

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

«___» _____ 2025 р.



Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: Проектування технології виготовлення

валу тихохідного ($\varnothing 80$ мм; $L = 270$ мм)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 4261



Маханьковська О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник



Новошицький А.В.

(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2025

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



“ ” _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Маханьковська Олена Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Проектування технології виготовлення валу тихохідного (Ø80 мм; L = 270 мм)“

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

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 31.03.2025 р. № 299-уч

2. Строк подання студентом роботи 1.06.2025 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.

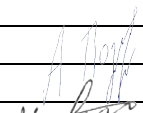
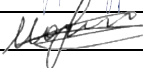
2) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршпутьної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

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., к.т.н., 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 (роздруковка у форматі А3)	28.03.2025	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 2)	15.05.2025	
3	Оформлення конструкторського розділу (3)	23.05.2025	
4	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища	26.05.2025	
5	Оформлення креслень	20.05.2025	
6	Нормоконтроль (креслення у форматі А3)	2-7.06.2025	
7	Затвердження КРБ на кафедральному перегляді (ПЗ, креслення у форматі А1)	9-14.06.2025	
	Оформлення та передача електронного варіанту роботи(текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	14-16.06.2025	
	Затвердження КРБ зав.кафедрою (подання)	14-18.06.2025	
8	Рецензування	18-21.06.2025	
9	Оформлення анотації	20.06.2025	

Студент

Керівник роботи


(підпис)

Маханьковська О.С.
(прізвище та ініціали)


(підпис)

Новошицький А.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Проектування технології виготовлення валу тихохідного ($\varnothing 80$ мм; $L = 270$ мм)» надано опис, призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення деталі вал-шестерня.

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 тихохідний, заготовка, припуски, круглий фасонний різець, пристосування для фрезерування шпонок.

ABSTRACT

In the bachelor's qualification work on the topic "Design of a technology for manufacturing a low-speed shaft ($\varnothing 80$ mm; $L = 270$ mm)", a description, purpose of the part and characteristics of the material from which it is made are provided, an analysis of its manufacturability is made, the choice and justification of the type of production is made, and a technological process for manufacturing a low-speed shaft part is developed.

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

Keywords: : low-speed shaft, workpiece, allowances, round shaped cutter, device for milling keys.

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	8
1.1.Призначення деталі.....	9
1.2.Аналіз технологічності деталі.....	12
1.3.Аналіз хімічного складу матеріалу деталі.....	14
1.4.Вибір типу виробництва.....	15
2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	17
2.1. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.....	18
2.2. Вибір способу одержання заготовки.....	19
2.3. Визначення технологічної собівартості виготовлення заготовки.....	24
2.4. Розрахунок вартості основних матеріалів.....	29
2.5. Розрахунок допусків і припусків.....	30
2.6.Вибір технологічного обладнання	34
2.7. Вибір ріжучого та вимірювального інструменту	37
2.8. Вибір пристосувань та оснащення	38
2.9. Вибір режимів різання та норм часу	38
3.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	42
3.1.Розрахунок і проектування пристрою для фрезерування пазу в деталі.....	43
3.2.Розрахунок круглого фасонного різця.....	52
4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	62
4.1.Вступ.....	63
4.2.Норми і правила з техніки безпеки та виробничої санітарії.....	64
4.3. Інструктаж і навчання працівників правилам техніки безпеки і виробничої санітарії	67
4.4. Охорона навколишнього середовища	72
Список використаної літератури.....	75

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

ВСТУП

Машинобудівна промисловість поставляє продукцію до всіх галузей господарства і є одним з основних його ланок. Технологічний прогрес і подальше зростання всіх галузей господарства, в значній мірі, залежить від розвитку машинобудування і від покращення його технологічної культури.

Підвищення продуктивності праці, якості, надійності виробів, більш економічні витрати матеріальних ресурсів можливо досягти на базі випереджального розвитку машинобудування в новому, більш високому рівні із застосуванням нових технологій, комплексної автоматизації на основі застосування САПР технологічних процесів та верстатів з ЧПК. Комплексна автоматизація виробничих процесів є центральним напрямком науково-технічного прогресу в промисловості взагалі та у машинобудуванні зокрема.

Автоматизоване виробниче середовище не може функціонувати без розвинутої системи керування, що повинна забезпечити інформаційну взаємодію між різними матеріальними компонентами цього середовища та інтегрувати інформаційні ресурси і потоки на всіх стадіях функціонування виробництва.

Технологічний процес розробляється для виготовлення нового або модернізації і вдосконалення чинного технологічного процесу відповідно до досягнень науки і техніки.

Розроблюваний технологічний процес повинен бути прогресивним і забезпечувати підвищення продуктивності праці і якості виробів, скорочення матеріальних витрат і часу праці на його реалізацію, зменшення шкідливих впливів на навколишнє середовище. Технологічний процес повинен відповідати вимогам екології та безпеки життєдіяльності. Розробка перспективних технологічних процесів повинна бути заснована на результатах науково-дослідних, дослідно-технологічних і дослідно-конструкторських робіт, прогнозування нових методів обробки виробу, аналізу досвіду інших підприємств.

Відповідно до цих вимог проектуваний технологічний процес повинен повністю забезпечити виконання всіх вимог робочого креслення і технічних

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

умов, при цьому забезпечити мінімальні витрати праці і витрати виробництва. Технологічний процес виготовлення виробу повинен виконуватися з найбільш повним використанням технічних можливостей засобів виробництва, при найменшій витраті часу і найменшій вартості виробу.

Прогрес в машинобудуванні в значній мірі залежить від рівня техніки в галузі зубчастих передач, широко застосованих у різних машинах, приладах, пристроях. Створення зубчастих передач, що відповідають високому науково-технічному і виробничому рівню є складним завданням, що вимагає спільного розгляду всіх показників якості проекрованої передачі.

У даному дипломному проекті розглянуто питання технологічного забезпечення якості продукції, продуктивності праці та економічності технологічного процесу виготовлення однозахідного черв'яка. Для виготовлення даної деталі розроблено технологічний процес обробки, спроектовані допоміжні пристрої для установки та закріплення деталі на верстатах, ріжучий інструмент. Розроблені заходи з техніки безпеки, охорони праці та навколишнього середовища.

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1.Призначення деталі

Вал – деталь машини або механізму призначена для передачі крутного моменту вздовж своєї осьової лінії. Більшість валів - це обертові (рухливі) деталі механізмів, на них зазвичай закріплюються деталі, які безпосередньо приймають участь у передачі крутного моменту (зубчасті колеса, шків та ін.).

Тихохідний вал є частиною механізму, призначеною для передачі крутного моменту та обертання з низькою швидкістю. Зазвичай він використовується в редукторах, де необхідно знизити швидкість обертання та збільшити крутний момент. Основна відмінність тихохідного валу від швидкохідного полягає саме в його низькій швидкості обертання, що робить його придатним для застосування в певних механізмах.

Вал, як деталь машини, може бути гладким, порожнистим або шліцьовим. Тихохідний вал, як частина редуктора, часто є порожнистим, що дозволяє знизити вагу та покращити розподіл навантаження. Вал може передавати крутний момент, забезпечуючи підтримання обертових деталей, розміщених на ньому.

Вісь – це важлива деталь у багатьох машинах та механізмах. Її основне завдання – підтримувати обертові частини, наприклад, колеса чи шестерні та не брати участі в передачі крутного моменту. Вісь може бути рухливою (наприклад, вісь колеса автомобіля) або нерухомою (наприклад, вісь, навколо якої обертається маятник годинника). Таким чином, вісь – це ключовий елемент, який забезпечує стабільність та надійність роботи багатьох механізмів, дозволяючи обертовим частинам функціонувати правильно.

Класифікація валів та осей може бути здійснена за різними критеріями, одним з яких є форма поздовжньої геометричної осі. По-перше, існують прямі вали, для яких характерна пряма лінія поздовжньої осі. Ці елементи зазвичай використовуються в редукторах або коробках передач, як у гусеничних, так і в колісних транспортних засобах. По-друге, колінчасті вали мають більш складну форму: їх поздовжня ось

					4261.02.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						9
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складається з кількох відрізків, які паралельні один одному, але зміщені в радіальному напрямку. Цей тип валів, наприклад, зустрічається в двигунах внутрішнього згоряння, де необхідно перетворювати обертальний рух. Третім типом є гнучкі вали, які мають ось з змінною кривизною. Ці елементи можуть адаптуватися до різних умов під час роботи механізму або при виконанні монтажних і демонтажних робіт. Гнучкі вали часто використовуються в автомобільних спідометрах, де потрібна певна гнучкість для передачі руху.

Таким чином, класифікація валів та осей за формою поздовжньої геометричної осі дозволяє зрозуміти їх призначення та застосування в різних механізмах.

Вали, як важливі елементи механізмів, розрізняються за своєю конструкцією та зовнішнім виглядом, що визначає їхнє призначення. Існують різні типи валів, кожен з яких має свої особливості:

- **Гладкі вали** – це найпростіший тип, що характеризується постійним діаметром по всій довжині. Їх використовують там, де не потрібні складні з'єднання або фіксація деталей.
- **Ступінчасті вали** мають ділянки з різними діаметрами. Така конструкція дозволяє встановлювати на вал різні деталі з різними внутрішніми діаметрами, забезпечуючи їх фіксацію та центрування.
- **Полі вали** відрізняються наявністю отвору, що проходить вздовж осі вала. Цей отвір може бути наскрізним або глухим і використовується для зменшення ваги вала, прокладання комунікацій (наприклад, мастила) або для інших конструктивних цілей.
- **Шліцьові вали** мають на зовнішній поверхні поздовжні виступи – шліци. Ці шліци рівномірно розташовані по колу і служать для передачі крутного моменту від вала до деталі, яка з ним з'єднана, або навпаки. Шліцьові з'єднання забезпечують надійну передачу обертання та можливість осьового переміщення деталі вздовж вала.
- Окрему категорію складають **вали, інтегровані з елементами передачі моменту**, наприклад, вал-шестерня або вал-черв'як. У цьому випадку вал і

					4261.02.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						10
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елемент передачі (зубчасте колесо або черв'як) виготовляються як єдине ціле, що забезпечує високу точність і жорсткість конструкції.

С Конструктивні елементи валів представлені на рис.1.1.

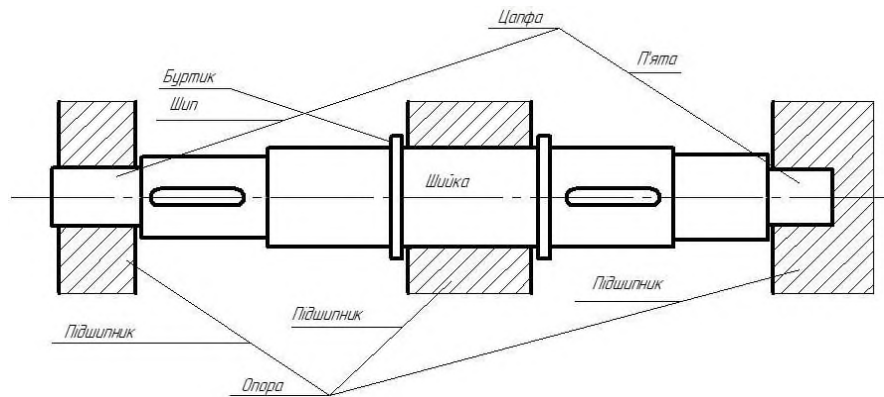


Рис.1.1. Конструктивні елементи валів

Призначення тихохідного валу:

- **Зниження швидкості:**

Основне призначення - зменшення кутової швидкості обертання, що передається від двигуна або іншого джерела енергії, до потрібної для робочого органу швидкості.

- **Передача крутного моменту:**

Забезпечує передачу крутного моменту від джерела до механізму, що виконує корисну роботу.

- **Підтримання деталей:**

Вал служить для кріплення та утримання інших обертових деталей, таких як шестерні, шківи, муфти тощо, забезпечуючи їхнє правильне положення та обертання.

Класифікація тихохідних валів:

Залежно від конструкції та умов роботи, тихохідні вали можна класифікувати за кількома ознаками:

- **За формою поперечного перерізу:**

- **Гладкі:** Найпростіша форма, суцільного перерізу.

					4261.02.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						11
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- **Порожнисті:** Застосовуються там, де потрібно знизити вагу валу або де потрібен доступ до внутрішньої частини валу (наприклад, у карданних передачах, шпинделях верстатів).
- **Шліцьові:** Мають шліци для передачі крутного моменту через відповідні шліцьові з'єднання.
- **За типом навантаження:**
 - **На згин:** Вали, що зазнають в основному навантаження на згин (наприклад, вали в редукторах).
 - **На кручення:** Вали, що передають крутний момент (наприклад, вали в редукторах, карданні вали).
 - **На згин і кручення:** Вали, що зазнають обох видів навантажень.
- **За способом виготовлення:**
 - **Литі:** Виготовляються литтям.
 - **Ковані:** Виготовляються куванням.
 - **Прокатні:** Виготовляються прокатуванням.
- **За матеріалом:**
 - **Сталеві:** Зазвичай виготовляються із сталей різних марок.
 - **Чавунні:** Застосовуються для валів з меншими вимогами до міцності.

Крім того, тихохідні вали можуть відрізнятися за конструктивними особливостями, такими як наявність шийок, фланців, шліців, шпоночних пазів тощо.

1.2. Аналіз технологічності деталі

Конфігурація поверхонь не викликає значних труднощів при отриманні заготовки. При аналізі деталі було виявлено такі недоліки:

- відсутні канавки під вихід інструменту на шліфованих шийках;
- відсутні фаски на шліцьовому з'єднанні;
- нема допусків на торцеве биття і перпендикулярність упорних торців підшипників.

В іншому, деталь досить технологічна.

					4261.02.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						12
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Кількісна оцінка технологічності деталі здійснюється за значенням чотирьох показників:

1. коефіцієнт уніфікації

$$k_{y.e} = \frac{Q_{y.e}}{Q_e},$$

де $Q_{y.e}$ - число уніфікованих типорозмірів конструкційних елементів;

Q_e - число конструкційних елементів у деталі.

2. Коефіцієнт точності

$$k_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}}; A_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot n_i}{n},$$

де A_i – квалітет точності;

n_i – число елементів відповідних квалітетів точності;

n – загальне число квалітетів.

3. Коефіцієнт шорсткості

$$k_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}; B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot n_i}{n},$$

де B_i – клас шорсткості;

n - число елементів відповідного класу шорсткості.

4. Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{в.м.} = \frac{M_d}{M_z},$$

де M_d – маса деталі, кг;

M_z – маса заготовки, кг.

					4261.02.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						13
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Аналіз хімічного складу матеріалу деталі

Сталь – рукотворний сплав заліза і вуглецю – користується сьогодні постійним попитом в самих різних галузях промисловості. Без нього важко зводити міста, монтувати трубопроводи, виготовляти транспорт, техніку, різноманітні агрегати і деталі.

Частка заліза в сталевому сплаві повинна становити не менше 45 %. Від вмісту вуглецю і легуючих елементів залежать всі властивості сталі, а в підсумку, й отримання з неї виробів металопрокату.

Одна з найбільш затребуваних марок сировини - сталь 45. Характеристики і властивості визначають її популярність на ринку металопрокату. Відноситься вона до розряду конструкційних вуглецевих якісних сталей.

Хімічний склад

Наявність числа 45 в назві «сировини» повідомляє про вміст в ній близько 0,45 % вуглецю (C). Інші «інгредієнти» розподілилися наступним чином: кремній (Si) – від 0,17 до 0,37 %; хром (Cr) – до 0,25 %; марганець (Mn) – 0,5-0,8%; нікель (Ni) – до 0,25 %; мідь (Cu) – до 0,25 %; фосфор (P) – до 0,35 %; сірка (S) – до 0,04 %; миш'як (As) – 0,08 %.

Фізичні та технологічні характеристики

Вага(питома): 7826 кг/м³.

Твердість: HB = 50 HRC (після загартування).

Температура кування: від 1250 до 700 °С з наступним охолодженням в повітрі (для деталей, зріз яких до 400 мм).

Токарна обробка пропонується в гарячекатаному стані.

Варіанти зварювання: РДС, КТС (при підігріві). Потрібно подальша термообробка.

Флокеночутливість: низька.

Схильність до крихкості при відпуску: відсутня.

Особливості сталі марки 45

Сталь 45 відрізняється підвищеними характеристиками міцності, витривалості, добре обробляється, за вартістю – доступна. Знайшла застосування

					4261.02.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						14
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

практично у всіх галузях промисловості, там, де мають місце постійні механічні навантаження, складні температурні умови. Вироби зі сталі 45, наприклад, шестигранник ст45, вкрай затребувані, витримують перепади температури в діапазоні від 200 до 600 °С.

Якщо порівняти деякі характеристики сталі марки 45 і, наприклад, марки 35, то стає очевидним вплив частки вуглецю в складі сплаву. Так, 0,42-0,5 % проти 0,32-0,4 % (відповідно) вказує на підвищені характеристики твердості сталі 45.

Якщо сталь марки 35 класифікується як обмежено зварювана, то сталь марки 45 (ДСТУ 7806:2015) – зварюється дуже важко. Це, мабуть, є першим з недоліків останньої. Другий – схильність до корозії через присутність нікелю і хрому.

Сталь марки 35 зазвичай служить для виготовлення деталей не надто високої міцності, що піддаються в процесі експлуатації слабким і середнім навантаженням. Це осі, циліндри, колінчасті вали, шатуни, тоді як із сталі марки 45 виконують варіанти деталей більш надійні, з поліпшеними характеристиками міцності.

Обробка сталі марки 45

У машинобудуванні сталь марки 45 спочатку піддають термообробці. Після нормалізації будь-яка механічна обробка (фрезерування, точіння) проходить простіше і легше. Саме таким чином отримують різні вали, шестерні, циліндри, шпинделі, кулачки тощо.

Після фінішної термообробки або загартування деталі можуть «похвалитися» більшою стійкістю до зносу. На виході їх охолоджують у воді і піддають низькотемпературному відпуску (200-300 °С), показники твердості складають близько 50 HRC.

1.4. Вибір типу виробництва

Тип виробництва, як найбільш загальна організаційно-технічна характеристика виробництва, визначається рівнем спеціалізації робочих місць,

					4261.02.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						15
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

номенклатурою об'єктів виробництва, формою переміщення виробів по робочих місцях. Рівень спеціалізації робочих місць характеризується коефіцієнтом закріплення операцій. Згідно з ГОСТ 3.1121-84 коефіцієнт закріплення операцій для груп робочих місць визначається за формулою

$$K_{з.о.} = Q/p,$$

де Q – кількість різних операцій, які виконується на робочих місцях дільниці;

p – кількість робочих місць дільниці.

$K_{з.о.} = 1$ відповідає масовому виробництву. При $1 < K_{з.о.} < 10$ виробництво великосерійне, при $10 < K_{з.о.} < 20$ – середньосерійне, при $20 < K_{з.о.} < 40$ – малосерійне, при $K_{з.о.} > 40$ – одиничне.

На даному етапі технологічної підготовки виробництва визначати коефіцієнт закріплення операцій неможливо, то тип виробництва орієнтовно може бути визначений за річною програмою випуску та масою деталі, яка підлягає обробці (табл.1.3 [6]).

Отже, річна програма випуску виробів $N = 10000$ шт., маса деталі згідно робочого креслення $m_{дет} = 4,85$ кг, тому тип виробництва визначений як серійний.

Устаткування на ділянці серійного виробництва розташовується за рухом деталі згідно технологічного процесу, заготовки транспортуються за допомогою електрокара чи кран-балки. Контроль об'єктів виробництва організовано на спеціалізованих місцях контролерів ВТК. Заготовки та готові вироби розташовуються на відповідних складах на дільниці.

					4261.02.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						16
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

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

Практично будь-який технологічний процес можна розглядати як частину більш складного процесу і сукупність менш складних (в межу - елементарних) технологічних процесів. Елементарним технологічним процесом або технологічною операцією називається найменша частина технологічного процесу, що володіє всіма його властивостями. тобто це такий ТП, подальша декомпозиція якого призводить до втрати ознак, характерних для методу, покладеного в основу даної технології. Як правило, кожна технологічна операція виконується на одному робочому місці не більше, ніж одним співробітником.

Технологічні процеси складаються з технологічних (робочих) операцій, які в свою чергу, складаються з технологічних переходів.

Для здійснення технологічного процесу необхідно застосування сукупності знарядь виробництва – технологічного обладнання, званих засобами технологічного оснащення.

Технологічний процес виготовлення деталі – вал тихохідний, виглядає наступним чином і складається з таких операцій:

005 Контрольна

010 Термічна

015 Контрольна

020 Фрезерувально-центрувальна

025 Токарна (чорнова)

030 Токарна (напівчистова)

035 Контрольна

040 Термічна

045 Контрольна

050 Шпонково-фрезерувальна

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						18
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

055 Токарна (чистова)

060 Шліфувальна (попереднє шліфування)

065 Шліфувальна (чистова)

070 Шліфувальна (тонке шліфування)

075 Контрольна.

2.2. Вибір способу одержання заготовки

2.2.1. Проектування заготовки, отриманої гарячим штампуванням

1. Заготовку - штамповану поковку, отримують на КГШП. Для встановлення величини допусків і припусків на розміри штампованої поковки необхідно встановити наступні параметри: точність виготовлення, групу сталі, масу поковки, ступінь складності. Конфігурацію роз'єму штампа приймаємо «плоскою» для спрощення його конструкції.

Точність виготовлення – характеризується класом точності, умовно позначається $T_1...T_5$. Клас точності поковки встановлюється в залежності від технологічного процесу і обладнання для її виготовлення.

При відкритому (облонь) штампуванні на КГШП клас точності T_4-T_5 . Приймаємо клас точності – T_5 .

Група сталі – умовно позначається M_1, M_2 і M_3 . До групи M_1 відносяться вуглецеві або леговані сталі з вмістом вуглецю до 0,35 % і легуючих елементів до 2 % включно. До групи M_2 - сталі з вмістом вуглецю від 0,35 % до 0,65 % або легуючих елементів від 2 % до 5 % включно; до групи M_3 - сталі з вмістом вуглецю понад 0,65 % або легуючих елементів понад 5 % . Приймаємо M_2 .

Маса поковки – орієнтовна величина розрахункової маси поковки ($G_{п.р.}$) обчислюється за формулою:

$$G_{п.р.} = G_g \cdot K_p,$$

де G_g – маса деталі, кг;

K_p – розрахунковий коефіцієнт, який встановлюється відповідно до характеру деталі.

Тоді, $G_{п.р.} = 4,85 \cdot 1,5 = 7,3$ кг.

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						19
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ступінь складності – С1...С4. Ступінь складності поковки визначається відношенням маси (об'єму) поковки до маси (об'єму) фігури, в яку вписується поковка. Фігура може бути циліндром або паралелепіпедом. У розрахунок повинна прийматися та з фігур, обсяг якої менше: $C = G_{\text{поковки}} / G_{\text{фігури}}$. Результуюча величина якої є ступінь складності: С1 - понад 0,63 до 1; С2 - понад 0,32 до 0,63; С3 - понад 0,16 до 0,32; С4 – до 0,16. Ступінь складності поковки для даної деталі - С1.

Конфігурацію роз'єму штампу приймаємо «плоскою» для спрощення його конструкції.

2. В залежності від розрахункової маси поковки, групи сталі, ступеню складності, класу точності поковки встановлюємо вихідний індекс – 15.

Основні припуски на номінальні розміри деталі визначаємо з урахуванням вихідного індексу і шорсткості поверхонь деталі з табл.3 [7]. Додаткові припуски, що враховують зміщення по поверхні рознімання штампу – 0,4 мм з табл.4; відхилення від прямолінійності – 0,8 мм з табл.5 [7].

$$d_{370} = d + \Pi_{\text{общ.d}} = 70 + 2 \cdot (2,5 + 0,4 + 0,8) = 77,4 \text{ мм, приймаємо } 77 \text{ мм;}$$

$$d_{380} = d + \Pi_{\text{общ.d}} = 80 + 2 \cdot (2,3 + 0,4 + 0,8) = 87 \text{ мм, приймаємо } 87 \text{ мм;}$$

$$d_{350} = d + \Pi_{\text{общ.d}} = 50 + 2 \cdot (2,5 + 0,4 + 0,8) = 57,4 \text{ мм, приймаємо } 57 \text{ мм;}$$

$$L_{3102} = L + \Pi_{\text{общ.d}} = 102 + 2 \cdot (2,5 + 0,4 + 0,8) = 109,4 \text{ мм, приймаємо } 109 \text{ мм;}$$

$$L_{3120} = L + \Pi_{\text{общ.d}} = 120 + 2 \cdot (2,5 + 0,4 + 0,8) = 127,4 \text{ мм, приймаємо } 127 \text{ мм;}$$

$$L_{3270} = L + \Pi_{\text{общ.d}} = 270 + 2 \cdot (3 + 0,4 + 0,8) = 278,4 \text{ мм, приймаємо } 278 \text{ мм/}$$

3. Граничні відхилення розмірів заготовки визначаємо з табл.8 [7].

Розміри заготовки з відхиленнями, що допускаються

$$\varnothing 77_{-1,1}^{+2,1}; \varnothing 87_{-1,1}^{+2,1}; \varnothing 77_{-1,1}^{+2,1}; \varnothing 57_{-1,1}^{+2,1}; \varnothing 109_{-1,9}^{+2,4}; \varnothing 278_{-2,5}^{+3}.$$

4. Скласти ескіз заготовки штампованої поковки для деталі вал відповідно до ГОСТ 3.1126-88 із зазначенням технічних вимог на її виготовлення за ГОСТ 7505-89. При кресленні поковки враховуємо всі припуски на механічну обробку і ковальські напуски (штампувальні нахили, радіуси заокруглень) із зазначенням їх розмірів і відхилень, що допускаються.

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						20
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Для визначення обсягу штампувальної поковки умовно розбиваємо її на окремі прості елементарні фігури з проставлянням розмірів з урахуванням плюсових допусків. Визначаємо обсяги цих фігур V_1, V_2, V_3 , тоді

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{\pi d_{31}^2}{4} L_1 + \frac{\pi d_{32}^2}{4} L_2 + \frac{\pi d_{33}^2}{4} L_3 = \frac{\pi}{4} \cdot (499,8 + 288 + 300) = 853,9 \text{ см}^3.$$

6. Маса штампованої заготовки

$$G_{\text{зш}} = \gamma \cdot V = 0,00785 \cdot 853,9 = 6,7 \text{ кг.}$$

Приймаємо неминучі технологічні втрати (угар, облой та ін.) при гарячому об'ємному штампуванні рівними 10 %, визначаємо витрати матеріалу на одну деталь:

$$G_{\text{зп}} = \frac{G_{\text{зш}}(100 + \Pi_{\text{ш}})}{100} = \frac{6,7(100+10)}{100} = 7,37 \text{ кг.}$$

7. Коефіцієнт використання матеріалу на штамповану заготовку

$$KBM = \frac{G_{\text{з}}}{G_{\text{з.п}}} = \frac{4,85}{7,37} = 0,65.$$

2.2.2. Проектування заготовки прокатом

1. Оскільки форма валу має відносно невелику різницю перепаду діаметрів, обираємо в якості заготовки гарячекатаний сталевий прокат за ГОСТ 2590-88. Для заданої деталі доцільно використовувати прокат круглого перетину. З наявних трьох категорій точності прокату вибираємо звичайну точність – В.

2. Діаметр прокату визначаємо, виходячи з найбільшого діаметру деталі Ø80 мм, додаючи до нього загальний припуск на механічну обробку, рівний $2\Pi_{\text{общ.д}}$. У нашому випадку при довжині заготовки до 360 мм і номінальному діаметрі 80 мм за табл.4 розмір заготовки з гарячекатаного прокату

$$d_3 = d + 2\Pi_{\text{общ.д}} = 80 + 10 = 90 \text{ мм.}$$

Припустимі відхилення на діаметр прокату становлять

верхнє +0,5 нижнє -1,3.

Умовне позначення прийнятого прокату:

$$\text{КОЛО } \frac{90\text{--В--ГОСТ } 2590\text{--}88}{45\text{--а--ДСТУ } 7809:2015}.$$

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						21
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Припуск на обробку двох торцевих поверхонь заготовки $\Pi_{\text{общ.L1}} + \Pi_{\text{общ.L2}} = 2,4$ мм. Загальна довжина заготовки

$$L_3 = L + 2\Pi_{\text{общ.L}} = 270 + 2,4 = 274,4 \text{ мм},$$

де L – загальна довжина деталі за робочим кресленням, мм.

Граничні відхилення на довжину заготовки встановлюємо за довідковими таблицями по 14 квалітету. Виходячи з граничних відхилень, загальну довжину заготовки округляємо до цілих одиниць. Приймаємо довжину заготовки $273 \pm 0,7$ мм.

4. Об'єм заготовки визначаємо з урахуванням плюсових частин допусків

$$V_3 = \frac{\pi d_{3.п}^2}{4} L_{3.п} = \frac{3,14 \cdot 9,05^2}{4} \cdot 27,4 = 1761,64 \text{ см}^3,$$

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

$d_{3.п}$ – діаметр заготовки з плюсовою частиною допуску, см.

5. Масу заготовки визначаємо за формулою

$$G_3 = \gamma \cdot V_3 = 0,00785 \cdot 176,64 = 13,78 \text{ кг}.$$

6. Вибираємо оптимальну довжину прокату для виготовлення заготовки.

Втрати на затиск прутка $l_{\text{зат}}$ приймаємо 80 мм. Пруток відрізають на ножицях.

Довжину торцевого обрізання прокату визначаємо з співвідношення $l_{\text{от}} = (0,3-0,5) d$, де d – діаметр перетину заготовки, мм, $d = 90$ мм; $l = 0,3 \cdot 90 = 27$ мм; $l_p = 6$ мм – розрізання на дисковій плиті.

Число заготовок, виходячи з прийнятої довжини прокату:

- з прокату довжиною 4 м

$$n_4 = \frac{L_{np} - l_3 - l_{om}}{L_3 + l_p} = \frac{400 - 80 - 27}{273 + 6} = 13,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо 14 заготовок з даної довжини прокату;

- з прокату довжиною 7 м

$$n_4 = \frac{L_{np} - l_3 - l_{om}}{L_3 + l_p} = \frac{7000 - 80 - 27}{273 + 6} = 24,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо 25 заготовок з даної довжини прокату.

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

- з прокату довжиною 4 м

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						22
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{нк4} = L_{пр} - l_{заж} - (L_3 \cdot n_4) = 4000 - 27 - 80 - (273 \cdot 14) = 71 \text{ мм}$$

$$\text{або } П_{нк4} = \frac{L_{нк} \cdot 100}{L_{пр}} = \frac{71 \cdot 100}{4000} = 1,8 \text{ \%}.$$

- з прокату довжиною 7 м

$$L_{нк7} = L_{пр} - l_{заж} - (L_3 \cdot n_7) = 74000 - 27 - 80 - (273 \cdot 25) = 68 \text{ мм}$$

$$\text{або } П_{нк7} = \frac{L_{нк} \cdot 100}{L_{пр}} = \frac{71 \cdot 100}{7000} = 0,97 \text{ \%}.$$

З розрахунків на неkratність слідкує, що прокат довжиною 7 м для виготовлення заготовок більш економічний, ніж прокат довжиною 4 м.

Втрати матеріалу на затиск при відрізі по відношенню до довжини прокату складають

$$П_{заж} = \frac{L_{заж} \cdot 100}{L_{пр}} = \frac{80 \cdot 100}{7000} = 1,14 \text{ \%}.$$

Втрати матеріалу на довжину торцевого обрізання прокату в відсотковому відношенні до довжини прокату складають

$$П_{ат} = \frac{l_{см} \cdot 100}{L_{пр}} = \frac{27 \cdot 100}{7000} = 0,39\%.$$

Втрати матеріалу при розрізанні прутка на заготовки

$$П_{отр} = \frac{l_p \cdot 100}{L_{пр}} = \frac{6 \cdot 100}{7000} = 0,09\%.$$

Загальні втрати (%) до довжини обраного прутка

$$П_{н.о.} = П_{нк} + П_{от} + П_{заж} + П_{отр} = 1,8 + 0,97 + 0,39 + 0,09 = 3,25\%.$$

7. Витрати матеріалу на одну деталь з урахуванням всіх технологічних неминучих втрат визначаємо за формулою

$$G_n = G_3 (100 + П_{о.н.}) = \frac{13,78 \cdot (100 + 3,25)}{100} = 14,81 \text{ кг}.$$

8. Коефіцієнт використання матеріалу

$$КВМ = \frac{G_3}{G_{з.п}} = \frac{4,85}{14,84} = 0,32.$$

9. Технічні вимоги, що пред'являються до заготовки:

1) допускається кривизна заготовки

$$\rho_{к.м.} = \Delta \cdot L_{з.п.} = 1,0 \cdot 274 = 274 \text{ мкм/мм, тобто не більш ніж } 0,3 \text{ мкм,}$$

де Δ – питома кривизна, мкм/мм.

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						23
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) шорсткість поверхні прокату

$R_z = 160 \dots 200 \text{ мкм.}$

2.3. Визначення технологічної собівартості виготовлення заготовки

При виборі методу виготовлення заготовки слід, в першу чергу, враховувати особливості матеріалу деталі і вимоги до його фізико-механічних властивостей. Береться до уваги також і відповідність конструктивних форм деталі технологічних особливостях обраного методу виготовлення заготовки.

Після вибору методу виготовлення заготовки, що відповідає основним технічним вимогам до деталі і її матеріалу, уточнюється і остаточно вибирається технологічний процес виготовлення заготовки, що забезпечує найбільшу економічну ефективність в заданих виробничих умовах. Для прийняття обґрунтованого рішення необхідно порівнювати два-три методи виготовлення заготовки, з яких вибирається той, який забезпечує мінімальну величину технологічної собівартості.

$$G_{\Sigma} = (G_{\text{заг}} + C_{\text{в}}) \rightarrow \min,$$

де G_{Σ} – технологічна собівартість,

$G_{\text{заг}}$ – вартість виготовлення заготовки,

$C_{\text{в}}$ – вартість механічної обробки.

Визначення вартості виготовлення заготовки

При виборі методу виготовлення заготовки її вартість, у збільшеному вигляді, може бути визначена для кожного з широко поширених методів по досить простим залежностям.

Вартість заготовки з прокату

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

де Q – маса заготовки, кг;

S – оптова вартість 1 кг матеріалу заготовки, грн.;

q – маса готової деталі, кг;

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

$Q = 13,78 \text{ кг}; S = 11,29 \text{ грн.}; q = 4,85 \text{ кг}; S_{\text{відх}} = 2258 \text{ грн.}$

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						24
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{заг}} = 13,78 \cdot 11,29 - (13,78 - 4,85) \cdot 2,26 = 35,58 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки отриманої гарячештампованием методом

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

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

k_m – коефіцієнт, який враховує марку матеріалу;

k_c – коефіцієнт, який враховує групу складності заготовки;

k_t – коефіцієнт, який залежить від класу точності заготовки;

k_b – коефіцієнт, який залежить від маси заготовки;

k_n – коефіцієнт, який залежить від осягу виробництва заготовки.

$$k_m = 1,0; k_c = 0,7; k_b = 0,93; k_t = 1,0; k_n = 0,77; C_{\text{баз}} = 11290 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{заг}} = \frac{11290}{1000} \cdot 7,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,93 \cdot 0,77 \cdot (7,3 - 4,85) \cdot \frac{2258}{1000} =$$

34,94 грн.

Визначення вартості механічної обробки

Вартість механічної обробки C_o , грн., на даній операції, визначається із залежності

$$C_o = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт}}}{60},$$

де $T_{\text{шт}}$ – штучний час на виконання операції механічної обробки, хв.; $C_{\text{пз}}$ – годинні витрати на працю даного типу верстата, грн./год.

Приблизно штучний час може бути визначений на кожній операції із залежності $T_{\text{шт}} = \varphi_k \cdot T_o$,

де φ_k – коефіцієнт, який враховує тип виробництва і вид обладнання,

T_o – основний час на обробку кожної поверхні.

Для штампованої заготовки:

$$\varphi_k = 1,36;$$

$$T_o = 0,00017d \cdot l,$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 77 \cdot 109 = 1,42$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 57 \cdot 127 = 1,23$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 52 \cdot 87 = 0,77$$

$$T_o = 0,00037 \cdot (D^2 - d^2)$$

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						25
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = 0,00037 \cdot (77^2 - 72^2) = 0,028$$

$$T_o = 0,00037 \cdot (57^2 - 52^2) = 0,02$$

$$T_{шт} = 1,36 \cdot 3,9 = 5,3.$$

Величина годинних приведених витрат

$$C_{п.в} = \frac{C_3}{M} + C_{п.з} + E_n (K_c + K_3),$$

де C_3 – основна і додаткова заробітна платня, а також нарахування на соцстрах оператору і наладнику за фізичний час праці обслуговуваних машин, грн./год.;

$$C_3 = C_{т.ф.} \cdot 1,53 \cdot K,$$

де $C_{т.ф.}$ – година тарифна ставка верстатника відповідного розряду;

1,53 - сумарний коефіцієнт, який враховує в собі суму наступних коефіцієнтів: 1,09 – коефіцієнт додаткової зарплатні;

1,3 - коефіцієнт виконання норм;

1,077 – коефіцієнт нарахувань на соцстрах наладника

$$C_3 = 43,8 \cdot 1,53 \cdot 1 = 67,01 \text{ грн./год.}$$

M – коефіцієнт багатOVERстатності, приймається за фактичним станом на дільниці, $M=1$;

$C_{п.з}$ – погодинні витрати на експлуатацію робочого місця, визначаємо за формулою

$$C_{п.з} = C_{п.з}^{б.ц} \cdot k_M,$$

де $C_{п.з}^{б.ц}$ – практично скореговані погодинні витрати на базовому робочому місці;

k_M – коефіцієнт, що вказує в скільки разів витрати, зв'язані з працею даного верстату, більші, ніж аналогічні витрати у базового верстата;

$$C_{п.з} = 36,3 \cdot 0,9 = 32,67 \text{ грн./год.}$$

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладів для машинобудування, $E_n = 0,2$;

K_c – питомі годинні капітальні вклади в верстат, визначаємо за формулою

$$K_c = \frac{Ц \cdot 100}{3200},$$

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						26
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ц – балансова вартість верстату, грн.;

$$K_c = \frac{2000 \cdot 100}{3200} = 62,5 \text{ грн./год.}$$

K_3 – питомі годинні капітальні вклади в будівлю, визначаємо за формулою

$$K_3 = \frac{F \cdot 75 \cdot 100}{3200}$$

F – виробнича площа, яку займає верстат, з урахуванням проходу, м²,

$$F = f \cdot k_f,$$

де f – виробнича площа, яку займає верстат;

k_f – коефіцієнт, який враховує додаткову виробничу площу

$$F = 3,24 \cdot 3,5 = 11,35 \text{ м}^2$$

$$C_{п.в} = \frac{67,01}{1} + 32,67 + 0,2(62,5 + 26,6) = 117,49 \text{ грн./год.}$$

$$C_o = \frac{117,49 - 5,3}{60} = 10,4$$

$$C_{\Sigma} = C_{заг} + C_o = 35,58 + 10,4 = 45,78.$$

Для заготовки з прокату:

$$\phi_k = 1,36;$$

$$T_o = 0,00017d \cdot l,$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 85 \cdot 102 = 1,61$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 80 \cdot 102 = 1,39$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 75 \cdot 102 = 1,3$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 80 \cdot 120 = 1,6$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 75 \cdot 120 = 1,53$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 70 \cdot 120 = 1,43$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 65 \cdot 120 = 1,33$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 60 \cdot 120 = 1,2$$

$$T_o = 0,00017 \cdot 55 \cdot 120 = 1,12$$

$$T_{шт} = 15,68 \cdot 1,36 = 21,32.$$

Величина годинних приведених витрат

$$C_{п.в} = \frac{C_3}{M} + C_{п.з} + E_n (K_c + K_3),$$

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						27
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_3 – основна і додаткова заробітна платня, а також нарахування на соцстрах оператору і наладнику за фізичний час праці обслуговуваних машин, грн./год.;

$$C_3 = C_{т.ф.} \cdot 1,53 \cdot K,$$

де $C_{т.ф.}$ – година тарифна ставка верстатника відповідного розряду;

1,53 - сумарний коефіцієнт, який враховує в собі суму наступних коефіцієнтів: 1,09 – коефіцієнт додаткової зарплатні;

1,3 - коефіцієнт виконання норм;

1,077 – коефіцієнт нарахувань на соцстрах наладника

$$C_3 = 43,8 \cdot 1,53 \cdot 1 = 67,01 \text{ грн./год.}$$

M – коефіцієнт багатOVERстатності, приймається за фактичним станом на дільниці, $M=1$;

$C_{п.з}$ – погодинні витрати на експлуатацію робочого місця, визначаємо за формулою

$$C_{п.з} = C_{п.з}^{б.ц} \cdot k_M,$$

де $C_{п.з}^{б.ц}$ – практично скореговані погодинні витрати на базовому робочому місці;

k_M – коефіцієнт, що вказує в скільки разів витрати, зв'язані з працею даного верстату, більші, ніж аналогічні витрати у базового верстата;

$$C_{п.з} = 36,3 \cdot 0,9 = 32,67 \text{ грн./год.}$$

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладів для машинобудування, $E_n = 0,2$;

K_c – питомі годинні капітальні вклади в верстат, визначаємо за формулою

$$K_c = \frac{Ц \cdot 100}{3200},$$

$Ц$ – балансова вартість верстату, грн.;

$$K_c = \frac{2000 \cdot 100}{3200} = 62,5 \text{ грн./год.}$$

K_3 – питомі годинні капітальні вклади в будівлю, визначаємо за формулою

$$K_3 = \frac{F \cdot 75 \cdot 100}{3200}$$

F – виробнича площа, яку займає верстат, з урахуванням проходу, м²,

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						28
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = f \cdot k_f,$$

де f – виробнича площа, яку займає верстат;

k_f – коефіцієнт, який враховує додаткову виробничу площу

$$F = 3,24 \cdot 3,5 = 11,35 \text{ м}^2$$

$$C_{п.в} = \frac{67,01}{1} + 32,67 + 0,2(62,5 + 26,6) = 117,49 \text{ грн./год.}$$

$$C_o = \frac{117,49 - 21,32}{60} = 41,7$$

$$C_{\Sigma} = C_{заг} + C_o = 34,94 + 41,7 = 76,64.$$

2.4. Розрахунок вартості основних матеріалів

Витрати на основні матеріали визначаються виходячи з величини заданого об'єму готового випуску продукції, прогресивних норм витрат матеріалу на одиниця продукції, норм відходів і планових цін на матеріали і відходи.

Витрати на основні матеріали по одному виробу:

$$M = K_{Т.З.} \cdot m \cdot Ц_H - q \cdot Ц_{ВІДХ},$$

де - $K_{Т.З.}$ – коефіцієнт, що враховує транспортно заготівельні витрати
 $K_{Т.З.}=1,06$;

- m – маса деталі, кг;

- $Ц_H$ – ціна матеріалу заготовки;

- q – маса відходів при виготовленні деталі заготовки; $q = (13,78 - 4,85) = 8,93$ кг.

- $Ц_{ВІДХ}$ – ціна реалізованих відходів

$$M = 1,06 \cdot 13,78 \cdot 3900 - 8,93 \cdot 3000 = 30176,52 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на основні матеріали оформлені в вигляді табл.2.1.

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						29
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат на основні матеріали

Найменування деталі	Річне завдання, шт.	Марка матеріалу	Норма витрат на одиницю, кг	Витрати на програму, т	Ціна 1т, грн.	Маса відходів на одиницю, кг	Маса відходів на програму, кг	Ціна 1 т відходів, грн.	сума від реалізації відходів, грн.	Сума витрат на матеріали, грн.	Витрати при відніманні відходів. грн
Вал тихохідний	10000	Сталь 45	13,78	137,8	85000	8,93	893000	3000	2679000	11713000	9,34000

2.5. Розрахунок допусків і припусків

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

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

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

Загальний припуск – сума операційних припусків, що видаляють при виконанні всіх технологічних операцій, чинених над даною поверхнею, або різниця розмірів відповідної поверхні на вхідній заготовці та готової деталі. При розгляданні зовнішньої поверхні припуск

$$2Z_{\text{общ.d}} = d_o - d_d,$$

де $2Z_{\text{общ.d}}$ – загальний припуск на діаметр зовнішньої поверхні;

d_o – діаметр вхідної заготовки;

d_d – діаметр готової деталі.

Припуск на механічну обробку видаляється звичайно за декілька переходів, тому для поверхонь обертання:

$$2Z_{\text{общ.d}} = \sum 2Z_i,$$

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						30
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Z_i – проміжні припуски, виконувані протягом i -го переходу, при чому на кожному наступному переході розмір проміжного припуску менший, ніж на попередньому, а також з кожним наступним переходом збільшується точність і зменшується шорсткість оброблюваної поверхні.

Проміжні припуски на кожен перехід можна установити двома методами:

- дослідно-статистичним методом, користуючись відповідними довідковими таблицями, ДСТУ. Припуски призначувані за таблицями у загальному випадку є завищеними, містять резерви зниження витрат матеріалу й працемісткості виготовлення деталі. Область застосування цього методу – одиничне й дрібносерійне виробництво;

- розрахунково-аналітичним методом за допомогою спеціальних формул з урахуванням багатьох факторів. Розрахунковою величиною є припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході похибок обробки й дефектів поверхневого шару, отриманих на попередньому переході та компенсації похибок, що виникають на виконуваному переході. Застосування розрахунково-аналітичного методу скорочує в середньому відхід металу в стружку, дозволяє знизити собівартість обробки, сприяє підвищенню технологічної культури виробництва. Цей метод застосовують при проектуванні технологічних процесів обробки деталей з великим річним обсягом випуску.

Мінімальний припуск для поверхонь обертання:

$$2Z_{i_{min}} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2}].$$

Номінальний припуск:

$$2Z_i = 2Z_{i_{min}} + e_{i-1} + e_i.$$

Максимальний припуск:

$$2Z_{i_{max}} = 2Z_{i_{min}} + T_{d_{i-1}} + T_{d_i}.$$

При шліфуванні у заготовки після термічної обробки поверхневий шар повинен бути збережений, тому h_{i-1} повинно бути видалено з формули

$$Z_{min i} = (R_{z_{i-1}} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i),$$

де R_{z-i} – висота мікронерівностей на поверхні після попереднього переходу;

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						31
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

h_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні, отриманого на попередньому переході;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ – сумарне значення просторових відхилень взаємопов'язаних поверхонь від правильної форми (короблення, ексцентричність та ін.), що залишилися після виконання попереднього переходу (сумарне значення просторових відхилень зменшується з кожним наступним переходом:

$$\Delta_{\Sigma 1} = 0,06 \Delta_{\Sigma 0}; \Delta_{\Sigma 2} = 0,05 \Delta_{\Sigma 1}; \Delta_{\Sigma 3} = 0,06 \Delta_{\Sigma 2}.$$

При нежорсткому закріпленні заготовки чи інструменту, наприклад, у державках, що гойдаються чи плавають $\Delta_{\Sigma 0} = 0$.

ε_i – похибка установки заготовки на верстаті при виконанні розглянутого переходу.

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{закр}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2},$$

де $\varepsilon_{\text{баз}}$, $\varepsilon_{\text{закр}}$, $\varepsilon_{\text{пр}}$ – відповідно похибки базування, закріплення і пристосування.

Проміжні розміри при обробці зовнішніх поверхонь обертання (валів) встановлюються в порядку, зворотному до ходу технологічного процесу обробки цієї поверхні, тобто від розміру готової деталі до розміру заготовки. Допуски цих розмірів встановлюються по системі валу з полем допуску відповідного квалітету.

Округлення проміжних розмірів виконується в сторону збільшення проміжного припуску до того ж знаку, що і допуск цього розміру.

Визначимо розрахунково-аналітичним методом припуски на одну з найбільш точних поверхонь валу. Розрахуємо операційні розміри і припуски, і розмір заготовки при обробці зовнішнього діаметру $\varnothing 50^{+0,19}$.

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Технологічні допуски

Таблиця 2.2

Найменування переходу	Точність	Шорсткість	Допуск, мм
Заготівка	II групи	160	2200
Обточування (чорнове)	H14	80	740
Обточування (напівчистове)	H11	1,25	190

Міжопераційні припуски

Таблиця 2.3

Найменування розрахункової величини	Числове значення
Припуск на чорнове обточування	
$Z_{0 \min} = Rz_0 + \Delta\epsilon + \epsilon_{b0}$, де	
Rz_0 - висота нерівностей профілю на попередньому переході – заготівка;	$Rz_0 = 160$ мкм
h_0 - глибина дефектного поверхневого шару на переході	$h_0 = 200$ мкм
ρ_0 – сумарну значення відхилень на попередньому переході	$\rho_0 = 20$ мкм
ϵ_{b1} – похибка встановлення та закріплення на даному переході	$\epsilon_{b1} = 0$ мкм
$2Z_{1 \min} = 2(160 + 200 + 20 + 0) = 760$ мкм	$Z_{1 \min} = 760$ мкм
$2Z_{1 \max} = Z_{1 \min} + TD_3 - TD_1 = 760 + 2200 - 740 = 2220$ мкм	$Z_{1 \max} = 2220$ мкм
Припуск на напів чистове обточування	
$Z_{1 \min} = 2(Rz_1 + h_1 + \rho_1 + \epsilon_{b1})$, де	
Rz_1 – висота нерівностей профілю на попередньому переході;	$Rz_1 = 125$ мкм
h_1 – глибина дефектного шару на переході;	$h_1 = 120$ мкм

	Продовж.табл.2.3
ρ_1 – сумарне значення відхилень на попередньому переході;	$\rho_1 = 10$ мкм
ϵ_{b2} – похибка встановлення та закріплення на даному переході	$\epsilon_{b2} = 0$ мкм
$Z_{2 \min} = 2(125 + 120 + 10 + 0) = 510$ мкм	$Z_{2 \min} = 510$ мкм
$Z_{2 \max} = Z_{2 \min} + TD_1 - TD_2 = 510 + 740 - 190 = 1060$ мкм	$Z_{2 \max} = 1060$ мкм

Характеристика технологічних переходів

Таблиця 2.4

Операція (перехід)	Т, мкм	Елементи припуску, мкм				Припуск, мкм		Розмір оброблю- ваної поверхні, мм*		
		Rz	h	Δ	ϵ	$Z_{2 \max}$	$Z_{2 \min}$			
Заготівка	2200	160	200	20	-	-	-	55.720 (56.000)	56.720 (56.300)	57.920 (58.300)
Обточування чорнове	740	125	120	10	-	2x380	2220	54.940	55.940	56.660
Обточування напів чистове	190	60	80	-	-	2x255	1060	50.000	50.000	50.190
	*- розміри в дужках за стандартом									

2.6. Вибір технологічного обладнання

Як технологічне обладнання найчастіше обирають металорізальні верстати. Їх розрізняють: за ступенем спеціалізації – універсальні, широкого призначення, спеціальні, спеціалізовані, агрегатні; за рівнем автоматизації – з ручним керуванням, напівавтомати, автомати, автоматичні лінії, з програмним керуванням; за точністю обробки – нормальної, підвищеної, високої, дуже високої, особливої точності; за технологічною ознакою або типом інструмента – токарні, свердлильні, фрезерувальні, шліфувальні, зубообробні тощо. Обирають верстати для технологічного процесу вже після того, як кожну операцію

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						34
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

попередньо розроблено. Це значить, що намічено, обрано чи визначено методи обробки поверхні або обриси поверхонь точіння, фрезерування, свердлення тощо; точність і шорсткість поверхонь; припуск на обробку; ріжучий інструмент; такт випуску і тип виробництва. Правила вибору технологічного устаткування регламентовано РД50-297-90. Устаткування обирають за головним параметром, який найвищою мірою виявляв би його функціональне призначення і технічні можливості. Таким параметром є вид обробки, для якого розрахований верстат відповідно до свого службового призначення. Другим важливістю параметром є габарити робочої зони, які мають відповідати габаритам оброблюваної заготовки. Третім параметром є відповідність верстата потрібній точності обробки. Четвертий параметр – відповідність продуктивності верстата заданій програмі випуску виробів. За продуктивністю устаткування підбирають на підставі аналізу часу виготовлення виробу заданої якості. Забезпечивши додержання чотирьох вимог, подальший аналіз ведуть у напрямку дослідження можливості робота на оптимальних режимах, відповідності верстата щодо потужності, можливості його механізації та автоматизації.

Технічна характеристика токарно-гвинторізного верстату мод. 16K20

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки:

Під станиною 400 мм

Під супортом 220 мм

Найбільша довжина оброблюваної заготовки 710 мм

Частота обертання шпинделю 12,5-1600об/хв.

Потужність електродвигуна головного приводу 11 кВт

Габаритні розміри, мм:

Довжина 2795

Ширина 1500

Висота 1190

Маса, кг 3010

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						35
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Технічна характеристика горизонтально-фрезерувального
верстату мод.6М82*

Розміри робочої поверхні, мм	320x1250
Відстань від торця шпинделю, мм:	
до столу	30-410
-до хобота	190
Найбільша відстань осі вертикальних напрямних до задньої кромки стола 3	
Ширина Т-подібного паза, мм:	
- поздовжнє	700
- поперекове	260
- вертикальне	380
Конус Морзе отвору шпинделю (ГОСТ 836-62) 3	
Оберти шпинделю, об/хв.	31,5-1600
Потужність головного електродвигуна, кВт	7,5
Габарити, мм:	
(Довжина x ширина x висота)	2260*1745*1660
Маса, кг	2800

Технічна характеристика круглошліфувального верстату мод.3А161

Найбільші розміри оброблюваної заготовки:

Діаметр	280 мм
Довжина	1000 мм
Частота обертів шпинделю шліфувальної бабки	1112; 1272 об/хв.
Частота обертання деталі (регулювання без ступеневе)	63-400 об/хв.
Потужність електродвигуна шпинделю шпиндельної бабки	7,5 кВт
Кут повороту столу	3°
Потужність електродвигуна приводу виробу	0,76 кВт
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	4100
Ширина	2100

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						36
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота	1560
Маса верстату з електрообладнанням, кг	4500

2.7. Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

Такими інструментами можуть бути спеціальні фасоні фрези, різці, свердла, зенкери, розгортки, протяжки та ін.. При виборі треба враховувати тип виробництва, метод обробки, розміри, конфігурацію і матеріал оброблюваної деталі, тип верстата, задану шорсткість поверхні і точність обробки. Особливе значення має вибір матеріалу ріжучої частини інструменту. Для обробки сталей застосовують титановольфрамові і титанотанталові тверді сплави, при обробці загартованих та надтвердих сталей – надтверді інструментальні матеріали на основі нітриду бору. Алмазний інструмент використовують для чистової обробки при високих швидкостях різання.

Вимірювальні засоби, що використовуються для проміжного контролю та вимірювання заготовки й остаточного приймання деталі, можуть бути стандартними та спеціальними. Наприклад, калібри гладкі, різьбові, шліцові для контролю довжини, глибини, висоти взаємного розташування поверхонь тощо; прилади для вимірювання відхилення від прямолінійності, відхилення від круглості та ексцентричності поверхні; торцевого і радіального биття, співвісності, симетричності тощо. При виборі типу і конструкції вимірювального інструменту, пристрою чи приладу слід урахувати такі фактори: точність виміру, тип виробництва, розміри вимірювальних поверхонь та їх якість. Обов'язковий показник процесу контролю є: точність вимірювань, достовірність, працездатність і вартість процесу.

Стандартні вимірювальні засоби:

Штангенциркуль: ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89;

ШЦ-ІІ-250-0,05 ГОСТ 166-89;

ШЦ-ІІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89.

В технологічному процесі застосовується ріжучий інструмент універсальний: різці різних видів, фрези, шліфувальні круги.

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						37
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8. Вибір пристосувань та оснащення

Технологічне оснащення – засоби технологічного спорядження, які доповнюють технологічне устаткування під час виконання певної частини технологічного процесу. Пристосування – технологічне оснащення призначене для закріплення деталі чи інструмента при виконанні технологічного процесу. Пристосування – технологічне оснащення, призначене для закріплення деталі чи інструмента при виконанні технологічного процесу. Пристосування в першу чергу обирають від типу виробництва. В одиничному і малосерійному виробництвах слід застосовувати універсальні пристрої (лещата, ділильні універсальні головки, поворотні столи та ін.), у крупносерійному і масовому – головним чином спеціальні пристрої, які скорочують допоміжний та основний час більше, ніж універсальні при вищій точності. Пристосування повинні забезпечувати задану точність обробки, полегшувати працю верстатника при установці деталі, підвищувати продуктивність верстату та давати можливість багатOVERSTATного обслуговування. На основі технологічного процесу виготовлення деталі та обраного верстатного обладнання обираємо наступне оснащення:

- патрон трьохкулачковий з пневмоприводом 7100-0005 ГОСТ 2675-80;
- патрон переналагоджувальний універсальний гідравлічний.

Висновок: застосовуємо обладнання, пристосування, ріжучий і вимірювальний інструмент відповідають серійному типу виробництва.

2.9. Вибір режимів різання та норм часу

На токарно-гвинторізному верстаті моделі 16K20, виконується чистове обточування на прохід шийки валу $D = 51$ мм до $d = 50K6$. Довжина оброблюваної поверхні $l = 270$ м. Заготівка - поковка зі сталі 45 з межею міцності $S_B = 600$ МПа (60 кгс/мм²).

1.Вибираємо різець і встановлюємо його геометричні параметри.

Приймаємо токарний прохідний прямий різець з ріжучою частиною (пластиною) з твердого сплаву марки T14K6.

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						38
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріал державки – сталь 45. Переріз державки різця $V \times H = 16 \times 25$.
Довжина різця 120 мм.

Геометричні параметри різця

Форма передньої поверхні – радіусна з фаскою. Розміри фаски і лунки: $g = 5^\circ$; $f_b = 0,3$ мм; $R = 5$ мм; $B = 2$ мм; $h = 0,15$ мм (глибина лунки).

Кути різця: $g = 15^\circ$; $a = 12^\circ$; $l = 0$; $j = 60^\circ$; $j_1 = 15^\circ$; $r = 1$ мм.

2. Визначаємо режими різання.

Глибина різання:

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{51-50}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо подачу

Для швидкості різання більше 50 м/хв. пропонується подача $S = 0,3 \dots 0,35$ мм/об.

Визначимо максимальну подачу, яку допускає міцність державки різця. Для обробки сталі з $S_B = 60$ кгс/мм² 2 до 2,9 мм, при перерізі різця 16×25 $S_{\text{доп}} = 2,7$ мм/об. Приймаємо, що різець встановлюємо в різцетримач з нормальним вильотом $l = 1,5$ мм. В цьому випадку поправочний коефіцієнт дорівнює 1.

Знаходимо максимальну подачу, яку припускає міцність пластинки з твердого сплаву. Для обробки сталі з $S_B = 60$ кгс/мм² при $j = 60^\circ$, t до 4 мм (для різців 16×25 мм в більшості випадків приймаємо пластинки 4...5 мм), подача $S = 1,1$ мм/об.

Визначаємо максимальну подачу, яку припускає жорсткість заготовки. При обробці деталі зі сталі міцність $S_B = 60$ кгс/мм², $t = 0,5$ мм, $D = 51$ мм подача не обмежена.

Звідси слідує, що для заданих умов обробки подача різця лімітується параметром шорсткості поверхні, так як $S = 0,3 \dots 0,35$ мм/об виявилось найменшою з усіх припустимих і пропонованих подач. Здобуту кінцеву подачу перевіряємо по силі подачі, яку припускає міцність механізму подачі верстату $P_{z \text{ доп}}$. В верстаті моделі 16K20 $P_{z \text{ доп}} = 600$ кгс = 6000 Н.

При заданих умовах роботи і подачі $S = 0,3-0,35$ мм/об. Для сталі 45 з $S_B = 60$ кгс/мм² $t = 0,5$ мм, S до 0,36 мм/об., $j = 60^\circ$ і $v = 100$ мм/хв., $P_x = 50$ лгс.

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						39
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виправні коефіцієнти дорівнюють 1. Так як $P_x < P_{x \text{ доп}} (50 < 60)$, тоді подача $S = 0,3-0,35$ мм/об. Не лімітується міцністю механізму подачі верстату. Таким чином, прийнята подача (0,3-0,35 мм/об.) для заданих умов є максимально технологічно припустимою.

Корегуємо подачу за паспортними даними верстату $S = 0,35$ мм/об.

Період стійкості різця

$$T = 60 \text{ хв.}$$

Визначаємо швидкість різання, яку допускає різець.

Для обробки сталі 45 t до 3 мм, S до 0,38 мм/об., $j = 60^\circ$ при зовнішньому точінні різцем, оснащеним пластинкою з твердого сплаву T15K6

$$V_{\text{табл}} = 238 \text{ м/хв.}$$

Від марки твердого сплаву. Так як у нас пластинка твердого сплаву T14K8, то $K_{uv} = 0,8$.

Від стану поверхні заготовки. Так як заготовкою є поковка (з коркою), то $K_{nv} = 0,8$.

Визначаємо частоту обертання шпинделю за паспортними даними верстату

$$n_d = 500 \text{ об./хв.}$$

Визначимо дійсну швидкість різання, м/хв. (2,46 м/с).

Визначаємо потужність, яка витрачається на різання. Для $S_B = 60$ кгс/мм², t до 2 мм, S до 0,37 мм/об. і $v = 147,6$ мм/хв.

$$N_{\text{табл}} = 2,9 \text{ кВт.}$$

Поправочний коефіцієнт для кута $gKN = 1$.

Тоді

$$N_{\text{різ}} = N_{\text{табл}} = 2,9 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність верстату (потужність приводу верстату)

Потужність верстату приводу

$$N_{\text{щп}} = N_{\text{дв}} \times h$$

В верстаті моделі 16K20 $N_{\text{дв}} = 10$ кВт, $h = 0,75$, тоді

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						40
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

4. Знаходимо основний час за формулою

$$T_{\text{осн}} = \frac{(l + l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \pi d h}{1000 v S t},$$

$$\text{де } l = 278 \text{ мм}$$

$$l_1 + l_2 = 6 \text{ мм}$$

$$l_3 = 4 \text{ мм}$$

$$l_4 = 1 \text{ мм}$$

$$T_{\text{осн}} = \frac{(278 + 6 + 4 + 1) \cdot 3,14 \cdot 77 \cdot 0,75}{1000 \cdot 235 \cdot 0,5 \cdot 0,35} = 0,82 \text{ хв.}$$

5. Знаходимо допоміжний час за формулою

$$T_{\text{доп}} = (\Sigma T_{\text{уст}} + \Sigma T_{\text{пер}} + \Sigma T_{\text{кон}} + \Sigma T_{\text{вим}}) \cdot K,$$

$$\text{де } T_{\text{уст}} = 0,29 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{пер}} = 0,12 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{кон}} = 0,88 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{вим}} = 0,21 \text{ хв.}$$

$$K = 1.$$

Тоді

$$T_{\text{доп}} = 0,29 + 0,12 + 0,88 + 0,21 = 1,5 \text{ хв.}$$

6. Визначаємо оперативний час

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}},$$

$$T_{\text{оп}} = 0,82 + 1,5 = 2,32 \text{ хв.}$$

7. Знаходимо час на обслуговування і підготовчо-заключний час

$$k_1 = 4 \% T_{\text{псз}} = 16 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{оп}} \cdot k = 2,32 \cdot 0,04 = 0,09 \text{ хв.}$$

8. Час регламентованих перерв

$$k_2 = 7 \% T_{\text{рп}} = 0,09 \text{ хв.}$$

9. Знаходимо штучно-калькуляційний час

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{р.п.}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n},$$

$$T_{\text{шт}} = 0,82 + 1,5 + 0,09 + 0,09 + \frac{16}{100} = 2,66 \text{ хв.}$$

					4261.02.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						41
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1.Розрахунок і проектування пристрою для фрезерування пазу в деталі

Аналіз і обґрунтування вибору схеми базування заготовки в пристосуванні

Пристосування застосовується при фрезеруванні валів і призначене для базування заготовки зовнішньою циліндричною поверхнею та одночасно для її закріплення.

Для забезпечення обробки необхідно:

- встановити деталь відносно горизонтальної площини верстата в положення, при якому в процесі обробки канавки буде отримано його просторове розташування;
- розташувати деталь на верстаті щодо шпинделю таким чином, щоб при фрезеруванні канавки її вісь симетрії була паралельна осі симетрії валу;
- закріпити деталь для обробки.

Вихідними даними є креслення верстатного пристосування і оброблюваної деталі.

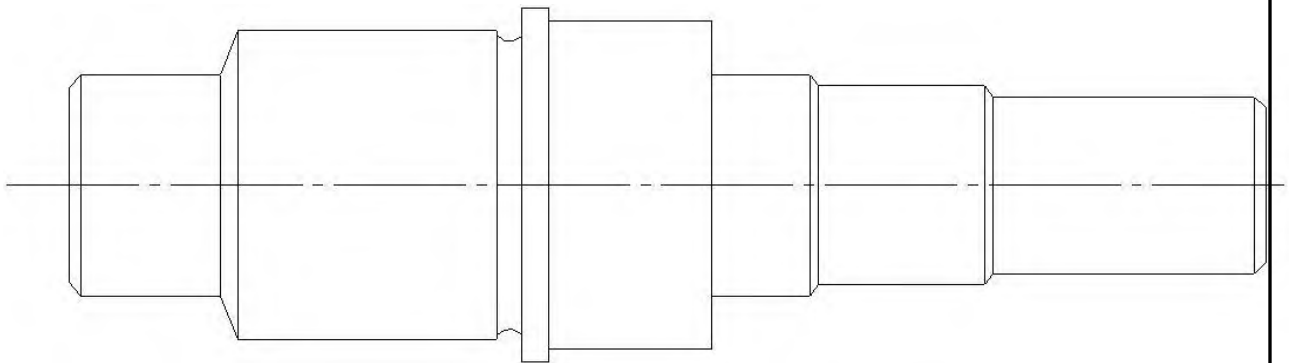


Рис.3.1. Оброблюваний вал

Оброблюваний вал жорсткий $l/D_{cp} = 6,5$.

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						43
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для фрезерування обрано горизонтально-фрезерувальний верстат моделі 6М82.

Розміри прямокутного столу $L \times B = 400 \times 1600$ мм.

Розміри пазу: $b = 12$ мм, $h = 6$ мм, $l = 52$ мм.

У пристосуванні заготівка подвійною напрямною базою встановлюється на дві призми 1 і впирається торцем в торцеву поверхню призми. Опорна база реалізується після закріплення заготовки.

Під дією тиску стисненого повітря, що подається в міжпоршневий простір циліндра, поршні зі штоками одночасно розходяться, повертаючи важелі і здійснюючи затиск заготовки.

Пристосування komponується на столі верстата з двох однакових вузлів, кожен з яких складається з корпусу, настановних призм, спареного пневмоциліндра, виконаного в корпусі пристосування, двох штоків і двох важелів.

Проектування пристосування для фрезерування пазу

Початкові дані. Матеріал заготовки - сталь 45 ДСТУ 7806:2015. Металоріжучий верстат обираємо в залежності від типу обробки заготовки. Схема установки визначається величиною похибки базування, яка не повинна перевищувати половини допуску на розмір $35_{-0,2}$, тобто на величину 0,1 мм.

Причиною похибки базування є розбіжність технологічної і вимірювальної баз. При збігу технологічної та вимірювальної бази похибка базування дорівнює нулю.

Технологічна база деталі в горизонтальному напрямку збігається з площиною симетрії призми проходячи через вісь, тому для розмірів, проставлених від вертикального діаметра, похибка базування дорівнює нулю.

Похибка базування збільшується в міру віддалення вимірювальної бази від технологічної. Розрахунок величини похибки базування на призму від положення вимірювальної бази (ЄІБ) для вертикальних розмірів необхідно вести за формулами.

По вертикалі:

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						44
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{12} = 0,21 \cdot b,$$

$$\text{де } b = Td = ES - EI = 0 - (-0,2) = 0,2.$$

$$E_{12} = 0,21 \cdot b = 0,21 \cdot 0,2 = 0,42 \text{ мм.}$$

По горизонталі: $E_{12} = 0$ мм.

Так як $\varepsilon_6 < 0,1$ мм, отже, застосовуємо вертикальну схему обробки на вертикально-фрезерувальному верстаті 6Р13.

Ріжучий інструмент обираємо за необхідною точністю обробки. При допуску на ширину пазів шпон 0,033 мм вибираємо фрезу шпонкову циліндричну Ø12 ГОСТ 9140-78, виготовлену зі сплаву марки Т15К6.

Подача на зуб = 0.1 мм/зуб, глибина різання = 0,1 мм. Допоміжний інструмент: патрон цанговий.

Розрахунок сили різання при фрезеруванні пазу

Розраховуємо швидкість різання за формулою:

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

де D – діаметр фрези;

T – період стійкості;

t – глибина фрезерування;

S_z – подача на зуб;

B_o – ширина фрезерування;

Z – число зубців фрези;

K_v – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання, знаходимо за формулою:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

де K_{Mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу [1];

K_{nv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту;

Використовуючи дані табл.1, 5, 6 отримаємо:

$$K_v = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,08.$$

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						45
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи дані табл.39, 40 знайдемо значення коефіцієнтів і показники ступенів у формулі:

$$v = \frac{12 \cdot 12^{0,3}}{90^{0,26} \cdot 0,1^{0,3} \cdot 0,1^{0,25} \cdot 24^{0,2} \cdot 2^0} \cdot 1,08 = 30,18 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання фрези знайдемо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30,18}{3,14 \cdot 12} = 800,95 \text{ об/хв.}$$

Найближча стандартна частота за паспортом верстата $n = 800 \text{ об/хв.}$, тому скорегуємо значення швидкості:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 800}{1000} = 30,14 \text{ м/хв.}$$

Визначимо окружну силу при фрезеруванні за формулою:

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

За табл.9 визначимо, що $K_{MP} = 0,93$.

Використовуючи табл.41 знайдемо значення коефіцієнтів і показники ступенів у формулі:

$$P_z = \frac{10 \cdot c_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,1^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 24^{1,2}}{12^{0,86} \cdot 800^0} \cdot 0,93 = 88 \text{ Н.}$$

Величини інших складових сили різання знайдемо через окружну силу, використовуючи табл.42.

Горизонтальна сила (подачі) $P_h = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 88 = 35,2 \text{ Н;}$

вертикальна сила $P_v = 0,9 \cdot P_z = 0,9 \cdot 88 = 79,2 \text{ Н;}$

радіальна сила $P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 88 = 35,2 \text{ Н.}$

Розрахунок параметрів силового приводу

Для закріплення заготовки використовується затискний механізм. У затискних механізмах зазвичай застосовуються пневматичні. Гідравлічні і змішані типи приводів.

Пневматичний привід при своїй простоті і зручності експлуатації має ряд недоліків: по-перше, повітря стискаємо і при змінних навантаженнях пневмопривід не забезпечить достатньої жорсткості закріплення. По-друге, даний вид приводу розвиває менше зусилля, ніж гідропривід, і, по-третє, через миттєве спрацювання пневмоприводу приск буде різко вдаряти по деталі, що

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						46
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

негативно позначиться і на заготовці, і на затискному механізмі, і на умовах праці робітника. Відповідно, в нашму пристосуванні застосуємо гідравлічний привід.

Необхідну силу закріплення заготовки визначаємо за рівнянням:

$$Q = \sqrt{Q_{Pz}^2 + Q_{Px}^2},$$

де Q_{Pz} – необхідна сила закріплення заготовки при обілку сили різання, що створює момент різання;

Q_{Px} – необхідна сила закріплення заготовки при обілку сили різання, що зміщує заготовку в напрямку подачі.

Силу Q_{Pz} і Q_{Px} визначаємо з умови статичної рівноваги заготовки, що знаходиться під дією моментів від сил P_z , P_x , F і F_1 .

$$-\frac{P_z \cdot d}{2} + \frac{(2F + 2F_1) \cdot d}{2} = 0; -P_x + 2(F + F_1) = 0.$$

Так як $F = \left(\frac{Q}{2}\right) \operatorname{tg} \varphi$; $F_1 = R \operatorname{tg} \varphi_1$; $R = \frac{Q}{2}$; $\operatorname{tg} \varphi = f$; $\operatorname{tg} \varphi_1 = f_1$, то з урахуванням $\Delta B = 0,05$ мм.

Враховуючи, що визначаємо похибку $\varepsilon_{y.e.}$ за формулою:

$$\varepsilon_{y.e.} = \frac{\Delta B}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{0,05}{\operatorname{tg} 45^\circ} = 0,05 \text{ мм.}$$

Похибку зносу установочного елемента розраховуємо за формулою:

$$\varepsilon_{\text{и}} = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \frac{N_{\Phi}}{N},$$

де I_0 – середній знос установочного елемента при базовому числі установок $N = 100000$, $I_0 = 115$ мкм;

K_1 – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки, $K_1 = 0,97$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує вид обладнання, $K_2 = 1$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_3 = 0,94$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує число установок заготовки, що відрізняється від прийнятого N , $K_4 = 2,4$.

$$\varepsilon_{\text{и}} = 115 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 2,4 \cdot 0,1 = 25,17 \text{ мкм} \approx 0,025 \text{ мм.}$$

Визначаємо похибку:

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						48
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_{\text{пр}}^{d-t} = 0,2 - 1 \cdot$$

$$\sqrt{(0,8 \cdot 0,021)^2 + 0,011^2 + 0,05^2 + 0,025^2 + (0,6 \cdot 0,09)^2} = 0,12 \text{ мм.}$$

Так як $\varepsilon_{\text{пр}}^{d-t} < T_{d-t}$, тобто $0,12 < 0,2$ – спроектоване пристосування забезпечує необхідну точність отримання заданого розміру.

Коефіцієнт запасу

$$Q_{Pz} = \frac{K_3 \cdot P_z}{(f + f_1)}.$$

Аналогічно отримуємо

$$Q_{Px} = \frac{K_3 \cdot P_x}{(f + f_1)}.$$

Повна сила закріплення заготовки:

$$Q = \sqrt{Q_{Pz}^2 + Q_{Px}^2} = \sqrt{\left(\frac{K_3 \cdot P_z}{(f + f_1)}\right)^2 + \left(\frac{K_3 \cdot P_x}{(f + f_1)}\right)^2}.$$

Приймаємо з табл.3 [10, с.384] $f = f_1 = 0,16$ - коефіцієнти тертя в місцях контакту заготовки з опорами і затискним механізмом відповідно.

$$K_3 = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

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

$K_1 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вид технологічної бази;

$K_2 = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту;

$K_3 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує уривчастість бази;

$K_4 = 1$ – коефіцієнт, що характеризує сталість сили, яка розвивається затискним механізмом;

$K_5 = 1$ – коефіцієнт, що характеризує ергономіку затискного механізму;

$K_6 = 1$ – коефіцієнт, що характеризує установку заготовки.

$$K_3 = 1,2 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,3.$$

Так як в результаті розрахунку $K_3 \leq 2,5$, то приймаємо $K_3 = 2,5$. З огляду на це, визначаємо похибку $\varepsilon_{y.e.}$ за формулою:

$$\varepsilon_{y.e.} = \frac{\Delta B}{tg \alpha} = \frac{0,05}{tg 45^\circ} = 0,05 \text{ мм.}$$

Похибку зносу установочного елемента розраховуємо за формулою:

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						49
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_{\text{н}} = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \frac{N_{\Phi}}{N},$$

де I_0 – середній знос установочного елемента при базовому числі установок
 $N = 100000, I_0 = 115 \text{ мкм};$

K_1 – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки, $K_1 = 0,97$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує вид обладнання, $K_2 = 1$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_3 = 0,94$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує число установок заготовки, що відрізняється від прийнятого N , $K_4 = 2,4$.

$$\varepsilon_{\text{н}} = 115 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 2,4 \cdot 0,1 = 25,17 \text{ мкм} \approx 0,025 \text{ мм.}$$

Визначаємо похибку:

$$\varepsilon_{\text{пр}}^{d-t} = 0,2 -$$

$$1 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,021)^2 + 0,011^2 + 0,05^2 + 0,025^2 + (0,6 \cdot 0,09)^2} = 0,12 \text{ мм.}$$

Так як $\varepsilon_{\text{пр}}^{d-t} < T_{d-t}$, тобто $0,12 < 0,2$ – спроектоване пристосування забезпечує необхідну точність отримання заданого розміру.

$$Q_{\text{Pz}} = \frac{2,5 \cdot 52}{0,32} = 406,25 \text{ Н.}$$

$$Q_{\text{Px}} = \frac{2,5 \cdot 28,6}{0,32} = 223,44 \text{ Н.}$$

$$Q = \sqrt{406,25^2 + 223,44^2} = 463,64 \text{ Н.}$$

$$\text{З умови статичної рівноваги прихватів } \frac{Q}{2} = \frac{Pl_1}{l_2}.$$

Сила силового циліндру P , яка необхідна для закріплення заготовки, дорівнює $P = 0,25 \pi D^2 p_r$, тоді діаметр поршня циліндра може бути розрахований за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{2Ql_2}{\pi \eta p l_1}},$$

де p – робочий тиск масла, який приймається в розрахунках рівним 1 МПа ;
 $\eta = 0,09$ – ККД.

Визначаємо діаметр поршня гідроциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 463,64 \cdot 87,5}{3,14 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 125}} = 122 \text{ мм.}$$

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						50
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості приводу фрезерувального пристосування вибираємо гідроциліндр за ГОСТ 19899-74 з діаметром поршню 125 мм.

Оскільки дійсна сила затиску $P = 0,25\pi D^2 \eta = 11039 \text{ Н}$ перевищує необхідну силу закріплення заготовки $Q = 463,64 \text{ Н}$, то розрахунок виконано вірно.

Розрахунок точності пристосування

Складання шпонкових з'єднань здійснюється за методом повної взаємозамінності без додаткового доопрацювання шпонки або паза.

Точність паза визначається точністю розмірів.

При роботі на налагодженому устаткуванні точність розмірів $d-t$ і t від точності налаштування ріжучого інструменту та від точності виконання елементів пристосування.

Точність елементів пристосування в напрямку розміру $d-t$ розраховуємо за формулою:

$$\varepsilon_{\text{пр}}^{d-t} = T_{d-t} - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{у.е.}}^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2},$$

де T_{d-t} – операційний допуск на розмір $d-t$, $T_{d-t} = 0,2 \text{ мкм}$;

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

$K_{T1} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує зменшення похибки базування при роботі на налагодженому устаткуванні;

ε_6 – похибка базування в напрямку операційного розміру;

ε_3 – похибка закріплення;

$\varepsilon_{\text{у.е.}}$ – похибка, що залежить від точності виготовлення установочного елемента (призми);

$\varepsilon_{\text{и}}$ – похибка зносу установочного елемента;

$\omega = 0,09$ – економічна точність обробки;

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує частку похибки обробки сумарної похибки методу, що викликається факторами, не залежними від пристосування.

При установці в призму порушується принцип єдності баз і за розміром $d-t$ з'являється похибка:

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						51
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_6 = 0,5 \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 0,021 \text{ мм.}$$

Величину ε_3 розраховуємо за формулою:

$$\varepsilon_3 = \frac{0,1 \cdot C_M \cdot \Delta W}{\sin \alpha},$$

де $C_M = 0,026$ – поправочний коефіцієнт, що враховує вид матеріалу заготовки, для сталі;

ΔW – мінливість сили затиску, визначаємо, використовуючи формулу:

$$\Delta W = 0,2 \cdot W_3 = 0,2 \cdot 15 = 3$$

$$\varepsilon_3 = \frac{0,1 \cdot 0,026 \cdot 3}{\sin 45^\circ} = 0,011 \text{ мм.}$$

З огляду на $\Delta B = 0,05$ мм, визначаємо похибку за формулою:

$$\varepsilon_{y.e.} = \frac{\Delta B}{\tan \alpha} = \frac{0,05}{\tan 45^\circ} = 0,05 \text{ мм.}$$

Похибку зносу установочного елемента розраховуємо за формулою:

$$\varepsilon_n = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot \frac{N_\phi}{N},$$

де I_0 – середній знос установочного елемента при базовому числі установок $N = 100000$, $I_0 = 115$ мкм;

K_1 – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки, $K_1 = 0,97$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує вид обладнання, $K_2 = 1$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує умови обробки, $K_3 = 0,94$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує число установок заготовки, що відрізняється від прийнятого N , $K_4 = 2,4$.

$$\varepsilon_n = 115 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 2,4 \cdot 0,1 = 25,17 \text{ мкм} \approx 0,025 \text{ мм.}$$

Визначаємо похибку:

$$\varepsilon_{\text{пр}}^{d-t} = 0,2 -$$

$$1 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0,021)^2 + 0,011^2 + 0,05^2 + 0,025^2 + (0,6 \cdot 0,09)^2} = 0,12 \text{ мм.}$$

Так як $\varepsilon_{\text{пр}}^{d-t} < T_{d-t}$, тобто $0,12 < 0,2$ – спроектоване пристосування забезпечує необхідну точність отримання заданого розміру.

3.2. Розрахунок круглого фасонного різця

Визначення найбільшого радіуса круглого фасонного різця

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						52
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цифрами 1,2,3,4... - позначають вузлові крапки заданого фасонного профілю. Перший номер повідомляємо вузловій крапці профілю, що має мінімальний радіус, отже, $r_1 = r_{\min}$.

Найбільший радіус фасонного круглого різця матиме крапка ріжучого леза, що лежить ближче всіх інших до осі обертання деталі. Ця крапка має номер 1, тому $R_1 = R_{\max}$.

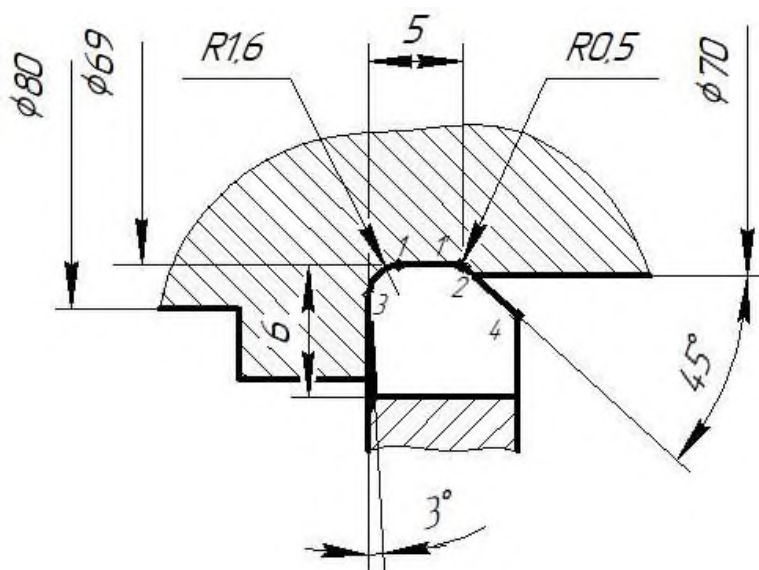


Рис.3.2. Форма канавки для виходу шліфувального круга
і відповідний контур ріжучої кромки фасонного різця

Конструктивний метод визначення найбільшого радіуса круглого фасонного різця

$$R_1 \geq t_{\max} + k + f + \frac{d}{2},$$

де $t_{\max}$ - максимальна глибина профілю оброблюваної деталі

$$t_{\max} = r_{\max} - r_{\min} = 80 - 69 = 11 \text{ мм}$$

k – глибина заточування передньої поверхні, ($k = 6 \dots 12$ мм), прийнято $k = 3$ мм [1, табл.2];

f – товщина стінки різця, ($f = 5 \dots 10$ мм), прийнято $f = 10$ мм [1, табл.2];

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						53
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

d – діаметр базового отвору різця, ($d = 12 \dots 50$ мм), прийнято $d = 13$ мм [1, табл.2]

$$R_1 = 5,5 + 3 + 13/2 = 25 \text{ мм}$$

$$R_1 = R_{\max} = 25 \text{ мм.}$$

Графічний метод розрахунку найбільшого радіуса круглого фасонного різця

Найбільший радіус фасонного різця визначається в залежності від глибини профілю оброблюваної деталі.

З центру обертання O_d проводяться два концентричні кола, відповідні найбільшому і найменшому радіусу деталі.

Через крапку 1 під кутом γ до горизонтальної центральної лінії проводимо слід площини заточування передньої поверхні і під кутом α проводимо пряму лінію. (Значення γ та α обираються виходячи з матеріалу заготовки за [1, табл.1]).

На відстані k від окружності найбільшого радіуса проводимо слід вертикальної площини, що визначає глибину заточування передньої поверхні.

Перетин цього сліду і сліду площини заточування дає крапку O .

Кут ω , утворений в крапці O ділимо навпіл. Для цього через крапку проводимо бісектрису кута ω до перетину її з прямою лінією, проведеної під кутом α до горизонталі. Крапка перетину цих двох прямих є центром O_p круглого фасонного різця.

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						54
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

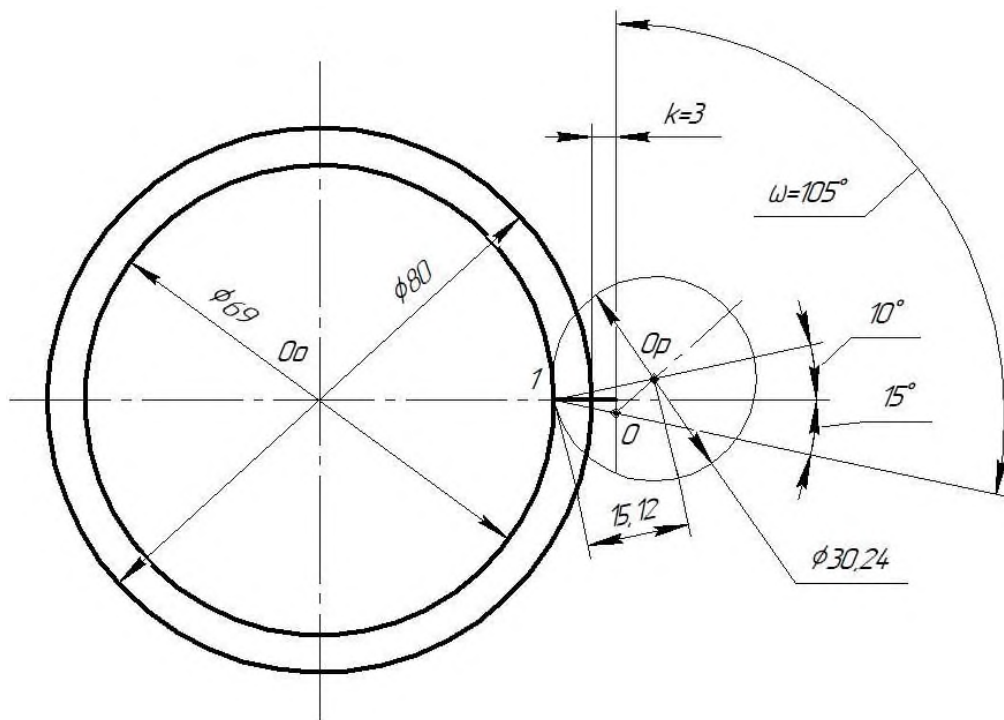


Рис.3.3. Графічний метод розрахунку найбільшого радіуса
круглого фасонного різця

Довжина лінії, що з'єднує точки 1 і O_p , дорівнюватиме найбільшому радіусу різця. Знайдений радіус округляємо до найближчого більшого нормалізованого значення:

$$R_1 = R_{\max} = 16 \text{ мм.}$$

Вибір габаритних і конструктивних розмірів

З двох отриманих значень найбільшого радіуса круглого фасонного різця вибираємо найбільше і наводимо до пропонуванних радіусів, наведеними в [1, табл.2] з урахуванням глибини профілю приймаємо такі розміри різця:

$$D = 50 \pm 8 \text{ мм, } d = 13 \pm 14 \text{ мм, } d_1 = 20 \text{ мм, } b_{\max} = 9 \text{ мм, } K = 3 \text{ мм, } r = 1 \text{ мм.}$$

Розміри отворів під регульованій штифт:

$$D_1 = 28 \text{ мм, } d_1 = 5 \text{ мм.}$$

Залежно від матеріалу заготовки і його механічних властивостей вибираємо значення переднього і заднього кутів:

$$\gamma = 15-20, \text{ прийнято } \gamma = 17$$

$$\alpha = 8-15, \text{ прийнято } \alpha = 10.$$

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						55
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота установки різця $h_p = R_1 \cdot \sin \alpha = 4,34$ мм.

Висота заточки різця $H_p = R_1 \cdot (\sin \alpha + \gamma) = 10,565$ мм.

Кількість отворів під штифти вибираємо в залежності від сили різання.

Конструктивно прийнято 1 отвір.

Аналітичний розрахунок профілю круглого фасонного різця

Вісь різця паралельна осі деталі. Базова крапка 1 різця встановлена на висоті лінії центрів деталі і відповідає крапці перетину кола з радіусом $r_1 = r_{\max}$ і горизонтальної лінії.

Через крапку 1 проведемо слід передньої поверхні під кутом γ до горизонтальної лінії центрів. Опустимо з центру обертання деталі O_d на неї перпендикуляр $O_d - \alpha$. Решта крапок ріжучого леза будуть знаходитися нижче крапки 1 і горизонтальної лінії центрів (через нахил передньої поверхні).

Далі проводимо корегувальний розрахунок профілю різця, що включає в себе два етапи.

Перший етап. Визначаємо відстані по передній поверхні від крапки 1 до кожної вузлової крапки леза фасонного різця.

Через центр деталі O_d і відповідні вузлові крапки проведемо прямі і отримаємо кілька прямокутних трикутників, що мають загальний катет $O_p - \alpha$ і гіпотенузи рівні радіусам $r_2, r_3, r_4, \dots$ кіл деталі, що проходять через вузлові крапки.

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						56
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

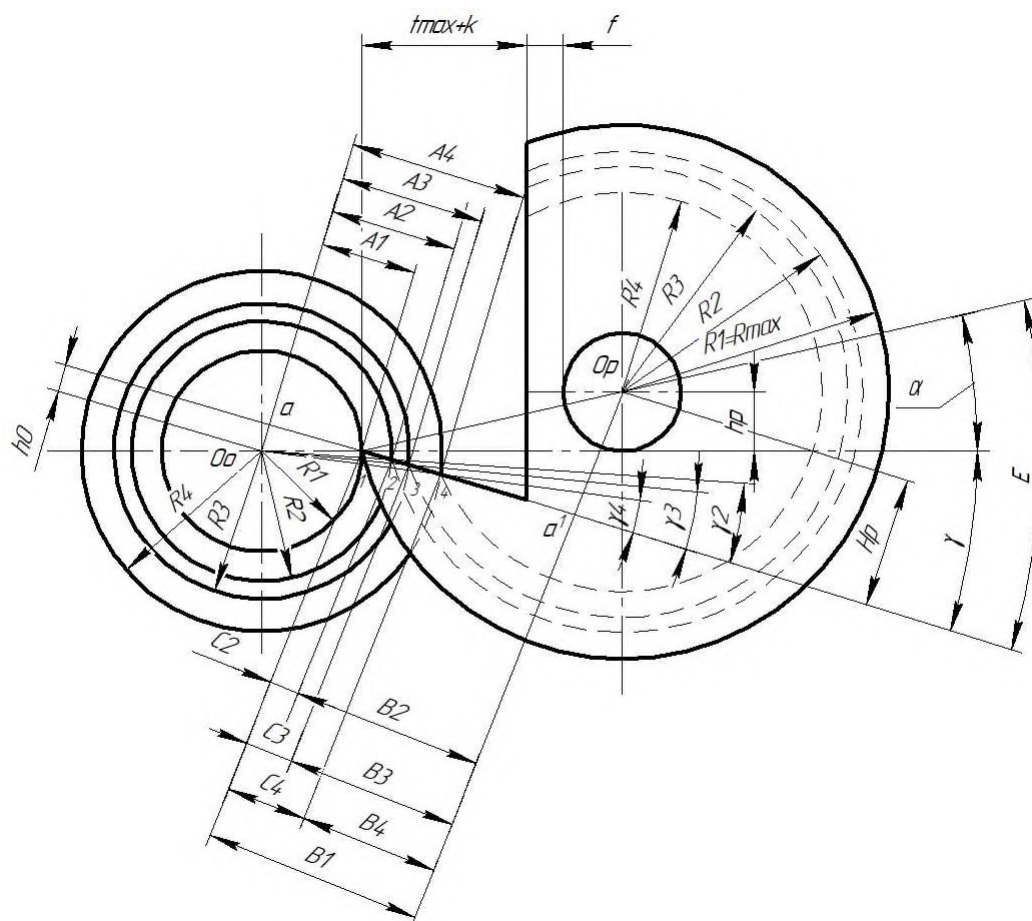


Рис.3.4. Схема аналітичного розрахунку профілю круглого фасонного різця

Відстані r_2 , r_3 , r_4 дорівнюють різниці катетів прямокутних трикутників, утворюються після з'єднання O_p з вузловими крапкам 2, 3, 4 і прямокутного трикутника O_p - α -1.

Кути в верхівках 2, 3, 4... позначені відповідно γ_2 , γ_3 , γ_4 ...

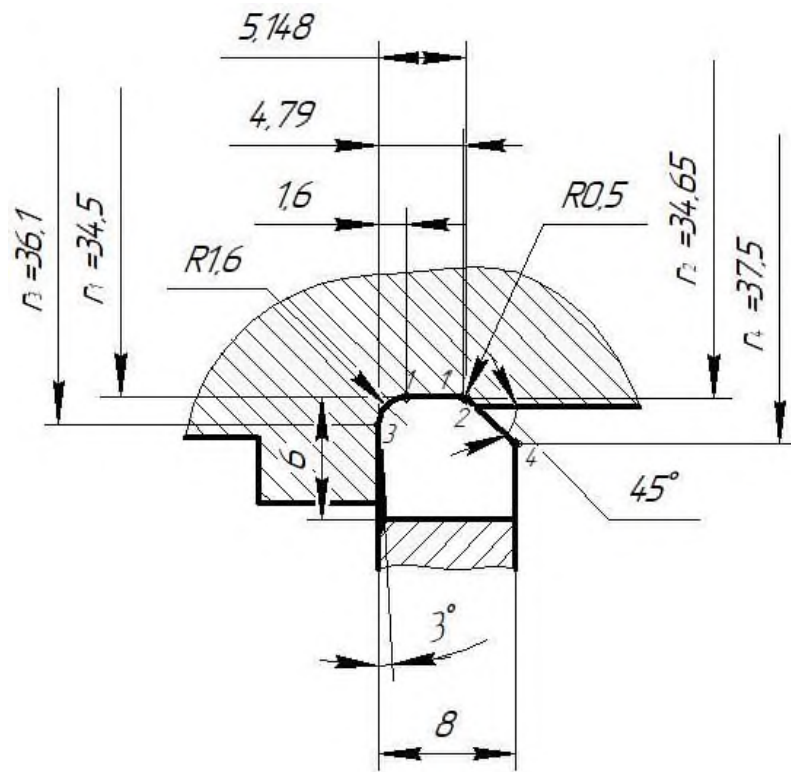


Рис.3.5. Координати розташування вузлових крапок
на оброблюваній поверхні

На підставі розрахункової схеми складаємо рівняння:

1) $\gamma_1 = \gamma = 15^\circ$,

$\alpha_1 = \alpha = 10^\circ$,

з $\Delta O_p - \alpha - 1$

$$h_1 = r_1 \cdot \sin(\gamma_1) = 34,5 \cdot \sin 15^\circ = 8,929 \text{ мм},$$

$$A_1 = r_1 \cdot \cos(\gamma_1) = 34,5 \cdot \cos 15^\circ = 33,324 \text{ мм},$$

2) з $\Delta O_p - \alpha - 2$

$$\sin(\gamma_2) = \frac{h_a}{r_2} \Rightarrow \gamma_2 = \arcsin\left(\frac{h_a}{r_2}\right)$$

$$A_2 = r_2 \cdot \cos(\gamma_2) = r_2 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{h_a}{r_2}\right)\right) = 34,65 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{8,929}{34,65}\right)\right) = 33,470 \text{ мм},$$

$$C_2 = A_2 - A_1 = 33,470 - 33,324 = 0,146 \text{ мм}.$$

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

3) $\Delta O_p - \alpha - 3$

$$\sin(\gamma_3) = \frac{h_a}{r_3} \Rightarrow \gamma_3 = \arcsin\left(\frac{h_a}{r_3}\right)$$

$$A_3 = r_3 \cdot \cos(\gamma_3) = r_3 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{h_a}{r_3}\right)\right) = 36,1 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{8,929}{36,1}\right)\right) = 34,978 \text{ мм},$$

$$C_3 = A_3 - A_1 = 34,978 - 33,324 = 1,654 \text{ мм}.$$

4) $\Delta O_p - \alpha - 4$

$$\sin(\gamma_4) = \frac{h_a}{r_4} \Rightarrow \gamma_4 = \arcsin\left(\frac{h_a}{r_4}\right)$$

$$A_4 = r_4 \cdot \cos(\gamma_4) = r_4 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{h_a}{r_4}\right)\right) = 37,5 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{8,929}{37,5}\right)\right) = 36,421 \text{ мм},$$

$$C_4 = A_4 - A_1 = 36,421 - 33,324 = 3,097 \text{ мм}.$$

Другий етап. Визначення радіусів кіл проходять через вузлові крапки леза фасонного різця.

З центру різця O_p опустимо перпендикуляр на передню поверхню $O_p - a'$.

Радіуси різця, отримані з'єднанням крапок O_p з вузловими крапками, утворюють прямокутні трикутники з загальним катетом H_p . Другі катети – $B_1, B_2, B_3, \dots$ гіпотенузи рівні радіусів $R_1, R_2, R_3 \dots$

Вирішуючи прямокутні трикутники знайдемо:

$$1) \varepsilon_1 = \alpha_1 + \gamma_1 = 10^\circ + 15^\circ = 25^\circ,$$

$$H_d = R_1 \cdot \sin(\varepsilon_1) = 25 \cdot \sin 25^\circ = 10,565 \text{ мм},$$

$$B_1 = R_1 \cdot \cos(\varepsilon_1) = 25 \cdot \cos 25^\circ = 22,658 \text{ мм}.$$

$$2) B_2 = B_1 - C_2 = 22,658 - 0,146 = 22,512 \text{ мм},$$

$$\operatorname{tg}(\varepsilon_2) = \frac{H_d}{B_2} \Rightarrow \varepsilon_2 = \arcsin\left(\frac{H_d}{B_2}\right)$$

$$R_2 = \frac{H_d}{\sin(\varepsilon_2)} = \frac{B_2}{\cos(\varepsilon_2)},$$

$$R_2 = \frac{H_d}{\sin\left(\arctg\left(\frac{H_d}{B_2}\right)\right)} = \frac{10,565}{\sin\left(\arctg\left(\frac{10,565}{22,512}\right)\right)} = 24,868 \text{ мм}.$$

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						59
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$3) B_3 = B_1 - C_3 = 22,658 - 1,654 = 21,004 \text{ мм},$$

$$\operatorname{tg}(\varepsilon_3) = \frac{H_d}{B_3} \Rightarrow \varepsilon_3 = \arcsin\left(\frac{H_d}{B_3}\right),$$

$$R_3 = \frac{H_d}{\sin(\varepsilon_3)} = \frac{B_2}{\cos(\varepsilon_3)},$$

$$R_3 = \frac{H_d}{\sin(\arctg(\frac{H_d}{B_3}))} = \frac{10,565}{\sin(\arctg(\frac{10,565}{21,004}))} = 23,511 \text{ мм}.$$

$$4) B_4 = B_1 - C_4 = 22,658 - 3,097 = 19,561 \text{ мм},$$

$$\operatorname{tg}(\varepsilon_4) = \frac{H_d}{B_4} \Rightarrow \varepsilon_4 = \arcsin\left(\frac{H_d}{B_4}\right),$$

$$R_4 = \frac{H_d}{\sin(\varepsilon_4)} = \frac{B_2}{\cos(\varepsilon_4)},$$

$$R_4 = \frac{H_d}{\sin(\arctg(\frac{H_d}{B_4}))} = \frac{10,565}{\sin(\arctg(\frac{10,565}{19,561}))} = 22,232 \text{ мм}.$$

Приймаються наступні розміри фасонного різця

$$R_1 = 25,00 \text{ мм}; R_2 = 24,87 \text{ мм}; R_3 = 23,51 \text{ мм}; R_4 = 22,23 \text{ мм}.$$

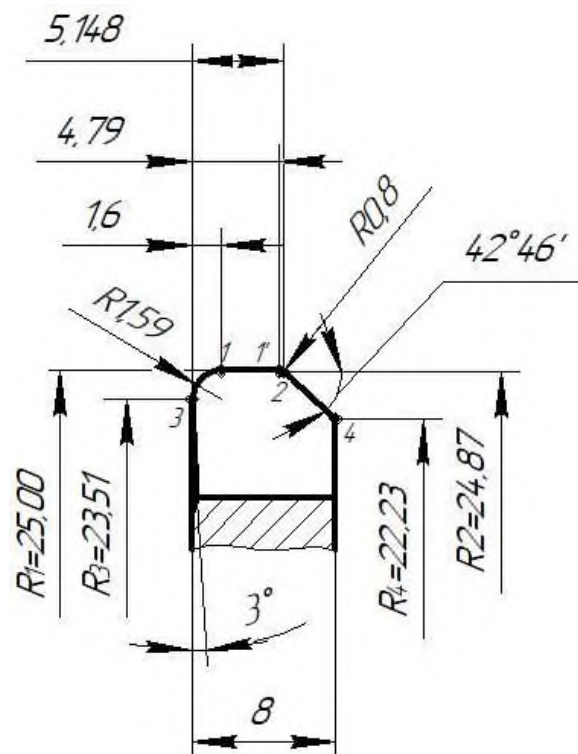


Рис.3.6. Координати розташування вузлових крапок на фасонному різці

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						60
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаткові ріжучі кромки фасонного різця

Ріжуча кромка 2 - 4 має велику довжину для зрізання частини припуску на шліфувальну операцію.

Для запобігання небажаного тертя бічної поверхні різця об уступ заготовки, від крапки 3 в напрямку осі різця виконано піднутріння з кутом 3° .

Загальна довжина ріжучої частини різця $L = 8$ мм.

					4261.02.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						61
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1.Вступ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. В поняття охорони праці входять і всі ті заходи, що спеціально призначені для створення особливих полегшених умов праці для жінок і неповнолітніх, а також працівників зі зниженою працездатністю.

Охорона праці є важливою складовою безпеки на робочому місці, і вона тісно пов'язана з різними правовими нормами, що регулюють цю сферу в Україні. По-перше, норми цивільного права встановлюють майнову відповідальність за ушкодження здоров'я або навіть смерть громадян. Це означає, що у випадку нещасного випадку на виробництві, постраждала особа або її родичі можуть вимагати компенсацію за завдані збитки. По-друге, адміністративне право визначає порядок притягнення до відповідальності осіб, які порушують правила охорони праці. Це може включати штрафи або інші санкції, які накладаються органами, що контролюють дотримання норм безпеки на робочих місцях. Такі норми сприяють забезпеченню належного рівня безпеки та дисципліни на підприємствах. По-третє, кримінальне право встановлює відповідальність за вчинення злочинів у сфері охорони праці та техніки безпеки. Це може включати серйозні порушення, які призводять до тяжких наслідків, таких як травми або загибель людей. У таких випадках винні особи можуть бути притягнуті до кримінальної відповідальності, що підкреслює серйозність ставлення до питань охорони праці.

Таким чином, охорона праці в Україні є багатогранною системою, що поєднує в собі норми різних галузей права, які разом забезпечують безпеку та захист прав громадян на робочих місцях. Охорона праці на законодавчому рівні забезпечується комплексом заходів. Це включає створення та впровадження загальних правил і стандартів безпеки, а також санітарних норм на виробництві. Важливим аспектом є профілактика,

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						63
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спрямована на формування безпечного робочого середовища, що мінімізує ризик травм і професійних захворювань.

На діючих підприємствах особлива увага приділяється створенню належних умов праці та їх постійному покращенню. Цей процес відбувається за активної участі трудових колективів. Крім того, розробляються спеціальні заходи для захисту вразливих категорій працівників, таких як жінки, молодь та люди з обмеженими можливостями.

4.2. Норми і правила з техніки безпеки і виробничої санітарії

Правові норми, об'єднані терміном «охорона праці», включають в себе норми і правила з техніки безпеки і виробничої санітарії. Відмінність норм з техніки безпеки від норм з виробничої санітарії визначається предметом, на регулювання якого спрямовані ті чи інші норми.

Норми техніки безпеки є невід'ємною частиною організації роботи на підприємствах. Вони визначають обов'язкові вимоги, які повинні дотримуватися для забезпечення безпеки працівників, зменшення ризику травматизму та створення безпечних умов праці. Ці норми охоплюють всі аспекти діяльності підприємства: від загальних вимог до організації виробничих приміщень до специфічних вимог до обладнання та технологічних процесів.

Серед основних заходів, передбачених нормами техніки безпеки, можна виділити встановлення огорожень та захисних пристроїв, які запобігають доступу до небезпечних зон. Також важливим є проведення профілактичних випробувань обладнання, що дозволяє виявити можливі несправності та усунути їх до того, як вони призведуть до нещасних випадків.

Дистанційне керування обладнанням є ще одним важливим аспектом, який знижує ризики для працівників, адже дозволяє уникнути безпосереднього контакту з небезпечними процесами. Крім того, підприємства зобов'язані забезпечити своїх працівників спеціальними індивідуальними засобами захисту, такими як захисні окуляри, каски, рукавички та екрани, які допомагають

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						64
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшити вплив небезпечних факторів на здоров'я.

Таким чином, дотримання норм техніки безпеки є запорукою не лише безпеки працівників, але й ефективності роботи підприємства в цілому. На підприємствах діють чіткі правила, спрямовані на створення безпечних та здорових умов праці. Ці правила охоплюють широкий спектр аспектів, починаючи від облаштування території та приміщень і закінчуючи організацією технологічних процесів. Їхня мета – захистити працівників від шкідливих факторів, запобігти професійним захворюванням та забезпечити їхнє благополуччя.

Зокрема, велика увага приділяється конструкції будівель, їхньому плануванню та розмірам, а також системам вентиляції, опалення, водопостачання та освітлення. Окремі вимоги стосуються облаштування побутових приміщень, пунктів харчування та організації охорони праці.

Крім того, існують спеціальні положення для професій, пов'язаних з підвищеним ризиком для здоров'я. Працівники, зайняті на таких роботах, забезпечуються спеціальним харчуванням, одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, необхідними для мінімізації впливу шкідливих факторів.

Забезпечення безпеки праці повністю лежить на плечах власника підприємства, який відповідає за фінансування відповідних заходів. Для підтримки цієї діяльності, як на рівні окремих підприємств, так і в масштабах галузей та держави, Кабінет Міністрів України визначає порядок створення спеціальних фондів охорони праці.

Державні, регіональні та галузеві фонди охорони праці поповнюються різними джерелами фінансування. Це включає кошти з державного та місцевих бюджетів, відрахування від підприємств, а також інші надходження. Важливим джерелом є кошти, отримані від штрафів, накладених органами державного нагляду за порушення вимог охорони праці. Штрафи можуть стягуватися як з власників підприємств, так і з працівників, винних у порушеннях. Працівники, на яких накладено штраф, зобов'язані сплатити його в касу свого підприємства.

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						65
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У сучасному виробництві безпека праці, життя та здоров'я людей є пріоритетом. Тому всі машини, механізми, устаткування, транспортні засоби та технологічні процеси, які впроваджуються у виробництво, повинні відповідати певним стандартам. Це означає, що вони повинні мати сертифікати, які підтверджують їхню безпечність для використання. Ці сертифікати видаються відповідно до встановлених норм і правил.

Крім того, важливо зазначити, що забороняється використовувати у виробництві шкідливі речовини, для яких не розроблені гранично допустимі норми (концентрації), а також не існує методик і засобів для їх метрологічного контролю. Такі речовини повинні пройти токсикологічну експертизу, щоб гарантувати, що їх використання не завдасть шкоди здоров'ю працівників і навколишньому середовищу. Це є важливим кроком до забезпечення безпечних умов праці та збереження здоров'я людей.

Обов'язкові медичні попередні та періодичні огляди є важливою складовою забезпечення здоров'я працівників, особливо тих, хто працює в умовах, що можуть негативно вплинути на їхнє самопочуття. Це стосується не лише працівників, які приймаються на роботу, але й тих, хто вже працює в контакті зі шкідливими речовинами або піддається впливу несприятливих чинників.

Згідно з чинним законодавством, медичні огляди є обов'язковими для всіх працівників, які належать до певних категорій, визначених у Положенні про медичний огляд. Це включає професії, що пов'язані з ризиком для здоров'я, а також тих, хто працює в умовах підвищеної небезпеки. Регулярні медичні огляди допомагають виявити можливі проблеми на ранніх стадіях, що, в свою чергу, сприяє збереженню здоров'я працівників і підвищенню загальної безпеки на робочому місці. Таким чином, проведення медичних оглядів є не лише вимогою законодавства, але й важливим кроком у забезпеченні добробуту працівників та підтримці здорового робочого середовища.

Крім того, до групи ризику належать працівники, що працюють в умовах підвищеного тиску, а також ті, хто обслуговує електромережі та установки під

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						66
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напругою. Не менш важливою є увага до працівників, які мають справу з вибуховими матеріалами, та водіїв усіх видів транспорту. Для цих професій критично важливим є неухильне дотримання правил безпеки та контроль за станом працівників.

4.3.Інструктаж і навчання працівників правилам техніки безпеки і виробничої санітарії

На кожному робочому місці безпека праці – це пріоритет. Тому на підприємстві діє чітко налагоджена система, яка охоплює всі етапи трудової діяльності. Ключовим елементом цієї системи є безперервне навчання та інструктажі, що проводяться для кожного працівника.

Перш ніж перевірити рівень знань з охорони праці, працівники мають можливість пройти ретельну підготовку. Їм пропонуються різноманітні форми навчання, включаючи лекції, семінари та індивідуальні консультації.

Перелік питань для перевірки знань розробляється спеціальною комісією, яка враховує специфіку виробництва. Цей перелік ретельно узгоджується з фахівцями з охорони праці та затверджується керівництвом підприємства.

Важливо, щоб комісія, яка проводить перевірку, складалася з кваліфікованих фахівців, які самі пройшли навчання та успішно підтвердили свої знання в цій сфері. Мінімальна кількість членів комісії – троє.

Результати перевірки знань фіксуються у протоколі. Працівники, які успішно пройшли перевірку, отримують відповідне посвідчення. Підкреслюється, що допуск до роботи без проходження навчання та успішної перевірки знань категорично заборонений.

На підприємстві забезпечення безпеки праці – це ключове завдання. Відповідальність за організацію навчання з охорони праці та контроль за рівнем знань працівників у цій сфері несе безпосередньо керівник підприємства. У кожному структурному підрозділі цю функцію виконує керівник відповідного підрозділу.

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						67
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення постійного контролю за якістю навчання та своєчасністю перевірки знань з питань охорони праці, на підприємстві діє служба охорони праці. Альтернативно, ці обов'язки можуть бути покладені на окремих працівників, визначених наказом керівника.

Існує декілька видів інструктажів з охорони праці, які розрізняються за метою та часом проведення. Це вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі.

Вступний інструктаж, як правило, проводить спеціаліст з охорони праці або інша особа, уповноважена наказом по підприємству. Існують також специфічні категорії працівників, для яких вступний інструктаж проводять інші особи. Наприклад, у навчальних закладах це робить викладач, а для працівників, які працюють в умовах підвищеного атмосферного тиску, чергові працівники, які обслуговують електромережі під напругою, працівники, що працюють з вибуховими матеріалами, та водії транспортних засобів усіх видів транспорту.

На підприємстві відповідальність за проведення інструктажів з питань охорони праці (первинного, повторного, позапланового та цільового) покладається безпосередньо на керівника робіт. Після кожного інструктажу обов'язково проводиться перевірка засвоєних знань. Це здійснюється у формі усного опитування, яке може супроводжуватися використанням технічних засобів навчання. Крім того, перевіряються практичні навички безпечного виконання робіт. Перевірку знань проводить особа, яка безпосередньо проводила інструктаж.

Факт проведення будь-якого інструктажу, проходження стажування та допуск працівника до роботи обов'язково фіксується в спеціальному журналі. Запис робить особа, яка проводила інструктаж, і він засвідчується підписами як інструктованого працівника, так і особи, яка проводила інструктаж. Журнали інструктажів повинні бути належним чином оформлені: сторінки пронумеровані, журнал прошнурований та скріплений печаткою підприємства.

У випадках, коли на підприємстві відсутні необхідні умови або спеціалісти для проведення інструктажу чи стажування, працівник може пройти їх на іншому

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						68
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємстві, спорідненому за технологією. Проходження інструктажу або стажування на іншому підприємстві фіксується у журналі цього підприємства. Працівнику видається відповідна довідка, яка підтверджує проходження інструктажу або стажування, і ця довідка додається до його особистої справи на підприємстві, яке його відрядило.

Кожен працівник має право на отримання інструкції з охорони праці, що відповідає його професії. Ця інструкція може бути видана йому особисто або розміщена на видному місці безпосередньо на його робочому місці.

Керівники та посадові особи зобов'язані проходити навчання та перевірку знань з питань охорони праці, техногенної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях. Це навчання проводиться перед початком виконання обов'язків та періодично, не рідше одного разу на три роки. Для спеціалістів виробництва перевіряються знання лише тих нормативних документів з охорони праці, які безпосередньо стосуються їхніх посадових обов'язків.

На підприємствах, де працює більше 50 осіб, власник зобов'язаний створити службу охорони праці. Її діяльність регламентується Типовим положенням, затвердженим відповідним державним органом. Якщо ж на підприємстві працює менше 50 осіб, функції служби охорони праці можуть виконувати особи за сумісництвом, за умови наявності у них необхідної кваліфікації та підготовки.

Відділ охорони праці на підприємстві має особливий статус: він підпорядковується напряму директору і вважається ключовим підрозділом, як і виробничі чи технічні служби.

Інспектори з охорони праці наділені широкими повноваженнями. Вони можуть вимагати від керівників інших відділів усунення порушень, що стосуються безпеки праці, а також отримувати необхідну інформацію та документи. Якщо працівник не пройшов необхідне навчання, медогляд, інструктаж або не має допуску до роботи, інспектор має право вимагати його відсторонення. У випадку виявлення серйозної загрози життю чи здоров'ю працівників, інспектор може зупинити роботу обладнання або цілої ділянки.

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						69
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, інспектор може рекомендувати директору притягнути до відповідальності працівників, які не дотримуються правил безпеки. Важливо, що скасувати припис інспектора з охорони праці може лише директор підприємства. Службу охорони праці не можна ліквідувати, якщо підприємство продовжує свою діяльність. Її розформування можливе лише у випадку повної ліквідації підприємства.

На роботах, де є шкідливі або небезпечні умови, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими умовами, працівники забезпечуються безкоштовним спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до встановлених норм.

На підприємствах України, незалежно від їхньої специфіки чи форми власності, діють єдині норми забезпечення працівників спеціальним одягом. Ці норми визначаються виходячи з виробничих факторів, а не з профілю діяльності підприємства. Це означає, що на одному підприємстві можуть застосовуватися різні галузеві норми, і працівник отримує спецодяг відповідно до того, на якому саме виробництві він працює.

Важливо пам'ятати, що спецодяг та спецвзуття є власністю підприємства. Керівництво несе повну відповідальність за їхнє забезпечення, зберігання та належний стан. Заборонено видавати працівникам тканину або гроші замість готового спецодягу. Проте, якщо підприємство затримує видачу спецодягу, і працівник змушений придбати його самостійно, йому мають компенсувати ці витрати.

У випадку, коли спецодяг чи спецвзуття стають непридатними до використання раніше встановленого терміну з причин, які не залежать від працівника, підприємство зобов'язане їх замінити або відремонтувати. Цей процес відбувається за участі представника профспілки.

На підприємствах та в організаціях, де існують ризики для здоров'я працівників, передбачено забезпечення засобами захисту та гігієни. Ці засоби, як індивідуальні, так і колективні, надаються працівникам для використання під час виконання конкретних робіт, де вони необхідні. Вони можуть бути закріплені за

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						70
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

певним працівником або за робочим місцем, передаючись між змінами під наглядом відповідальних осіб з адміністративно-технічного персоналу. До таких засобів належать ізолюючі костюми, респіратори, захисне взуття, рукавиці, шоломи, щитки для обличчя та очей, навушники та засоби захисту від падіння з висоти.

Для працівників, які працюють в умовах, що призводять до забруднення тіла, передбачено забезпечення милом у кількості 400 грамів на місяць.

Крім того, працівникам, які контактують з певними токсичними речовинами, згідно з медичними рекомендаціями, видається молоко. Воно надається у дні фактичної роботи у шкідливих умовах, якщо працівник зайнятий на цих роботах не менше половини робочої зміни. Незалежно від тривалості зміни, працівник отримує 0,5 літра молока.

Важливо зазначити, що у випадку робіт, пов'язаних з впливом свинцю, вживання молока не рекомендується. Замість нього працівникам видається 8-10 грамів пектину у вигляді мармеладу або концентрату пектину з чаєм, оскільки пектин сприяє виведенню свинцю з організму.

На підприємствах, де умови праці визначені як особливо шкідливі, працівники отримують спеціальне харчування для підтримки здоров'я. Перелік посад, які дають право на таке харчування, затверджується на державному рівні, як і склад раціонів та порядок їх видачі. Важливо, що гарячі сніданки надаються лише в ті дні, коли працівник безпосередньо зайнятий на шкідливому виробництві.

Особлива увага приділяється працівникам гарячих цехів та підземних робіт, для яких передбачений спеціальний режим праці та відпочинку. Крім того, в цехах та на виробничих ділянках, де це необхідно, організовується забезпечення газованою підсоленою водою. Перелік таких місць визначається санітарними службами за погодженням з керівництвом підприємства.

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						71
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4.Охорона навколишнього середовища

Розвиток науки і техніки, хоч і приносить безліч благ, на жаль, має руйнівний вплив на нашу планету. Тому, сьогодні, захист довкілля від згубної діяльності людини стає ключовим завданням для всього суспільства та економіки. Складна екологічна ситуація вимагає кардинальної зміни нашого ставлення до охорони природи та розумного використання її ресурсів.

Забруднення навколишнього середовища відбувається різними способами: від механічного, коли в повітрі з'являється пил і тверді частинки, до хімічного, біологічного (органічні аерозолі) та фізичного (тепло, шум). Саме тому, охорона природи перетворюється на першочергову проблему, що включає в себе цілий комплекс заходів, спрямованих на захист, раціональне використання та відновлення як живої, так і неживої природи.

Науково-технічний прогрес виявляє глибокий вплив на всі боки суспільного розвитку, але, на жаль, на біосферу – негативний. Захистити навколишнє середовище від руйнуючої дії людської діяльності – найважливіша соціально-економічна задача. Складна екологічна обстановка потребує докорінного зміну відношення до питань, пов'язаних з охороною навколишнього середовища і раціонального використання природних ресурсів.

Навколишнє середовище може забруднюватися різними шляхами: механічним (пил, тверді частки), хімічним, біологічним (органічні аерозолі), фізичним (тепло, шум). Тому охорона природи виростає в головну проблему, являючи собою комплекс заходів щодо захисту, раціональному використанню та відновлення живої та неживої природи.

4.4.1. Заходи, щодо охорони навколишнього середовища на дільниці механічної обробки деталі „вал тихохідний”

Машинобудівне виробництво, хоч і необхідне для розвитку суспільства, несе в собі значний тягар для навколишнього середовища. Під час обробки металів у повітря потрапляє складна суміш забруднюючих речовин. Верстати викидають у повітряний простір дрібний пил, що складається з різних хімічних елементів та частинок різного розміру, а також аерозолі, мастила, емульсії та

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						72
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолоджуючі рідини. Важливо, щоб концентрація цих шкідливих речовин у повітрі робочої зони не перевищувала встановлені норми, визначені державними стандартами (ДГСТ 12.1.005-88). Для цього використовують системи місцевої витяжної вентиляції, які відводять забруднене повітря безпосередньо з місця обробки та очищають його перед викидом в атмосферу.

Особливо інтенсивним джерелом забруднення є процеси шліфування та полірування. Вони супроводжуються утворенням великої кількості дрібнодисперсного пилу. Цей пил складається як з матеріалу абразивного інструменту, так і з матеріалу оброблюваної деталі. Обсяги пилу, що утворюються під час шліфування, можуть бути значними, досягаючи десятків грамів на годину з одного верстата. Для очищення повітря від туманів та пилу застосовують спеціалізоване обладнання, таке як ротоклони та пилові циклони.

Окрім забруднення повітря, машинобудівні підприємства створюють значний шумовий фон. Рівень шуму на таких виробництвах часто перевищує показники багатьох інших галузей промисловості. Джерелами шуму є різноманітні елементи приводів верстатів, особливо ті, що мають знос, а також сам процес різання та вібрації механічних систем. Рівень шуму зазвичай коливається в межах 85-100 децибел, а спектр шуму характеризується середніми та низькими частотами. Додатковим джерелом шуму є пневматичні інструменти, які можуть генерувати шум до 118 децибел. Вентиляційні системи також можуть бути джерелом аеродинамічного шуму. Для зменшення шумового забруднення необхідно регулярно проводити технічне обслуговування та ремонт обладнання, балансувати обертові елементи машин та використовувати звукоізоляцію вентиляційних систем.

Водне середовище також страждає від діяльності машинобудівних підприємств. Підприємства використовують велику кількість прісної води для технічних потреб, а потім повертають її у водойми у вигляді забруднених стічних вод. Ці води містять механічні домішки, такі як пісок, металева стружка, мінеральні мастила та охолоджуючі рідини. Забруднення нафтопродуктами відбувається внаслідок зливу миючих розчинів та емульсій. Крім того,

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						73
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання води для охолодження обладнання призводить до підвищення температури стічних вод, що спричиняє теплове забруднення. Очищення промислових стічних вод є обов'язковим і проводиться до концентрацій, що відповідають встановленим нормам та правилам охорони вод (Правила охорони вод від забруднення стічними водами ” та ДБН В.2.5-75:2013). Очисні споруди призначені для прийому, очищення та знешкодження забруднених стоків, а також для зневоднення осадів, що утворюються в процесі очищення. Відпрацьовані охолоджуючі рідини збираються в спеціальні ємності, а їх водну та масляні фази можуть бути використані повторно як компоненти для виготовлення емульсій.

Висновки

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Удосконалення технології виготовлення валу тихохідного (Ø80 мм; L = 270 мм)» 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.

В кваліфікаційній роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: різець круглий фасонний, пристосування для фрезерування шпонок.

Наведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які впливають на виробничий персонал дільниці, розглянуті норми і правила з техніки безпеки та виробничої санітарії, інструктаж і навчання працівників правилам техніки безпеки і виробничої санітарії на дільниці. Розроблено аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля та розглянуті питання захисту середовища повітряного та водного

					4261.02.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						74
Ізм.	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. 3.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., Пермьков 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.
						75
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		