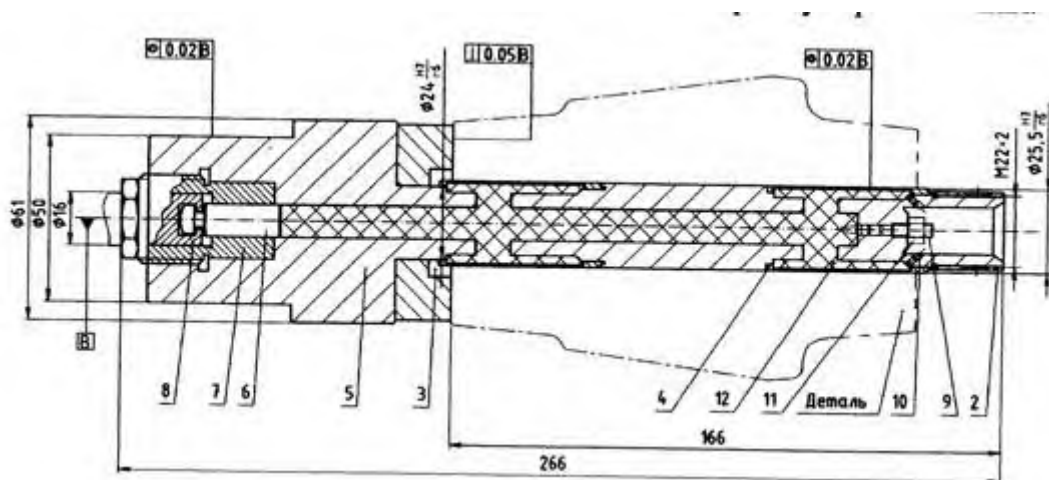


Рис.3.1. Пристосування з гідропластом

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для закріплення заготовки в пристосуванні передбачений шток пневмоциліндра 8, пов'язаний через тягу з плунжером 6, що знаходиться в напрямній втулці 7, який, у свою чергу, стикає робочу масу 12 і створює необхідний для закріплення заготовки тиск за рахунок пружних деформацій тонкостінної втулки 4.

Принцип дії пристосування

Заготовку встановлюють на тонкостінну втулку 4 доти, поки вона не упреться в упорне кільце 3. Для того, щоб затиснути заготовку необхідно зрушити шток пневмоциліндра 8 в осьовому напрямку, після чого під дією зусилля P_n він тисне на плунжер, який рівномірно розподіляє гідрофласт по стінці тонкостінної втулки 4, діаметр якої, у результаті цього, збільшується рівномірно по всій висоті, при цьому одночасно відбувається затискання і центрування заготовки в пристосуванні.

Якщо при цьому заготовка буде не досить надійно закріплена, то необхідно повернути гвинт у вихідне положення, тобто розкрити заготовку і поворотом регульовального гвинта 9 створити у внутрішній порожнині пристосування 5 попередній тиск, а потім повторити процедуру закріплення.

Розкриття заготовки створюється у зворотному порядку, при цьому, за рахунок пружних властивостей тонкостінної втулки 4, робоча маса повертається у вихідне положення.

Розрахунок очікуваної точності обробки деталі

З урахуванням того, що при установці деталі в пристосування з гідрофластом, пристосування є самоцентруючим, похибка базування буде дорівнювати нулю, так як техногічна база деталі збігається з вимірювальною. Розрахунок співвідношення оцінки точності параметра (розмірів, відхилення форми, розташування поверхонь, встановлення деталі) встановлюють шляхом підсумування похибок від дії факторів, які вираховують при аналізі даного параметра. Закон підсумовування визначається природою цих похибок. При розрахунку використаємо спрощений метод визначення сумарної похибки:

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{дет}} \geq IT_{\text{уст}} + \Delta\Sigma,$$

$$\Delta\Sigma = \Delta\epsilon_y + \omega,$$

де $\omega = 10$ мкм - середня економічна точність обробки на верстатах;

$\Delta\epsilon_y = 5$ мкм – похибка установки,

$T_{\text{уст}}$ – допуск на неточність виготовлення установних елементів обладнання, що впливають на точність обробки, приймається $0,3 \dots 0,5 T_{\text{дет}}$.

$$29 \geq 0,3 \cdot 29 + 5 + 10 = 23 \text{ мкм.}$$

Для прийнятих методів обробки і схеми установки заготовки очікуване розрахункове значення похибки менше нормованого (заданого) за кресленням, пристосування забезпечує необхідну точність деталі. При базуванні в пристосуванні заготовка позбавляється п'яти ступенів свободи (залишається обертання відносно власної осі). Схема базування зображена на рис.3.2.

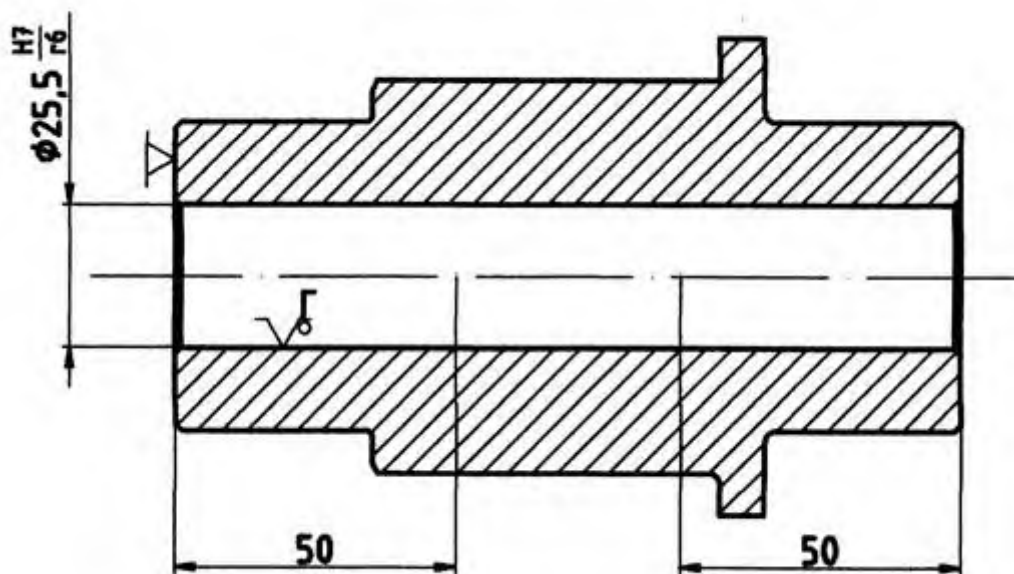


Рис.3.2. Схема базування деталі

Розрахунок елементів пристосування та сил закріплення

1) Вибираємо посадку для з'єднання, заготовка – опорний елемент:

Посадка заготовки на опорний елемент по діаметру D повинна бути рухливою з гарантованим зазором. Тобто для діаметра втулки слід

					427ст31.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

призначити відхилення по Н7, отже тип з'єднання – посадка з зазором $\varnothing 25,5 \frac{P7}{r6}$.

2) Визначаємо довжину тонкостінної частини втулки:

$l = (1,0 \dots 1,3) \cdot l_d$, де l_d - довжина заготовки. Приймаємо
 $l = 45 \cdot 1,1 = 154$ мм.

3) Визначаємо допустиму пружну деформацію втулки:

$$\Delta D = \frac{\sigma_T}{E \cdot K} \cdot D = \frac{800}{1,5 \cdot 2,09 \cdot 10^6} \cdot D = 0,0025 \cdot 25,5 = 0,064 \text{ мм.}$$

$\sigma_T = 8000$ кгс/см² – межа плинності матеріалу;

$K = 1,5$ – коефіцієнт гарантованого запасу;

$E = 2,09 \cdot 10^6$ кгс/см² – модуль пружності.

4) Назначаємо товщину тонкостінної частини втулки $h = 1,85$ мм.

5) Визначаємо максимальний зазор $S_{\max}$ між заготовкою та втулкою у вільному стані:

$$S_{\max} = ES - ei = 0 - (-33) = 33 \text{ мкм.}$$

6) Визначаємо параметр втулки: при $l < 2l_0$ – втулка є короткою; при
 $l > 2l_0$ – втулка довга

$$2l_0 = 2,6 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{h}{D}} = 2,6 \cdot 25,5 \cdot \sqrt{\frac{1,85}{25,5}} = 17,86 \text{ мм;}$$

$l = 154 \text{ мм} > 2l_0 = 17,86 \text{ мм}$, отже втулка є довгою.

7) Розрахуємо затискний натяг:

$$\delta = \Delta D - S_{\max} = 0,064 - 0,033 = 0,031 \text{ мм.}$$

8) Визначаємо гідростатичний тиск в порожнині пристосування:

$$\rho = \frac{1,25 \cdot \Delta D \cdot E \cdot h}{D \cdot l} = \frac{1,25 \cdot 0,064 \cdot 2,09 \cdot 10^6 \cdot 1,85}{25,5 \cdot 154} = 78,77 \text{ МПа.}$$

					4267СТ3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

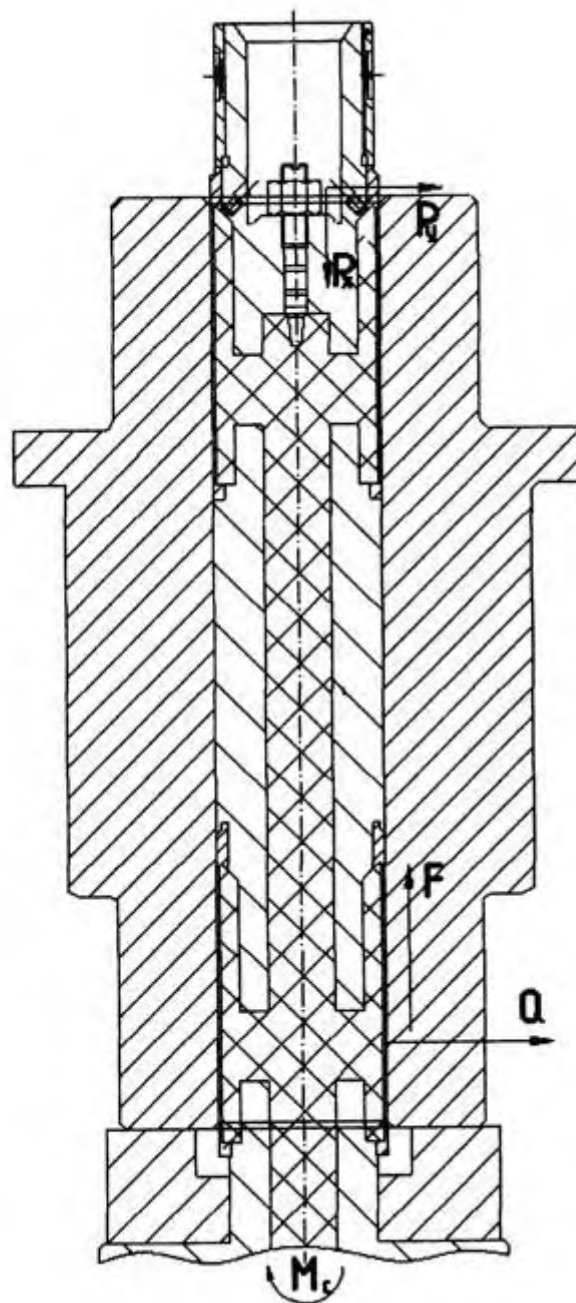


Рис.3.3. Схема сил

9) Знаходимо затискне зусилля:

$$Q = 5 \cdot 10^5 \cdot \frac{2h}{D} \cdot \sqrt{\frac{2h}{D}} \cdot D \cdot \delta = 5 \cdot 10^5 \cdot \frac{2 \cdot 1,85}{25,5} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,85}{25,5}} \cdot 25,5 \cdot 0,031 = 21,85 \text{ кН.}$$

10) Визначаємо силу F, яка утримує заготовку від осьового переміщення і повороту:

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = f \cdot Q = 5 \cdot 10^5 \cdot \frac{2h}{D} \cdot \sqrt{\frac{2h}{D}} \cdot D \cdot \delta \cdot f = 5 \cdot 10^5 \cdot \frac{2 \cdot 1,85}{25,5} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,85}{25,5}} \cdot 25,5 \cdot 0,033 \cdot 0,15 = 3,28 \text{ кН.}$$

$f = 0,15$ - коефіцієнт тертя.

11) Розрахуємо максимальний передаваний крутний момент:

$$M = 2,5 \cdot 10^2 \cdot \frac{2h}{D} \cdot \sqrt{\frac{2h}{D}} \cdot \delta \cdot f \cdot D^2 = 2,5 \cdot 10^2 \cdot \frac{2 \cdot 1,85}{25,5} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,85}{25,5}} \cdot 0,033 \cdot 0,15 \cdot 25,5^2 = 44,48 \text{ кН.}$$

12) Знаходимо вихідне зусилля P_n , яке необхідно прикласти до плунжеру, щоб створити затискне зусилля Q :

$$P_n = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 78,77 = 6,2 \text{ кН;}$$

$d_0 = 10$ мм – діаметр плунжера;

ρ – гідростатичний тиск, МПа.

13) Знаходимо діаметр поршня D_n для забезпечення вихідного зусилля P_n :

$$\rho \cdot S \cdot \eta = P_n,$$

$\rho = 0,4 \dots 0,6$ – МПа – тиск повітря;

S – площа поперекового перерізу поршня, мм²;

$\eta = 0,85 \dots 0,9$ – коефіцієнт корисної дії.

$$S = \frac{P_n}{\rho \cdot \eta} = \frac{6183,445}{0,4 \cdot 0,85} = 18187 \text{ мм}^2,$$

$$S = \frac{\pi \cdot D_n^2}{4}, \text{ отже } D_n = 2 \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{18187}{3,14}} = 152,2 \text{ мм. Приймаємо } D_n = 155$$

мм.

14) Знаходимо хід плунжера, котрий забезпечить необхідну силу затискання Q :

$$\frac{\pi \cdot d_0^2}{4} \cdot L = \Delta V, \text{ звідси } L = \frac{4 \cdot \Delta V}{\pi \cdot D_n^2}$$

d_0 - діаметр плунжера, мм;

ΔV – об'єм деформації втулки від сили затиску, мм³

$$\Delta V = (S_{\max} \cdot \pi \cdot D_{\text{т.вт}} \cdot l_{\text{т.вт}}) \cdot = (0,033 \cdot 3,14 \cdot 25,5 \cdot 50) = 26423,1$$

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = \frac{4 \cdot 26423,1}{\pi \cdot 10^2} = 33,66 \text{ мм.}$$

Заходи безпеки при роботі з пристосуванням

1. При роботі з пристосуванням на токарних і шліфувальних верстатах необхідно дотримуватись всіх загальних форм з техніки безпеки роботи на цих верстатах.

2. Налагодження і зміна деталі повинні проводитися при зупиненому шпинделі верстата. Під час роботи верстата забороняється підрегулювання, підналагодження і перезакріплення пристосування.

3. Забороняється робота з пристосуванням при наявності повітря у внутрішніх порожнинах, а також при наявності тріщин на тонкостінній втулці 4.

3.2. Розрахунок каліброваної шліцьової протяжки

Матеріал заготовки - сталь 40Х 226...265 НВ, $\sigma_B = 820$ МПа.

Діаметр зовнішнього шліцьового отвору $D = 32\text{H}6$.

Внутрішній діаметр шліцьового отвору $d = 26\text{H}6$.

Число шліців $z = 6$.

Ширина шліцьового пазу $b = 6\text{D}9$.

Діаметр попереднього отвору $d_0 = 25,5\text{H}9$.

Довжина втулки $L = 80$.

Шорсткість $Ra < 2,5$ мкм по d , $Rz < 20$ мкм по b , $Rz \leq 40$ мкм по D .

$D - z - (d)\text{H}6 \cdot (b)\text{D}9 \rightarrow D-6 \cdot 26\text{H}6 \cdot 32\text{H}6 \cdot 6\text{D}9$.

На підставі отриманого креслення деталі і їх технічних вимог приймаємо, що шліцьова втулка буде оброблятися комбінованою протяжкою, що складається з двох частин:

- циліндричної, для обробки круглого отвору;
- шліцьової, для прорізання пазів у втулці.

Кожна частина протяжки включає в себе три елементи:

- ріжуча частина, з чорновим зубцями;
- перехідна, з чистовими зубцями;
- калібруюча, з калібруючими зубцями.

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок циліндричної частини протяжки

1.Визначаємо припуски на діаметр при протягуванні циліндричного отвору:

$$A_{\max} = d_{\max} - d_o = 26H6 - 25 = 26,013 - 25,5 = 0,513 \text{ мм.}$$

Величина розбивання отвору Ø26 становить $\delta = 0$, (табл.15 [4]), тому діаметр останнього ріжучого і калібрує зубців не потрібно зменшувати на величину δ , отже

$$d'_{\max} = 26,013 - 0 = 26,013 \text{ мм.}$$

З цього випливає, що величина припуску на діаметр циліндричного отвору складає

$$A_{\text{ц}} = d'_{\max} - d_o = 26,013 - 25,5 = 0,513 \text{ мм.}$$

2.Визначимо подачі на зуб (товщина зрізу) для ріжучих зубів. За табл.7 [4] приймаємо для чорнових зубів

$$S_{z \text{ чорн.}} = 0,05 \text{ мм.}$$

На циліндричній частині приймаємо 3 чистових зуба:

$$\text{для першого - } S_{z1} = 0,03 \text{ мм;}$$

$$\text{для другого - } S_{z2} = 0,02 \text{ мм;}$$

$$\text{для третього - } S_{z3} = 0,01 \text{ мм.}$$

3.Визначаємо припуски для чорнових і чистових зубів:

$$A_{\text{чист.ц}} = 2 \cdot 0,03 + 2 \cdot 0,02 + 2 \cdot 0,01 = 0,12 \text{ мм;}$$

$$A_{\text{чорн.ц}} = A_{\text{ц}} - A_{\text{чист.ц}} = 2 \cdot 0,513 - 0,12 = 0,393 \text{ мм.}$$

4.Визначення кроку ріжучих зубів:

$$t_{\text{чорн.ц}} = 1,25\sqrt{L} = 1,25\sqrt{80} = 8,94 \text{ мм, приймаємо}$$

$$t_{\text{чорн.ц}} = 10 \text{ мм (по табл.9 [4]).}$$

5.Найбільша кількість одночасно працюючих зубів:

$$Z_{\text{чорн.ц}} = L/t_{\text{чорн.ц}} = 80/10 = 8 \text{ і складає } Z_{\text{чорн.ц}} = 8 \text{ зубів.}$$

6.Форма і розміри стружкової канавки. З огляду на властивості матеріалу заготовки, приймаємо 1 форму стружкових канавок – з криволінійною спинкою зубів.

					4267ст3.17.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

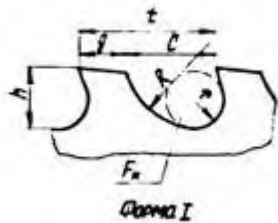


Рис.3.4. Стружкова канавка з криволінійною спинкою зубів

$$h_{\text{чорн.ц}} = 0,4 \cdot t_{\text{чорн.ц}}$$

$$h_{\text{чорн.ц}} = 0,4 \cdot 10 = 4,0 \text{ мм}; R_{\text{чорн.ц}} = 0,7 \cdot t_{\text{чорн.ц}} = 0,7 \cdot 10 = 7,0 \text{ мм};$$

$$q_{\text{чорн.ц}} = 0,3 \cdot t_{\text{чорн.ц}} = 0,3 \cdot 10 = 3,0 \text{ мм}; r_{\text{чорн.ц}} = 0,5 \cdot h_{\text{чорн.ц}} = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ мм}.$$

Після уточнення розмірів профілю зубів по табл.9 [4], остаточно приймаємо: $t_{\text{чорн.ц}} = 10 \text{ мм};$

$$h_{\text{чорн.ц}} = 4 \text{ мм};$$

$$r_{\text{чорн.ц}} = 2 \text{ мм};$$

$$R_{\text{чорн.ц}} = 7 \text{ мм};$$

$$q_{\text{чорн.ц}} = 3 \text{ мм}.$$

7.Визначаємо коефіцієнт заповнення стружкової канавки. З табл.11 для сталі з $\sigma_b > 600 \text{ МПа}$ при товщині зрізу

$$\alpha_{\text{чорн}} = 0,05$$

$K_{\text{ц}} > K_{\text{min}} = 3,5$, значить виконуються умови; приймаємо вище прийняті значення.

8.Визначення профілю, розмірів і кількості стружкорозділювальних канавок. За табл.12 [4], для циліндричної частини протяжки $\varnothing 25,5\text{-}26 \text{ мм}$.



Рис.3.5. Стружкорозділювальна канавка

Приймаємо кількість стружкорозділювальних канавок:

$$n_k = \text{із розмірами}$$

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_k = 0,9 \text{ мм};$$

$$h_k = 0,6 \text{ мм};$$

$$r_k = 0,25 \text{ мм}.$$

9.Визначення числа ріжучих (чорнових) зубів:

$$Z_{\text{чорн.ц}} = (A_{\text{чорн.ц}} / (2 \cdot \alpha_{\text{чорн.ц}})) + 1 = (0,393 / (2 \cdot 0,05)) + 1 = 4,93.$$

Приймаємо $Z_{\text{чорн.ц}} = 5$.

10.Визначення розмірів зубів циліндричної частини протяжки.

Діаметр першого ріжучого (чорнового) зуба приймаємо рівний найменшому діаметру попереднього отвору:

$$d_{\text{чорн.ц}} = d_{0 \text{ min}} = 25,5 \text{ мм}.$$

Калібруючих зубів

$$d_{\text{к.ц}} = d_{\text{max}} = 26,013 \text{ мм, діаметр останнього } d_{\text{к.ц.з.}} = 26,013 \text{ мм}.$$

Діаметри наступних зубів ріжучої частини збільшимо на $2S_z$. Після ріжучої частини йдуть три зуба зі зменшуючимся підйомом на зуб (див.п.2).

Розміри зубів циліндричної частини протяжки наведені в табл.3.1.

Розміри чорнових зубів циліндричної частини

Таблиця 3.1

Тип зубів	Ріжучі (чорнові)				
Номер зуба	1	2	3	4	5
0 зуба	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9

Розміри чистових і калібруючих зубів циліндричної частини

Таблиця 3.2

Тип зубів	Чистові			Калібруючі		
Номер зуба	6	7	8	9	10	11
0 зуба	25,96	26,0	26,02	26,013	26,013	26,013

З таблиці видно, що попередньо проведений розрахунок чистової частини протяжки не дозволяє вийти на розрахунковий діаметр калібруючих зубів.

Це викликано тим, що відбувся перерозподіл припусків між чорною і чистовою частинами протяжки внаслідок того, що було отримано $Z_{\text{чорн.ц}} = 4,93$, виражене дробовим числом. Заміна дрібного числа на найближче ціле $Z_{\text{чорн.ц}} = 5$ привело до збільшення припуску, що зрізається ріжучими зубами, і зменшення припуску, що видаляється чистовими зубами.

Отже, потрібно виконати уточнений розрахунок чистової частини протяжки. Припуск на чистові зубці циліндричної частини:

$$A_{\text{чист.ц}} = d_{\text{к.ц}} - d_{\text{чорн. max}} = 26,013 - 25,5 = 0,513 \text{ мм.}$$

Знову приймаємо число чистових зубів $A_{\text{чист.ц}} = 3$ і уточнюємо припуски на перший чистовий зуб $S_{z1} = 0,015$ мм, на другий чистовий зуб $S_{z2} = 0,001$ мм, а на третій зуб приймаємо $S_{z3} = 0,005$ мм.

Припуск, що зрізається чистовими зубами, на діаметр $A_{\text{чист.ц}} = 2 \cdot 0,015 + 2 \cdot 0,01 + 2 \cdot 0,005 = 0,51$ мм. Не зрізаним залишився шар металу товщиною $\Delta = 0,0015$ мм на сторону.

Через труднощі виготовлення і контролю чистових зубів з переходом товщини зрізу до 1,5 мкм було вирішено зменшити діаметр калібруючих зубів на 3 мкм, отже, прийняти без погіршення точності обробки $d_{\text{хс}} = 26,01$, що забезпечить більш високу точність обробки і технологічність виготовлення протяжки.

Визначення параметрів калібруючої частини:

- з урахуванням 6-го квалітету допуску отвору, що протягується, число калібруючих зубів $Z_{\text{к.ц}} = 9$.

Крок калібруючих зубців

$$t_{\text{к.ц}} = 0,7 \cdot t_{\text{чорн.ц}} = 0,7 \cdot 10 = 7 \text{ мм.}$$

Профіль стружкової канавки вибираємо по аналогії з ріжучими (чорновими) зубами. Розміри стружкової канавки калібруючої частини за табл.9 [4].

$$t_{\text{к.ц}} = 7 \text{ мм;}$$

$$h_{\text{к.ц}} = 3 \text{ мм;}$$

$$r_{\text{к.ц}} = 1,5 \text{ мм;}$$

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$R_{к.ц} = 5 \text{ мм};$

$q_{к.ц} = 2,5 \text{ мм}.$

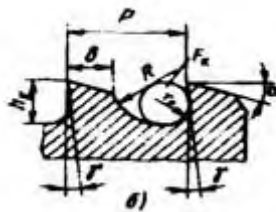


Рис.3.6. Стружкова канавка калібруючої частини

Визначення геометричних параметрів зубів циліндричної частини протяжки. За табл.16 [4], в залежності від властивостей оброблюваного матеріалу призначаємо $\gamma = 12$.

Допуск на величину переднього кута $\pm 2^\circ$.

З метою спрощення технології виготовлення приймаємо форму заточки чорнових і чистових зубів – 1.

Величину заднього кута і допуску приймаємо за табл.7 [4]:

- для чорнових зубів $\alpha = 3$, допуск ± 30 ;
- для чистових зубів $\alpha = 2$, допуск ± 15 ;
- для калібруючих зубів $\alpha = 1$, допуск ± 15 .

Для збереження розміру на калібруючих зубах по задній поверхні шліфують фаску шириною $f = 0,4 \text{ мм}$ кутом $\alpha = 0$.

Визначення типу і розмірів хвостової частини. Розрахункова шліцьова протяжка має циліндричний хвостовик типу Б, застосований для закріплення протяжки в швидкодіючому патроні.

За табл.3 [4], враховуючи попередньо просвердлений і зенкуючого отвору $\varnothing 25,5\text{H}9 (\pm 0,052)$ і величину рекомендованого проміжку $0,5 \dots 1,0 \text{ мм}$ між хвостовиком і отвором, вибираємо хвостовик виконання і з наступними розмірами: $D = 25 \text{ мм}$.

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

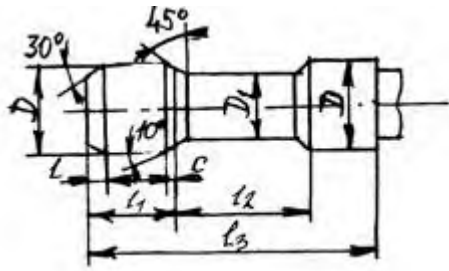


Рис.3.7. Хвостовик

$$D_1 = 19 \text{ мм};$$

$$l = 5 \text{ мм};$$

$$l_1 = 16 \text{ мм};$$

$$l_2 = 28 \text{ мм};$$

$$l_3 = 115 \text{ мм};$$

$$h_1 = 23 \text{ мм};$$

$$C = 1 \text{ мм};$$

$$F = 283,55 \text{ мм}^2.$$

Визначення сили різання при роботі циліндричної частини протяжки за формулою

$$P_{z \text{ ц}} = p \cdot b_{\text{рц}} \cdot z_{\text{чорн.ц}} \max H,$$

де $b_{\text{рц}}$ – довжина ріжучого леза одного зуба, мм. За табл.26 [4], сила різання на 1 мм довжини ріжучого леза зуба протяжки

$$p = 217,707 \text{ Н/мм (при } a_{\text{чорн.ц}} = 0,05 \text{ і HB} = 198-229).$$

Останній чорновий зуб на циліндричній частині протяжки має $\varnothing 25,9$ мм, тоді найбільша сумарна довжина ріжучих лез всіх одночасно працюючих зубів

$$\sum b_{\text{рц}} = \pi \cdot d_{\text{чорн.мах}} \cdot z_{\text{чорн.мах}} = 3,14 \cdot 25,9 \cdot 5 = 406,63 \text{ мм}$$

$$P_{z \text{ ц}} = 217,707 \cdot 406,63 = 88526,197 \text{ Н} = 88,526 \text{ кН}.$$

Розрахунок протяжки на міцність при роботі циліндричної частини:

- по впадині першого зуба

$$\sigma_p = (4 \cdot P_{z \text{ ц}}) / (\pi \cdot (d_{\text{чорн.ц1}} - 2h_{\text{чорн.ц}}) \cdot 2)) = (4 \cdot 88526,197) / (3,14 \cdot (25,5 - 8) \cdot 2) = 354104,788/961,625 = 368,2358 \text{ МПа}.$$

Для цільної протяжки зі швидкоріжучої сталі P18 при діаметрі впадини

					4267СТ3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вп}} < 30 \text{ мм } [\sigma_p] = 400 \text{ МПа, відтак } \sigma_p < [\sigma_p];$$

- по виточенні хвостової частини. Площа небезпечного перетину хвостової частини по діаметру $D_1 = 19 \text{ мм}$ становить $F = 283,5 \text{ мм}^2$, тоді $\sigma = P_{\text{зц}} / F = 292,26172 \text{ МПа}$, при $[\sigma_p] = 300 \text{ МПа}$, відтак $\sigma_p < [\sigma_p]$.

Висновок: при роботі протяжки неможливий розрив по впадинах циліндричних зубів і по хвостовику.

Розрахунок шліцьової частини протяжки

Визначаємо припуски на діаметр при протягуванні шліцьового отвору.

Величина розбивання отвору $\text{Ø}32\text{H}6^{+0,016} \text{ мм}$ згідно з табл.15 [4], становить $\delta = 0$, значить

$$D'_{\text{max}} = D_{\text{max}} = 32,016.$$

Величина припуску на діаметр

$$A_{\text{ш}} = D'_{\text{max}} - d_{\text{min}} = 32,016 - 26 = 6,016 \text{ мм.}$$

Визначення подачі на зуб (товщину зрізу) для ріжучих зубів. За табл.7 [4] приймаємо для чорнових зубів:

$$S_{z \text{ чорн.ш}} = 0,06 \text{ мм.}$$

На циліндричній частині приймаємо 4 чистових зуба:

для першого – $S_{z1} = 0,045 \text{ мм}$;

для другого - $S_{z2} = 0,04 \text{ мм}$;

для третього - $S_{z3} = 0,03 \text{ мм}$;

для четвертого - $S_{z4} = 0,02 \text{ мм}$.

Тоді,

$$A_{\text{чист.ш}} = 2 \cdot S_{z1} + 2 \cdot S_{z2} + 2 \cdot S_{z3} + 2 \cdot S_{z4} = 2 \cdot 0,045 + 2 \cdot 0,04 + 2 \cdot 0,03 + 2 \cdot 0,02 = 0,27 \text{ мм.}$$

Визначаємо припуски для чорнових зубів

$$A_{\text{чорн.ш}} = A_{\text{ш}} - A_{\text{чист.ш}} = 6,016 - 0,27 = 5,746 \text{ мм.}$$

Визначення параметрів чорнових зубів шліцьової частини протяжки.

Крок чорнових зубів, найбільша кількість одночасно працюючих зубів, форму і розмір стружкових канавок приймаємо за величинами такими ж, як на циліндричній частині протяжки

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{чорн.ш}} = 10; Z_{\text{чорн.ш}} = 8.$$

Визначаємо коефіцієнт заповнення стружкою канавки:

$$K_{\text{ш}} = F_{\text{кш}} / F_{\text{сш}} = (\pi \cdot h_{\text{чорн.ш}}^2) / (4 \cdot \alpha_{\text{чорн.ш}} \cdot L) = (3,14 \cdot 4^2) / (4 \cdot 0,06 \cdot 80) = 50,24 / 19,2 = 2,617;$$

$$\text{де } \alpha_{\text{чорн.ш}} = S_{z \text{ чорн.ш}} = 0,06 \text{ мм.}$$

З табл.11 [4] для сталі $\sigma_b > 600$ МПа при товщині зрізу $\alpha_{\text{чорн.ш}} = 0,06$, $K_{\text{min}} = 3,5$. Отже, $K_{\text{ш}} > K_{\text{min}}$.

Визначення профілю, розмірів і кількості стружкороздільних канавок.

За табл.12 [4] розподіл Б для шліцьової частини протяжки з $z_{\text{ш}} = 6$ мм приймаємо кількість стружкороздільних канавок:

$$n_k = 1 \text{ з розмірами}$$

$$S_k = 0,8 \text{ мм;}$$

$$h_k = 0,6 \text{ мм;}$$

$$r_k = 0,2 \text{ мм;}$$

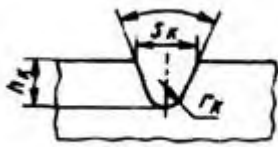


Рис.3.8. Стружкова канавка

Визначення сили різання при роботі шліцьової частини протяжки за формулою:

$$P_{\text{зш}} = p \cdot b_{\text{рш}} \cdot z_{\text{ш}} \cdot z_{\text{чорн.ш max}} = 250607 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 8 = 72,02 \text{ кН.}$$

За табл.26 [4] сила різання на 1 мм довжини ріжучого леза зуба протяжки $p = 250,07$ Н/мм (при $\alpha_{\text{чорн.ш}} = 0,06$ і 1998-229 НВ). Число шліців $z_{\text{ш}} = 6$, ширина $b_{\text{ш}} = 6$ мм – за умовою, $z_{\text{чорн.ш max}} = 8$.

Оскільки сила протягування $P_{\text{зш}}$, що виникає при роботі шліцьової частині протяжки, значно менше сили $P_{\text{зц}}$, що виникає при роботі циліндричній частині, то розрахунок протяжки на міцність за силою $P_{\text{зш}}$ не виконуємо.

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір типу протяжного верстата

Для протягування заданого профілю вибираємо горизонтально-протяжний верстат мод.7523 з максимальним тягловим зусиллям $Q_T = 100000 \text{ Н}$ (див.табл.27 [4]).

Визначення числа ріжучих (чорнових) зубів шліцьової протяжки:

$$Z_{\text{чорн.ш}} = A_{\text{чорн.ш}} / 2\alpha_{\text{чорн.ш}} = 5,746 / (2 \cdot 0,06) = 47,88, \text{ приймаємо } Z_{\text{чорн.ш}} = 48.$$

Визначення розмірів зубів шліцевої частини протяжки.

Діаметр першого ріжучого (чорнового) зуба

$$D_{\text{чорн.ш } 1} = d_{\text{к.ц. ном}} + 2 \cdot S_{Z \text{ чорн.ш}} = 26,01 + 2 \cdot 0,06 = 26,13 \text{ мм.}$$

Діаметри наступних зубів ріжучої частині збільшуємо на $2S_{Z \text{ чорн.ш}}$. Після чорнових зубів йдуть чотири чистових зуба зі зменшуючимся підйомом на зуб.

Діаметри калібрів зубів рівні найбільшому діаметру, тобто розбивання отвору $\delta = 0$.

$$D = D_{\text{max}} = 32,016 \text{ мм.}$$

З огляду на зміни припусків на чорнові і чистові зуби уточнимо число чистових зубів

$$A_{\text{чорн.ш}} = 48 \cdot 2S_{Z \text{ чорн.ш}} = 48 \cdot 2 \cdot 0,06 = 5,76 \text{ мм.}$$

Діаметр останнього чорнового зуба

$$D_{\text{чорн.ш max}} = d_{\text{к.ц. ном}} + A_{\text{чорн.ш}} = 26,01 + 5,76 = 31,77 \text{ мм.}$$

Припуски на чистові зуби шліцьової частини протяжки

$$A_{\text{чист.ш}} = D_{\text{к.ш}} - D_{\text{чорн.ш max}} = 32,016 - 31,77 = 0,246 \text{ мм.}$$

Приймаємо три чистових зуби на шліцьовій частині з наступними значеннями подач:

для першого – $S_{z1} = 0,055 \text{ мм}$;

для другого - $S_{z2} = 0,040 \text{ мм}$;

для третього - $S_{z3} = 0,028 \text{ мм}$.

Чистові зуби зрізають припуск:

$$A_{\text{чист}} = 2 \cdot 0,055 + 2 \cdot 0,040 + 2 \cdot 0,028 = 0,246 \text{ мм.}$$

Розміри зубів шліцьової частини протяжки наведені в табл.3.3.

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри зубів шліцьової частини протяжки

Таблиця 3.3

Тип зубів	Ріжучі (чорнові)											
Номер зуба	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0 зуба	26,13	26,25	26,37	26,49	26,61	26,73	26,85	26,97	27,11	27,23	27,35	27,47
Тип зубів	Ріжучі (чорнові)											
Номер зуба	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
0 зуба	27,59	27,71	27,83	27,95	28,07	28,19	28,31	28,43	28,55	28,67	28,79	28,91
Тип зубів	Ріжучі (чорнові)											
Номер зуба	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
0 зуба	29,03	29,15	29,27	29,39	29,51	29,63	29,75	29,87	29,99	30,11	30,23	30,35
Тип зубів	Ріжучі (чорнові)											
Номер зуба	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
0 зуба	30,47	30,59	30,71	30,83	30,95	31,07	31,19	31,31	31,43	31,55	31,67	31,77
Тип зубів	Чистові					Калібруючі						
Номер зуба	66		67		68	69	70	71	72	73	74	75
0 зуба	31,88		31,96		32,016	32,016	32,016	32,016	32,016	32,016	32,016	32,016

Визначаємо параметри калібруючої частини. Число зубів, враховуючи 6-й квалітет, приймаємо

$$Z_{к.ш} = 7;$$

$$\text{Крок калібруючих зубів } t_{к.ш} = t_{чорн.ш} = 10 \text{ мм.}$$

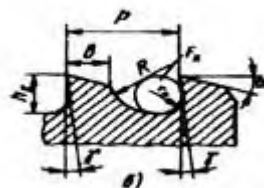


Рис.3.9. Калібруючі зуби

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					57

Профіль стружкових канавок приймаємо таким же, як на чорнових зубах.

Розміри стружкової канавки калібруючих зубів призначаємо за табл.9 [4]:

$$t_{к.ш} = 10 \text{ мм}, h_{к.ш} = 4 \text{ мм}; r_{к.ш} = 2 \text{ мм}; R_{к.ш} = 7 \text{ мм}; q_{к.ш} = 3 \text{ мм}.$$

Визначаємо геометричні характеристики зубів шліцьової частини протяжки. Крок чорнових зубів, найбільша кількість одночасно працюючих зубів, форму і розмір стружкових канавок приймаємо за величиною такою ж, як на циліндричній частині протяжки.

Ширина шліцьового виступу

$$b = b_{\max} = 6,076 \text{ мм}, \delta_b = 0, \text{ так як } T_b = 0,022 < 0,025 \text{ (табл.15 [4])}.$$

$$\text{Діаметр впадин } d_{\text{вп}} = (d_{\min})d_{11} = 2 d_{11} = 26_{-0,125}^{-0,065} \text{ мм}.$$

Бокове піднутріння $1^\circ 30'$ починаючи з зуба $\varnothing 28,19 \text{ мм}$.

Відхилення, що допускаються на зуби протяжки встановлюються за табл.19-23[4].

Розрахунок гладких частин протяжки

Діаметр передньої напрямної частини

$$D_4 = 25,5e8(-0,040/-0,073)/$$

Довжина передньої напрямної частини

$$l_{\text{пн}} = L = 80 \pm 1 \text{ мм}.$$

Діаметр шийки D_2 приймаємо на 0,3-1 мм менше діаметру хвостовика

$$D_2 = D - 1 = 25 - 1 = 24 \text{ з полем допуску } h_{12}:$$

$$D_2 = 24h_{12}^{-0,21}.$$

Довжина шийки. При з'єднанні протяжки з тягловим патроном за схемою [4, с.12].

$$l_{\text{ш}} = l_0 - (l_x + l_k + l_{\text{пн}}),$$

де l_0 -розмір для верстату 7A510 [4, с.39].

$$l_0 \geq 220 + 80 = 300 \text{ мм. Приймаємо } l_0 = 300 \text{ мм}.$$

$$l_x = l_3 = 115 \text{ мм [4, с.39].}$$

$$l_k = 80 \text{ мм};$$

$$l_{\text{ш}} = 300 - (115 + 16 + 80) = 89 \text{ мм}.$$

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр задньої напрямної частини приймаємо найменшому діаметру шліцьового отвору з полем допуску f7:

$$D_5 = 26f7(-0,02/-0,041).$$

Довжина задньої напрямної частини визначається за табл.5 і 6 [4, с.39].

$$l_{з.н} = 55 \pm 1 \text{ мм.}$$

Розрахунок загальної довжини протяжки

Загальна довжина протяжки визначається за формулою:

$$l_{о.б.} = l_0 + l_{чорн.ц} + l_{чист.ц} + l_{к.ц} + l_{чорн.ш} + l_{чист.ш} + l_{к.ш} + l_{з.н.} = 300 + 40 + 30 + 63 + 480 + 30 + 70 + 55 = 1068 \text{ мм.}$$

$$l_0 = 300 \text{ мм;}$$

$$l_{чорн.ц} = (z_{чорн.ц} - 1) \cdot t_{чорн.ц} = (5 - 1) \cdot 10 = 40 \text{ мм;}$$

$$l_{чист.ц} = z_{чист.ц} \cdot t_{чист.ц} = 3 \cdot 10 = 30 \text{ мм;}$$

$$l_{к.ц} = z_{к.ц} \cdot t_{к.ц} = 9 \cdot 7 = 63 \text{ мм;}$$

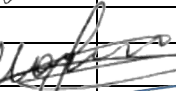
$$l_{чорн.ш} = z_{чорн.ш} \cdot t_{чорн.ш} = 48 \cdot 10 = 480 \text{ мм;}$$

$$l_{чист.ш} = z_{чист.ш} \cdot t_{чист.ш} = 3 \cdot 10 = 30 \text{ мм;}$$

$$l_{к.ш} = z_{к.ш} \cdot t_{к.ш} = 7 \cdot 10 = 70 \text{ мм;}$$

$$l_{з.н.} = 55 \text{ мм.}$$

					4267ст3.17.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4267ст3.17.КРБ.04.04.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці та навколишнього середовища			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Черняєв В.О.						К	Р	Б	60	6
Перевірив		Поліщук В.А.						НУК				
Консул.		Познанський АС										
Н.контр.		Моргун С.О.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

4.ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

Для забезпечення безпеки на робочому місці застосовуються різні підходи. Перш за все, це **технічні рішення**, які спрямовані на створення безпечного середовища. Це означає, що обладнання та виробничі процеси мають бути спроектовані так, щоб мінімізувати ризики для здоров'я та життя працівників. Сюди входять розробка захисних пристроїв, огороження небезпечних зон, а також забезпечення належної вентиляції, опалення та освітлення. Важливим аспектом є також захист від електричного струму, електромагнітних полів та випромінювань.

Не менш важливими є **організаційні заходи**. Вони включають навчання персоналу безпечним способам виконання роботи, встановлення оптимального режиму праці та відпочинку, а також заходи з профілактики професійних захворювань.

Нарешті, **індивідуальні засоби захисту** використовуються як додатковий бар'єр безпеки, коли це необхідно для виконання конкретних завдань.

Сучасний науково-технічний прогрес, зокрема розвиток автоматизованого обладнання та ліній з програмним керуванням, значно підвищує продуктивність праці та сприяє покращенню умов роботи, особливо в галузі металообробки.

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

На робочому місці можуть існувати певні ризики, які потребують уваги для забезпечення безпеки.

Серед фізичних небезпек варто виділити:

- **Рухомі елементи обладнання:** Верстати та інший механізм мають рухомі частини та ріжучі інструменти. Необережний контакт з ними може призвести до травм, а також до затягування одягу.
- **Ненадійно закріплені деталі:** Оброблювані деталі, якщо вони погано зафіксовані або обробляються на високих швидкостях, можуть вилетіти з кріплень, створюючи небезпеку.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- **Важкі заготовки:** При встановленні важких деталей на верстат, особливо з використанням додаткових пристроїв, існує ризик травмування.
- **Високі температури:** Оброблювані поверхні та інструменти можуть нагріватися до високих температур, що може спричинити опіки.
- **Електричні ризики:** Висока напруга в електромережі та статична електрика становлять небезпеку ураження струмом.
- **Гаряча стружка:** Металева стружка, що утворюється під час обробки, може бути гарячою та летіти з великою швидкістю.
- **Забруднене повітря:** У повітрі робочої зони може бути підвищена концентрація пилу, газів та аерозолів від змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР).
- **Шум та вібрація:** Високий рівень шуму та вібрації від обладнання може негативно впливати на здоров'я.

Хімічні ризики включають:

- **Продукти розпаду та термоокислення:** У повітрі можуть бути присутні шкідливі речовини, що утворюються внаслідок нагрівання або розпаду ЗОР.
- **Пари та аерозолі ЗОР:** Випари та дрібні частинки змащувально-охолоджувальних рідин також можуть бути присутні в повітрі робочої зони.

Психофізіологічні фактори, що впливають на працівника:

- **Перевантаження:** Фізичні та емоційні перевантаження, а також розумова втома можуть знижувати працездатність та уважність.
- **Монотонність:** Одноманітна робота може призводити до зниження концентрації та підвищеної втомлюваності.

На робочих місцях, де присутній значний рівень шуму та вібрації, виникають серйозні ризики для здоров'я працівників. Ці фактори можуть призвести до порушень у роботі організму, зокрема центральної нервової системи, викликати головний біль, запаморочення, зниження концентрації та

					4267ст3.17.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

загальної працездатності. У більш серйозних випадках, тривалий вплив вібрації може спричинити професійні захворювання, такі як віброхвороба, а надмірний шум – призвести до втрати слуху.

Безпечні норми шуму встановлені відповідно до ДБН В.2.5-67:2013, а допустимі параметри вібрації регламентуються ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008, який визначає загальні вимоги безпеки праці.

Основними джерелами вібрації на виробничій дільниці є вузли верстатів, зокрема шліцові з'єднання та кулачкові муфти. Для зменшення цього впливу застосовуються такі методи:

- використання більш тихих та точних механізмів передачі.
- встановлення спеціальних амортизаційних прокладок.

Електропостачання на дільниці здійснюється від мереж з напругою 220 В та 380 В.

Для забезпечення комфортних та безпечних умов праці, що запобігають швидкій втомі очей, професійним захворюванням та нещасним випадкам, а також сприяють підвищенню продуктивності та якості роботи, система виробничого освітлення повинна відповідати певним критеріям:

- Рівень освітленості на робочій поверхні має бути достатнім для виконання конкретних завдань і не нижчим за встановлені норми.
- Освітлення не повинно створювати сліпучого ефекту, як від самих джерел світла, так і від відбиваючих поверхонь.
- Необхідно забезпечити рівномірність та стабільність освітлення у виробничих приміщеннях.
- На робочій поверхні не повинно бути різких або глибоких тіней, особливо тих, що рухаються.
- Контрастність освітлених поверхонь має бути достатньою для чіткого розрізнення деталей.

Вимоги до штучного освітлення на виробництві визначені нормативним документом ДБН В.2.5-28:2006.

					4267ст3.17.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Метеорологічні умови виробничих приміщень

Найважливіше значення для забезпечення необхідних умов нормальної життєдіяльності людини і високопродуктивної праці мають створення і підтримка нормативних і метеорологічних умов (мікроклімату) і чистоти повітря робочої зони виробничих приміщень. На виробництві при роботі різного виду обладнання, веденні технологічного процесу і виконанні фізичної роботи на організм можуть діяти такі шкідливі фактори як: гази, пари, аерозолі, надлишкова теплота, підвищена чи знижена температура, чи наявність або відсутність вологи.

Організм людини постійно знаходиться в процесі теплової взаємодії з навколишнім середовищем. Для того, щоб фізіологічні процеси в організмі людини протікали нормально, теплота, яка виділяється організмом, повинна видалятися в навколишнє середовище.

Температура повітря при відсутності виділення теплоти від матеріалу й устаткування в опалювальних приміщеннях влітку й узимку знаходиться в межах 18...25 °С. У цехах машинобудівної промисловості спостерігається виділення великої кількості теплоти і температура повітря в робочій зоні може досягати 30-35 °С і вище. При цьому тепловіддача, конвекція і випромінювання частково припиняються. Організм людини в таких умовах віддає теплоту за рахунок випару з поверхні шкіри, втрачаючи при цьому солі і вітаміни. Унаслідок цього висока температура сприяє розвитку швидкої втомлюваності, перегріву організму, тепловому удару чи професійному захворюванню.

Низька температура повітря може викликати місцеве чи загальне охолодження, що викликає простудні захворювання чи обмороження.

Вологість повітря в робочій зоні виражається відносною вологістю ϕ (%). Оптимальною є відносна вологість у межах 40-60 %, у ряді виробництв присутня підвищена вологість понад 80 %. Підвищена вологість повітря в сполученні з низькими температурами провокує переохолодження, а з високими – перегрів організму. Надлишкова вологість утруднює випар вологи з поверхні шкіри. Це може привести до погіршення стану і зниженню працездатності.

					4267ст3.17.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знижена вологість (менше 18%) погіршує самопочуття людини, і впливає на розподіл шкідливих речовин у приміщенні. Таким чином, для гарного самопочуття людини необхідно визначене сполучення параметрів мікроклімату. Відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 оптимальні норми мікроклімату для виробничих приміщень:

- температура повітря 17-23 °С;
- відносна вологість повітря 75 %;
- температура повітря поза робочими місцями не більш 13-24 °С;
- швидкість руху повітря поза робочими місцями не більш 0,3 м/с.

Вміст шкідливих речовин у повітрі не повинен перевищувати предельно припустимих концентрацій згідно до ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007. Для видалення з повітря різних шкідливих пар і домішків на ділянці передбачена система загальної вентиляції та кондиціонування повітря. При гарній роботі системи вентиляції концентрація пилу не перевищує 1,0-1,8 мг/м².

Виконання організаційних заходів гарантує умови безпеки праці, тобто такий стан умов праці, за яких вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих факторів неможливий, або не перевищує допустимих рівнів.

4.3.Охорона навколишнього середовища

Під час механічної обробки матеріалів у повітря робочої зони потрапляє пил, який має різний хімічний склад і форму частинок. Особливо небезпечним є дрібнодисперсний пил, що утворюється при шліфуванні, оскільки він легко проникає в дихальні шляхи. Вміст пилу в повітрі повинен відповідати встановленим нормам, щоб не перевищувати допустимі концентрації. Значна частина пилу, що виникає під час абразивної обробки, складається з частинок самого оброблюваного матеріалу. Для зниження рівня забруднення застосовують системи місцевої вентиляції, які відводять повітря безпосередньо з зони різання, а також очищують його за допомогою циклонів перед викидом у навколишнє середовище. Вміст пилу в повітрі робочої зони не повинен перевищувати ГДК за ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007.

					4267ст3.17.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання змащувально-охолоджувальних рідин (ЗОР) на виробничих ділянках призводить до хімічного забруднення повітря та води. Аерозолі мастил і випари ЗОР можуть негативно впливати на здоров'я працівників і навколишнє середовище. Відпрацьовані рідини збирають у спеціальні ємності для подальшої утилізації або повторного використання. Водні та мастильні фази таких рідин можуть бути перероблені для виготовлення нових емульсій, при цьому водна фаза проходить очищення від нафтопродуктів до безпечного рівня перед скиданням у каналізацію. Викиди у водні об'єкти регламентуються відповідними нормативними документами, що забезпечують захист водних ресурсів від забруднення (ДБН В.2.5-75:2013 та «Правилами охорони вод від забруднень стічними водами»)..

Рівень шуму, що виникає в механічних цехах, значно перевищує показники багатьох інших промислових галузей. Основними джерелами шуму є деталі приводів, такі як електродвигуни, зубчасті передачі та підшипники, особливо якщо вони мають знос. Крім того, значний внесок у загальний рівень шуму роблять процеси різання матеріалів і вібрації механічних систем. Загалом рівень шумового навантаження коливається в межах від 85 до 100 децибел, при цьому домінують середньо- та низькочастотні звуки.

Найгучнішими вважаються крупні токарні та шліфувальні верстати, які створюють найбільший шумовий фон. Додатковими джерелами шуму є пневматичні інструменти, рівень шуму від яких може досягати 88-118 дБ. Вентиляційні системи також сприяють шумовому забрудненню, генеруючи аеродинамічні шуми.

Для зниження рівня шуму на виробництві важливо регулярно проводити технічний огляд і ремонт обладнання, здійснювати балансування обертових частин машин, а також впроваджувати заходи зі звукоізоляції вентиляційних систем. Це допоможе зменшити негативний вплив шуму на працівників і покращити умови праці.

					4267ст3.17.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Проектування технології виготовлення валу рухомого блоку шестерень ($m=2$ мм; $z=13$)» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД та ЄСКД.

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

В кваліфікаційній роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: пристосування з гідропластом, протяжка шліцьова.

Наведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які впливають на виробничий персонал дільниці, метеорологічні умови виробничих приміщень. Розглянуті питання впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля та заходи щодо його усунення.

						Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навч. пос. / С.М.Соловійов, М.М.Івахненко, О.П.Шумілов, В.О.Бобошко, О.О.Козленко. – Під заг.ред.проф.С.М.Соловійова. – Миколаїв: НУК, 2006. – 172 с.
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
3. 2.Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. Довідник технолога-машинобудівника . В 2-х т./Під заг.ред. А.Г.Косілової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., перероб. І доп. – Київ, Техніка, 1990.
5. Зенкін А.С. Допуски і посадки в машинобудуванні. – Київ, Техніка, 1990.
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці /Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «СМІТ», 2006. – 320 с.
7. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. - Під заг.ред.А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.
8. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник для машинобудівних спеціальностей вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.
9. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування: Навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

----- Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв №	Инв.№ дубл.	Подп. и дата	4267ст3.02141.17.001

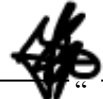
Національний університет кораблебудування
імені адм. Макарова

«ЗАТВЕРЖДУЮ»

Завідуючий кафедрою інженерної механіки
та технології машинобудування, проф.  ТКАЧ М.Р.
” ” 2026р.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС
виготовлення валу рухомого блоку шестерень

4267ст3.17.КРБ.05.01

Студент 4267ст3 групи  ” ” Черняєв В.О. 2026 р.
Н.- контроль  ” ” 2026 р.
Керівник  ” ” Поліщук В.А. 2026 р.

										ГОСТ 3.1118-82		Форма 1						
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
										4267ст3.02141.17.001			3	1				
Разраб.	Черняєв В.О.					НУК		4267ст3.17.КРБ.05.01						4267ст3.10141.17.001				
Провер.	Поліщук В.А.																	
Нормир.						Вал							КРБ					
Н.контр.																		
М 01	Сталь 40Х ДСТУ 7806:2015																	
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры		КД						МЗ		
	166	2,5	1	3,1	0,81	41211X	90х143		1	2,82								
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа										
Б	Код, наименования оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
А03				005	0220,0387 Технічний контроль			4261.72103.06.005; ІОП 10-26										
Б04	292420 Стіл контролера							4	12991	422	1Р	1	1	1	30	-	-	-
05																		
06А				010	4110 Токарна чорнова			4267ст3.20141.17.010; 4267ст3.60141.17.010; ІОП 31-26										
07Б	041160 Токарно-гвинторізний з ЧПК мод. 16K20Ф3							2	18217	312	1Р	1	1	1	30	1		
08																		
09А				015	4110 Токарна чорнова			4267ст3.20141.17.015; 4267ст3.60141.17.015; ІОП 31-26										
10Б	041160 Токарно-гвинторізний з ЧПК мод. 16K20Ф3							2	18217	312	1Р	1	1	1	30	1		
11																		
12А				020	5000 Термічна													
13Б																		
14																		
15А				025	0220, 0310 Контрольна			4267ст3.72103.17.025; ІОП № 10-26										
16Б	Верстак							4	12991	422	1Р	1	1	1	30	1		
МК																	2	

