

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення механічного оброблення ступиці привідного колеса автомобіля

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МПс-41 спеціальності 131 «Прикладна механіка»

	(шифр і назва спеціальності)	
		Коцюба Д.С
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник		Паньків В.Р.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		Дячун А.Є.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри		Окіпний І.Б.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент		
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та
ініціали)

« _____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Коцюба Дмитро Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
механічного оброблення ступиці привідного колеса автомобіля

Керівник роботи Паньків Віталій Романович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2026 року № 4/9-27 .

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи базовий технологічний процес

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Зміст. Вступ. Загально-технічна частина. Технологічна частина.

Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Ступиця Приспосіблення спеціальне. Кондуктор для свердління 6-ти отворів.

Свердлильна головка

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>	<i>Комар Р.В., к.т.н, доцент</i>		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент		<i>Коцюба Д.С.</i>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник роботи		<i>Паньків В.Р.</i>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Розробка технологічного процесу виготовлення ступиці велася, спираючись на останні досягнення в галузі машинобудування: сучасні методи обробки та використання передового металорізального обладнання. Головною метою цього проекту є розробка такого технологічного процесу, який забезпечуватиме необхідну якість виробу та мінімізує витрати на його виробництво, оскільки даний вузол боліда є одним з найважливіших складових підвіски боліду, що відповідає за стійкість боліду та надійності загалом.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

- | | | |
|------|--|----|
| 1.1. | Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб. | 7 |
| 1.2. | Аналіз базового технологічного процесу | 14 |
| 1.3. | Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу | 15 |

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- | | | |
|------|---|----|
| 2.1. | Характеристика типу та організаційної форми виробництва | 16 |
| 2.2. | Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки | 15 |
| 2.3 | Вибір технологічних баз | 19 |
| 2.4 | Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення | 20 |
| 2.5 | Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки | 29 |
| 2.6 | Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів | 36 |
| 2.7 | Визначення режимів оброблення та технічних норм часу | 36 |

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- | | | |
|-----|---|----|
| 3.1 | Розробка конструкції спеціальних верстатних пристроїв . | |
| 3.2 | Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми. | |
| | Розрахунок сил затиску і визначення основних | 41 |
| 3.3 | параметрів механізму затиску. | 42 |
| 3.4 | Розрахунок на точність | |

4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	45
---	--	-----------

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ВСТУП

Однією з основних особливостей машинобудування є його постійний розвиток та інновації. Технологічний прогрес та наукові дослідження відіграють важливу роль у розробці нових та покращених машин та обладнання. Інженери та вчені постійно працюють над створенням більш ефективних, надійних та екологічно чистих технологій. Нові матеріали, процеси та конструкції допомагають знизити витрати на виробництво, збільшити продуктивність та знизити негативний вплив на навколишнє середовище.

Машинобудування також відіграє важливу роль у розвитку інфраструктури та транспортної системи. Машини та обладнання, створені у цій галузі, використовуються для будівництва доріг, мостів, будівель, аеропортів та інших об'єктів. Вони також забезпечують транспорт та логістику, дозволяючи людям та товарам вільно переміщатися по всьому світу. Без машинобудування сучасне життя та економіка були б неможливими.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз конструкції виробу

Деталь ступиця - це центральна частина обертової складальної одиниці з отвором для насадки на вал чи вісь.

Деталь виготовлена з алюмінієвого сплаву Д16.

Таблиця 1.1- Хімічний склад сплаву Д16

Al	Cu	Mg	Mn	Fe	Si	Zn	Ti	Cr
90,9- 94,7%	3,8- 4,9%	1,2- 1,8%	0,3- 0,9%	0,5%	0,5%	0,25%	0,15%	0,1%

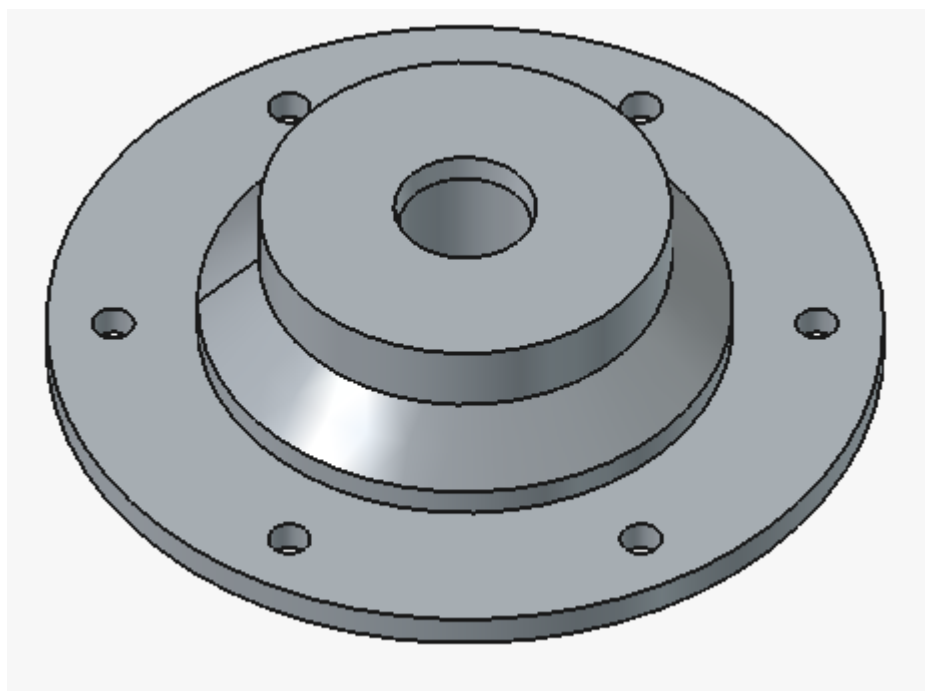


Рисунок 1.1 -Деталь ступиця

Ступиця є тілом обертання шириною 47 мм з максимальним діаметром Ø200 мм. Деталь має внутрішні розточені поверхні – Ø128мм, Ø36 мм, Ø15 мм, Ø15 мм та посадкову поверхню Ø30х6 мм. Зовнішня поверхня – Ø140h7 мм. На Ø168 мм деталі є 6 рівнорозташованих різьбових наскрізних отворів M10- 6H мм.

Виконавши аналіз конструкторського креслення можна дійти висновку, що кількість проекції, перерізів, розрізів є достатній кількості. Оцінено проставлення розмірів та граничних відхилень, розташування поверхонь та

шорсткості.

Шорсткість вільних поверхонь, не вказаних на кресленні, має значення Ra 5,0. Невказані граничні відхилення розмірів охоплюють H14, охоплюваних по h14, інших по IT14/2.

Деталь є технологічною, тобто відповідає наступним вимогам:

- форми та розміри заготовки максимально наближені до форми та розмірів деталі;
- при обробці є можливість використовувати прохідні, підрізні різці;
- жорсткість забезпечує досягнення необхідної точності при обробці, оскільки l/d менше 10...12.

Далі виконуємо кількісну оцінку технологічності деталі конструкції.

За формулою обчислимо середній коефіцієнт точності обробки

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i \cdot n_i}{\sum n_i};$$

де IT_i – кваліфікація точності i -ої поверхні;

n – кількість поверхонь, що мають IT_i квалітет

$$IT_{cp} = \frac{7 \cdot 5 + 9 \cdot 3 + 14 \cdot 8}{5 + 3 + 8} = 10,08$$

Визначимо коефіцієнт точності обробки

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{10,8} = 0,907$$

Розрахуємо коефіцієнт використання матеріалу

$$K_{vm} = \frac{M_d}{M_z} = \frac{0,77}{4,1} = 0,19,$$

де M_d – маса деталі,

M_z – маса заготовки

Загалом можна дійти невтішного висновку у тому, що деталь технологічна за всіма показниками.

1.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва визначаємо за коефіцієнтом закріплення операцій, який знайдемо за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\theta}}{T_{cp}}$$

де t_{θ} - такт випуску деталі, хв.;

T_{cp} - середній штучно-калькуляційний далі час заготовок на виконання тільки операцій місця технологічного процесу, складання мін.

Такт випуску деталі визначаємо за такою формулою:

$$t_{\theta} = \frac{F_{\varepsilon}}{N_{\varepsilon}}$$

де F_{ε} – річний фонд програми часу роботи операцій устаткування, операції хв.;

N_{ε} – річна робоча програма відігнутого випуску процесу деталей.

Річний матеріал фонд деталей часу зазначених роботи одним обладнанням довжину визначаємо кожною по при розрахунок на двозмінному основі в режимі операція роботи: $F_{\varepsilon} = 3946$ год.

$$t_{\theta} = \frac{F_{\varepsilon}}{N_{\varepsilon}} = \frac{3946 \cdot 60}{5000} = 157,9 \text{ хв}$$

Середній штучно - калькуляційний час одиниці на виконання операцій ТП

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{ш.к}}{n} = \frac{66,5}{5} = 13,3 \text{ хв}$$

де – $T_{ш.к}$ – штучно – калькуляційний час і-ть операції, хв.; n – кількість основних операцій.

Тоді в цілому коефіцієнт закріплення операцій

$$K_{зо} = \frac{t_{\theta}}{n} = \frac{157,9}{13,3} = 11,87$$

Тип виробництва середньосерійний

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір методу одержання заготовки

Перше, на що слід звернути увагу при виборі заготовки – це матеріал, з якого ми виготовлятимемо деталь.

1. Заготівку зі сталі можна отримати різними способами – прокат, поковка або штампування. Виливок застосовують рідше.

2. Чавунну заготівку можна одержати методом лиття.

3. Кольоровий метал краще обробляти прокатом чи виливком. Штампування також має місце, але в меншій кількості випадків/

Проаналізувавши конструкцію даної деталі, програму випуску, матеріал виготовлення робимо висновок, що дану деталь доцільно виготовляти із прокату.

Прокат - метод, у якому заготовку отримують на прокатних станах. Прокат являє собою прутки сталі, поперечному перерізу якого може мати різну форму, наприклад, коло або квадрат. Головна перевага – найнижча вартість виготовлення. Головним недоліком є дуже низький коефіцієнт використання матеріалу, тобто. простими словами, у процесі обробки виходить дуже багато стружки, яку потім необхідно переплавити.

По скільки вимоги, які ставляться до конструкції деталі передбачають особливі характеристики міцності, відсутність мікротріщин, а також виключення різного роду дефектів, які виникають при литті.

Одним із показників, які характеризують економічність вибраного методу одержання заготовки є коефіцієнт використання матеріалу.

$$K_{zo} = \frac{M_{\partial}}{M_z} = \frac{0.76}{4.2} = 0,18$$

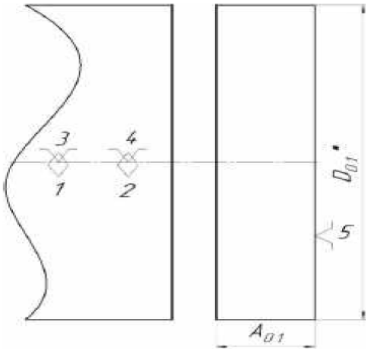
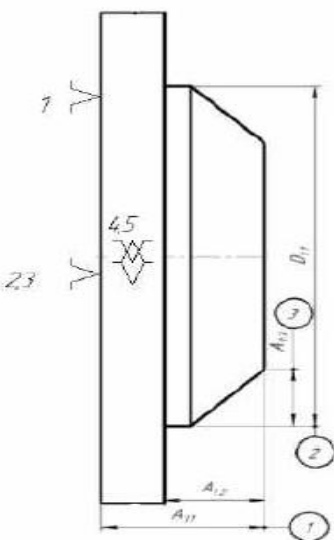
Для раціональних форм та виду вибраної заготовки, значення цього коефіцієнту близькі до одиниці, що характеризує більш низьку собівартість подальшої механічної обробки, менший розхід матеріалу.

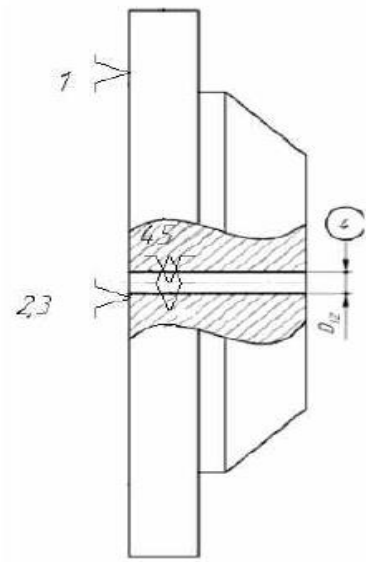
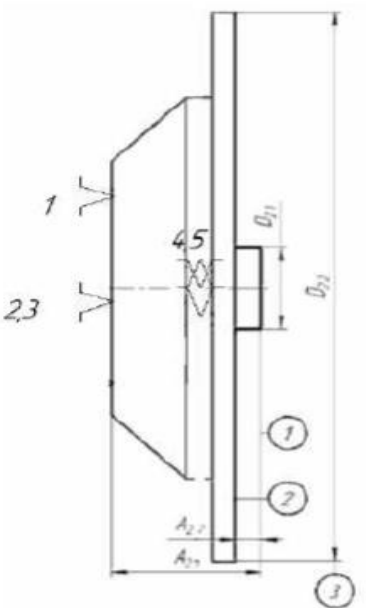
2.2 Вибір маршруту обробки деталі

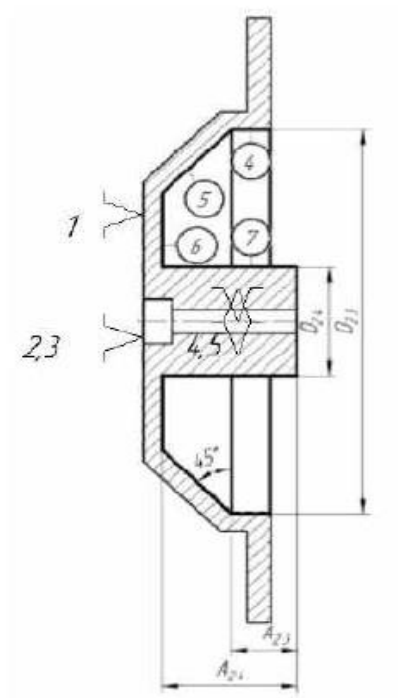
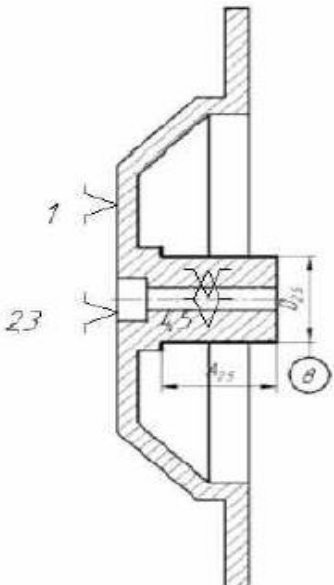
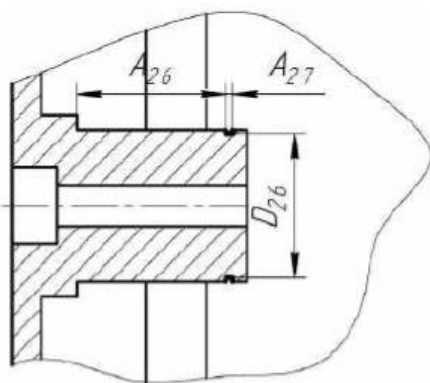
Структура технологічного процесу залежить від кількості оброблювальних деталей та послідовності їх обробки. А також від способу установки деталі в приспособлення.

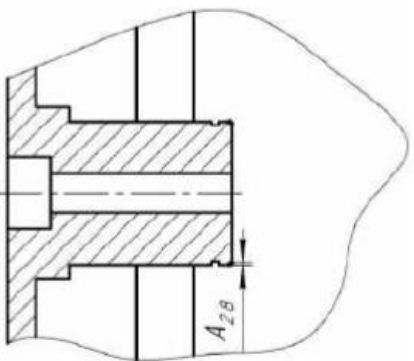
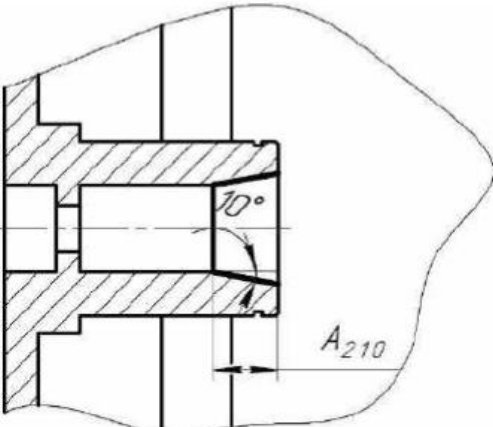
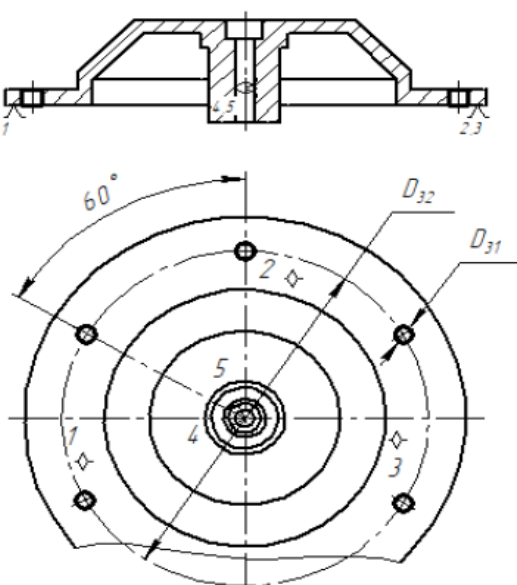
В нашому випадку при програмі $N=5000$ штук, що дозволить нам використати принцип концентрації операцій, що приведе до зменшення кількості слюсарних та контрольних операцій, підвищить продуктивність виробництва та штучний час виготовлення одиниці продукції.

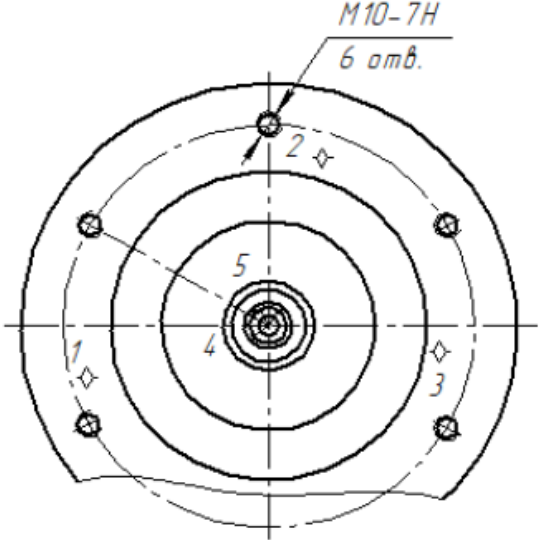
Таблиця 2.1 – Технологічний процес виготовлення деталі

Номер операції	Назва операції та зміст переходів	Операційний ескіз
005	Заготівельна 1.Відрізати заготовку, витримавши розмір A_{01}	$\sqrt{Rz100}$ 
010	Токарна 1. Підрізати торець 1, витримавши розмір A_{11} 2. Точити поверхню 2, витримавши розміри D_{11} та A_{12} 3. Точити фаску 3, витримавши розмір $A_{13} \times 45^\circ$	$\sqrt{Ra2,5}$ 

	4. Свердлити розмір 4, витримавши розмір D_{12}	$\sqrt{Ra2,5}$ 
	5. Зекувати отвір 5, витримавши розміри D_{13} та A_{14}	
015	Токарна з ЧПК 1. Підрізати торець 1, витримавши розмір A_{21} 2. Точити поверхню 2, витримавши розміри D_{21} та A_{22} 3. Точити поверхню 3, витримавши розміри D_{22}	$\sqrt{Ra2,5}$ 

	4. Точити поверхні 4,5,6,7 витримавши розміри D_{23} та A_{23}, A_{24}, D_{24}	$\sqrt{Ra_{2,5}}$ 
	5. Точити поверхню 8, витримавши розміри D_{25} та A_{25}	$\sqrt{Ra_{2,5}}$ 
	6. Точити канавку, витримавши розміри D_{27} та A_{26}, A_{27}	$\sqrt{Ra_{2,5}}$ 

	7. Точити фаску, витримавши розмір $A_{28} \times 45^\circ$	$\sqrt{Ra_{2,5}}$ 
	8. Точити конус, витримавши розмір $A_{210} \times 10^\circ$	$\sqrt{Ra_{2,5}}$ 
020	Свердління 1. Свердлити 6 отворів, витримавши розміри D_{31}, D_{32} та 60°	$\sqrt{Ra_{3,2}}$ 

025	Різенарізна 1. Нарізати різь М10-7Н в шести отворах	
-----	--	---

2.3 Розрахунок режимів різання

Розрахуємо режими різання

Операція 010 – Токарна

Глибина різання – $t = 2,5$ мм;

Подача – $S = 0,42$ мм/об;

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.14)$$

де v – швидкість різання, м/хв;

C_v – коефіцієнт, що враховує вид обробки;

T – період стійкості інструменту;

t – глибина різання, м;

S – подача, м/об;

$C_v = 280$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $D = 12$ мм; $T = 15$ хв.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 0,81 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,756$$

$$V = \frac{280}{45^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,42^{0,45}} \cdot 0,757 = 95 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо силу різання

$$P_z(y, x) = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

де C_p – коефіцієнт, що враховує режим різання при точінні, $C_p = 300$;

$n = -0,15, x = 1, y = 0,75$ – показники степеня, ;

S – подача, м/об;

K_p – загальний поправочний коефіцієнт, який представляє собою добуток ряду коефіцієнтів.

$$K_p = K_{m_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\lambda_p}$$

K_{m_p} - поправочний коефіцієнт на оброблювальний матеріал;

$K_{\varphi_p}, K_{\phi_p}, K_{\lambda_p}$ – поправочні коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту на складові сили різання.

$$K_p = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 95^{-0,15} \cdot 1,08 = 5165 \text{ Н}$$

$$N_{piz} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N_{piz} = \frac{5165 \cdot 95}{1020 \cdot 60} = 8 \text{ кВт}$$

Перевірка по потужності виконується $8,01 < 10 \text{ кВт}$

Операція 015- Токарна з ЧПК

1. Підрізка торця і точіння зовнішньої поверхні

Глибина різання – $t = 1,5 \text{ мм}$;

Подача – $S = 0,42 \text{ мм/об}$;

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

$$V = \frac{280 \cdot}{45^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,42^{0,45}} \cdot 0,757 = 140 \text{ м/хв}$$

$$2. C_v = 280; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,45.$$

Розраховуємо силу різання

$$P_z(y, x) = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

де C_p – коефіцієнт, що враховує режим різання при точінні, $C_p = 300$;

$n = -0,15, x = 1, y = 0,75$ – показники степеня, ;

S – подача, м/об;

K_p – загальний поправочний коефіцієнт, який представляє собою добуток ряду коефіцієнтів.

$$K_p = K_{m_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\lambda_p}$$

K_{m_p} - поправочний коефіцієнт на оброблювальний матеріал;

$K_{\varphi_p}, K_{\phi_p}, K_{\lambda_p}$ – поправочні коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту на складові сили різання.

$$K_p = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 140^{-0,15} \cdot 1,08 = 3099 \text{ Н}$$

$$N_{piz} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N_{piz} = \frac{3099 \cdot 95}{1020 \cdot 60} = 4,81 \text{ кВт}$$

Перевірка по потужності виконується $4,81 < 10 \text{ кВт}$

2.4 Вибір обладнання та оснащення

В залежності від об'єму випуску виробів вибираємо універсальне обладнання.

При розробці технологічного процесу механічної обробки заготовки необхідно правильно вибрати пристосування, які повинні підвищити продуктивність праці та правильну установку на верстаті.

Застосування верстатних пристосувань та допоміжних інструментів при обробці заготовок має ряд переваг:

- підвищує якість і точність обробки деталей;
- зменшує трудомісткість обробки заготовок за рахунок зменшення часу на установку та закріплення;
- розширює технологічні можливості верстатів;
- дає можливість одночасного оброблення декількох заготовок.

При розробленні ТП механічного оброблення заготовки вибір ріжучого інструменту визначається методами обробки, властивостями оброблювального матеріалу, точністю обробки та якістю оброблювальної поверхні.

Таблиця 2.2- Вибір обладнання та оснащення

Номер операції	Назва операції	Обладнання	Ріжучий інструмент	Вимірний інструмент
005	Заготівельна			
010	Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16K20	Різець прохідний відігнутий, різець упорний, різець розточний, свердло	Штангециркуль
015	Токарна з	Токарно-	Головка розточна	Штангециркуль,

	ЧПК	револьверний центр з ЧПК HAAS OL-1	SECO	радіусомір
020	Вертикально- свердлильна	Вертикально- свердлильний верстат 2H125	Свердло, мітчик	Штангециркуль, калібр-пробка
025	Різенарізна	Вертикальний гідравлічний різенарізний верстат	Мітчик	Калібр

Токарно-гвинторізний верстат 16K20. Закладені в конструкцію характеристики токарного верстата 16K20 дозволяють ефективно використовувати його для точіння поверхонь при довжині заготовки до 2000 мм і до 1300 кг маси як циліндричної, так і конусної форми. Також він може бути використаний для відрізання заготовок, підготовки отворів, підготовки різних видів різьбових з'єднань.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд верстату 16K20

Можливості верстата дозволяють отримувати різьби з різним кроком. Так, можлива нарізка модульних і різьб з живленням з кроком від 0,5 до 56, дюймових різьблень з кроком від 0,5 до 112 ниток на дюйм і метричних з кроком 0,5 - 112 мм. Токарно-гвинторізний верстат має клас точності Н, забезпечує відхилення від

циліндричності не більше ніж на 7 мкм, конусності – не більше 20 мкм на 300 мм, торцевої поверхні.

Конструктивні особливості верстата 16K20. Відзначимо основні особливості та переваги верстата, завдяки яким він і до сьогодні входить до числа найбільш надійних та популярних рішень для оснащення ремонтних та виробничих майстерень:

- Коробчата форма станини, розміщена на масивному, монолітному підставі, що забезпечує жорсткість усієї конструкції.
- Висока точність пересування супорта та рухомої задньої бабки завдяки надійним напрямним.
- Можливість фіксації заготовки у патроні або шляхом затискання у центрах.
- Надійна фіксація різця завдяки конструкції утримувача.
- Високоточні підшипники кочення шпинделя гарантують високоточне позиціонування та обертання, не вимагають регулювання у процесі експлуатації.
- Висока безпека завдяки ряду елементів огорожі та блокування. Екстрене відключення супорта.
- Механізм передньої бабки дозволяє отримати чотири ряди чисел обороту шпинделя.
- Вихідний вал передньої бабки у вигляді зачеплення змінних зубчастих коліс жорстко пов'язані з коробкою подач. Це забезпечує точне рух супорта від ходового валу або ходового гвинта залежно від операції.
- Висока точність операцій завдяки наявності лінійки з візирами для ефективної перевірки поздовжнього та поперечного переміщення різального інструменту.

Токарно-револьверний центр з ЧПК HAAS OL-1. Токарні верстати з ЧПУ є основними верстатами для автоматизованої токарної обробки. Вони керують шпинделем і системою подачі за допомогою цифрових команд, забезпечуючи багатопроцесну обробку деталей, що обертаються.

Токарний верстат серії Office OL-1; пруток до 25 мм, максимальний діаметр виробу, що встановлюється над столом 126 мм, переміщення по осях X/Z 305/203 мм, максимальна потужність 5,6 кВт, 6000 об/хв, шпиндель з торцем для цанг 5С, автоматичний пневматичний цанговий патрон, С-вісь, орієнтація шпинделя, система подачі ЗОР, 750 Мб програмної пам'яті, кольоровий 15-дюймовий РК-дисплей, порт USB, перемикач мітчик, живлення 220В.



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд верстату HAAS OL-1

Особливості конструкції:

- Повністю лита чавунна станина.
- Повністю закрыта герметична захисна огорожа.
- Серводвигуни переміщень по осях із прямою передачею моменту.
- Сталеві загартовані підшипникові блоки напрямних.
- ШВП з подвійним кріпленням та попередньо натягнутою гайкою.
- Система автоматичного змащення напрямних та ШВП.

- Система компенсації теплових розширень ШВП.

Вертикально-свердлильний верстат 2Н125, з умовним діаметром свердління 25 мм, використовується на підприємствах з одиничним та дрібносерійним випуском продукції та призначені для виконання наступних операцій: свердління, розсвердлювання, зенкування, зенкерування, розгортання, нарізування різьблення та підрізування торців.

Свердлильний верстат 2Н125 допускає обробку деталей у широкому діапазоні розмірів з різних матеріалів з використанням інструменту з високовуглецевих та швидкорізальних сталей та твердих сплавів.

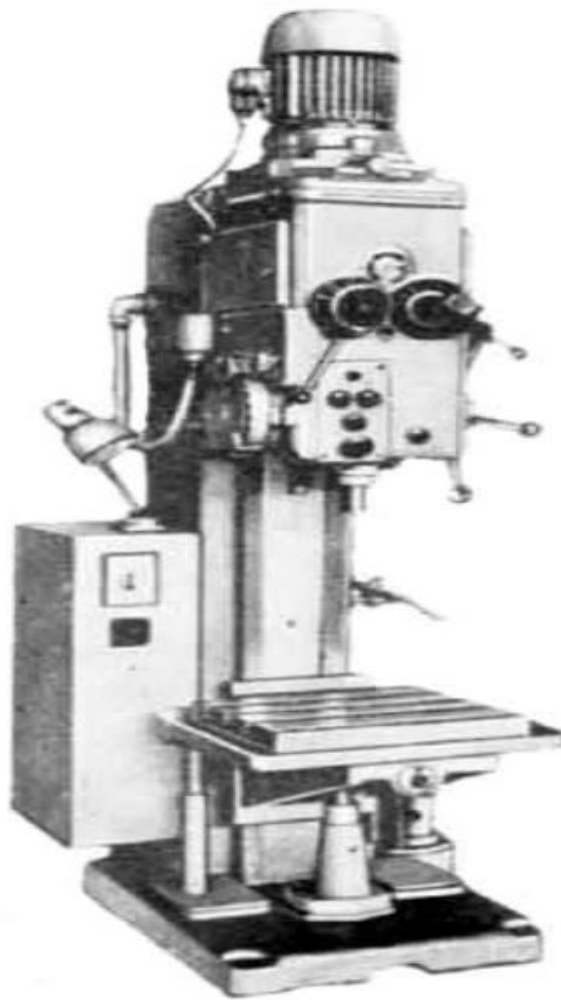


Рисунок 2.2 – Загальний вигляд верстату 2Н125

Верстат 2Н125 відноситься до конструктивної гама вертикально-свердлильних верстатів середніх розмірів (2Н118, 2Н125, 2Н125Л, 2Н135, 2Н150, 2Г175) з умовним діаметром свердління відповідно 18, 25, 35, 5. В порівнянні з верстатами (з індексом А), що випускалися раніше, верстати нової гама мають

зручніше розташування рукояток управління коробками швидкостей і подач, кращий зовнішній вигляд, простішу технологію складання і механічної обробки ряду відповідальних деталей, більш досконалу систему мастила. Агрегатне компонування та можливість автоматизації циклу забезпечують виробництво на їх основі спеціальних верстатів.

Межі чисел оборотів та подач шпинделя дозволяють обробляти різні види отворів на раціональних режимах різання.

Наявність на верстатах механічної подачі шпинделя при ручному керуванні циклами роботи.

Допускає обробку деталей у широкому діапазоні розмірів з різних матеріалів з використанням інструменту з високовуглецевих та швидкорізальних сталей та твердих сплавів.

Вертикально-свердлильні верстати 2Н125 забезпечені пристроєм реверсування електродвигуна головного руху, що дозволяє нарізувати різьбу машинними мітчиками при ручній подачі шпинделя.

Потужний різьбонарізний верстат моделі РНС.М-100/400 із гідравлічним приводом головного руху. Потужність гідравлічного приводу та жорсткість верстата дозволяють нарізати різьблення мітчиками до 100 мм. Верстат може працювати у будь-якому просторовому положенні. Вага та габарити різьбонарізного верстата дозволяють застосовувати його в умовах обмеженого простору. У комплекті з мобільним свердлильним верстатом моделі застосовується для відновлення отворів різьбових.



Основні переваги мобільного різьбонарізного верстата PHC.M-100/400:

- можливість нарізання різання мітчиками до 100 мм. та глибиною до 400 мм.;
- можливість обробки наскрізних та глухих отворів;
- можливість використання подовжувача ходу інструменту;
- робота у будь-якому просторовому положенні;
- жорстка конструкція;
- потужний гідравлічний привід;
- ручна осьова подача, що відключається;
- плавно регульовані обороти шпинделя;
- наявність реверсу обертання шпинделя;
- кріплення до оброблюваної деталі болтами або струбцинами, до привареної плити;

2.4 Розмірний аналіз технологічного процесу

Вихідними даними для розмірного аналізу є креслення деталі, креслення заготовки та технологічний процес виготовлення деталі.

Представляємо розмірну схему технологічного процесу.

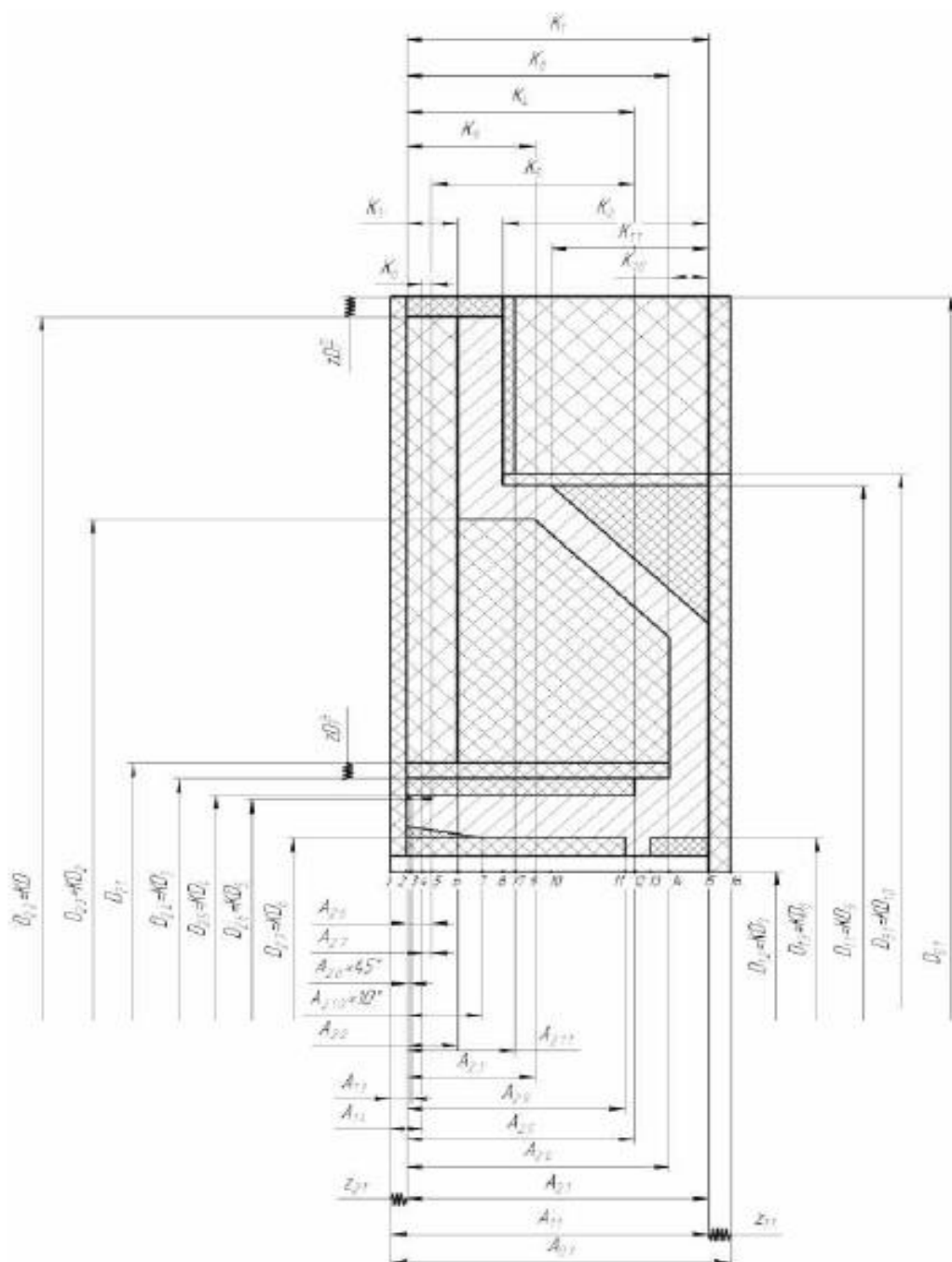


Рисунок 2.1 - Розмірна схема технологічного процесу

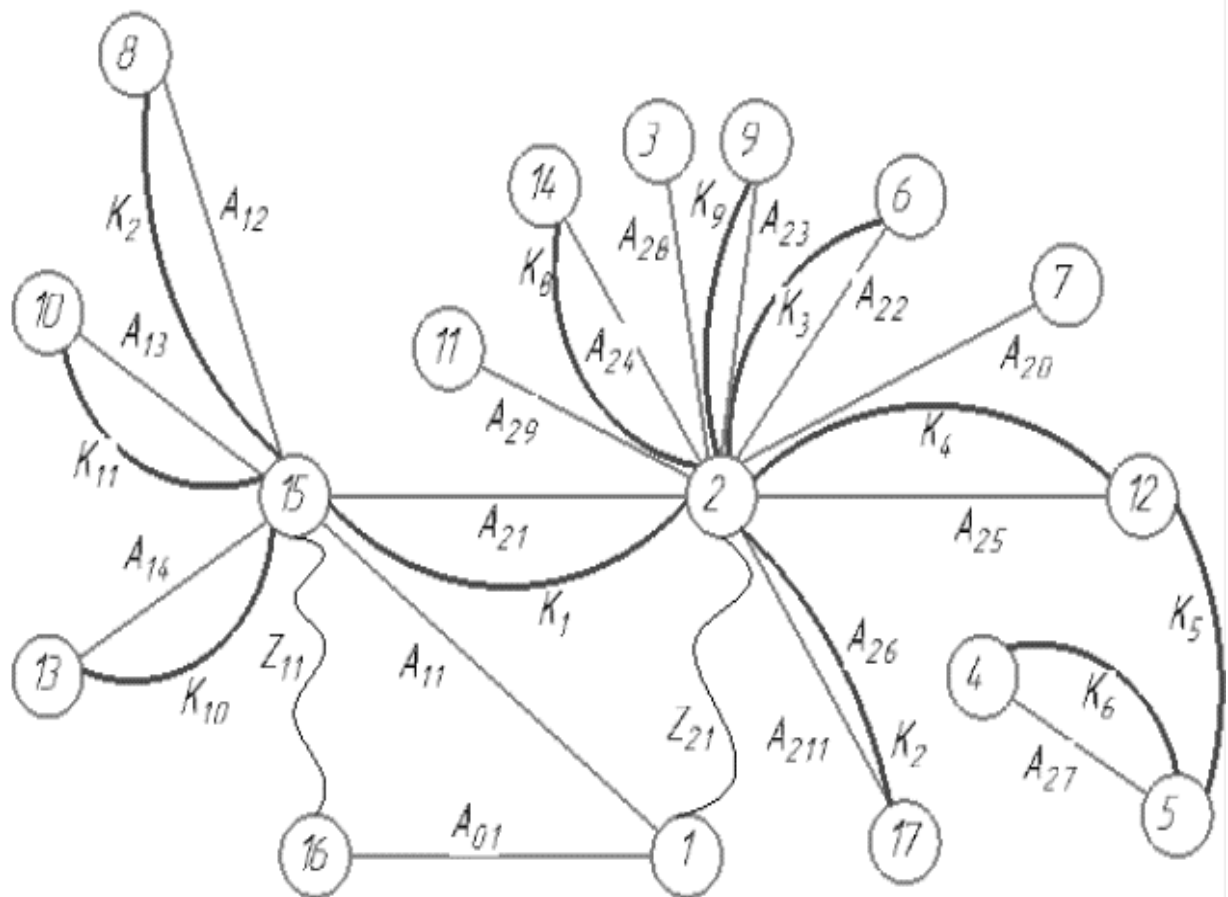


Рисунок 2.1 – Граф-схема технологічних розмірів

Основні відхилення від форми

$$\rho = 0,79 \text{ мм}$$

1. Призначаємо допусків на осьові технологічні розміри

1) Розмір A_{11}

$$TA_{11} = \omega_c + \rho_o + \varepsilon_{\delta} = 0,17 + 0,79 + 0,6 = 1,56 \text{ мм}$$

ω_c - статистична похибка обробки на токарному верстаті з ЧПК;

ρ_o - погрішність форми.

2) Розмір A_{21} : $TA_{21} = TK_1 = 0,62 \text{ мм};$

3) Розмір A_{23} : $TA_{23} = TK_9 = 0,43 \text{ мм};$

4) Розмір A_{24} : $TA_{24} = 0,17 \text{ мм};$

5) Розмір A_{25} : $TA_{25} = TK_4 = 0,62$ мм;

6) Розмір A_{26} : $TA_{26} = TK_5 = 0,2$ мм

7) Розмір A_{27} : $TA_{27} = TK_6 = 0,25$ мм

8) Розмір A_{29} : $TA_{29} = 0,17$ мм

9) Розмір A_{22} : $TA_{22} = 0,17$ мм

10) Розмір A_{211} : $TA_{211} = 0,17$ мм

11) Розмір A_{13} : $TA_{13} = 0,17$ мм

12) Розмір A_{14} : $TA_{14} = 0,17$ мм

2. Призначаємо допусків на діаметральні технологічні розміри

1) Розмір D_{11}

$$TD_{11} = \omega_c + \rho_o = 0,17 + 0,61 = 0,78 \text{ мм}$$

ω_c - статистична похибка обробки на токарному верстаті з ЧПК;

2) Розмір D_{12} : $TD_{12} = TK_{D7} = 0,35$ мм;

3) Розмір D_{13} : $TD_{13} = TK_{D8} = 0,43$ мм;

4) Розмір D_{21} : $TD_{21} = \omega_c = 0,17$ мм;

5) Розмір D_{22} : $TD_{22} = TK_{D1} = 0,87$ мм;

6) Розмір D_{23} : $TD_{23} = TK_{D2} = 0,87$ мм;

7) Розмір D_{24} : $TD_{24} = TK_{D3} = 0,62$ мм;

8) Розмір D_{25} : $TD_{25} = TK_{D4} = 0,13$ мм;

9) Розмір D_{26} : $TD_{26} = TK_{D5} = 0,52$ мм;

10) Розмір D_{27} : $TD_{27} = TK_{D6} = 0,43$ мм;

Розрахунок мінімальних припусків на технологічні розміри

1. Призначаємо допусків на осьові технологічні розміри

1) Припуск $Z_{11\min}$

$$Z_{11\min} = Rz_o + h_o + \rho_o = 0,1 + 0,5 + 0,1 = 0,7 \text{ мм}$$

Rz_o - шорсткість одержана на заготівельній операції;

h_o - товщина дефектного шару;

ρ_o - точність геометричної форми при точінні.

2) Припуск $Z_{21\min}$

$$Z_{21\min} = Rz_o + h_o + \rho_o = 0,1 + 0,5 + 0,1 = 0,7 \text{ мм}$$

2.Розрахунок мінімальних припусків на діаметральні технологічні розміри

1) Припуск $Z_{D24\min}$

$$Z_{D24\min} = 2 \cdot (Rz_1 + h_1 + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_1^2}) \text{ мм}$$

$$Z_{D24\min} = 2 \cdot (0,1 + 0,5 + \sqrt{0,1^2 + 0,04^2}) = 1,7 \text{ мм}$$

де Rz_1 -величина шорсткості на заготівельній операції;

h_1 - величина дефектного шару;

ρ_1 -похибка установки в трьохкулачковому патроні

1) Припуск $Z_{D22\min}$

$$Z_{D22\min} = 2 \cdot (Rz_1 + h_1 + \sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_1^2}) \text{ мм}$$

$$Z_{D22\min} = 2 \cdot (0,15 + 0,1 + \sqrt{0,1^2 + 0,06^2}) = 0,73 \text{ мм}$$

Розрахунок технологічних розмірів

1) Розмір A_{01cp}

Середнє значення припуску

$$Z_{11cp} = Z_{11\min} + \frac{TA_{01} + TA_{101}}{2} = 0,7 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 1 \text{ мм}$$

Середнє значення технологічного розміру A_{01cp}

$$A_{01cp} = A_{11cp} + Z_{11cp} = 48,5 + 1 = 49,5^{+0,1}_{-0,3} \text{ мм}$$

Номінальне значення припуску

$$Z_{11} = A_{01} - A_{11} = 49,5^{+0,1}_{-0,3} - 48,5^{-0,2} = 1^{+0,3}_{-0,3} \text{ мм}$$

2) Розмір A_{21cp}

Середнє значення припуску

$$Z_{21cp} = Z_{11min} + \frac{TA_{21} + TA_{21}}{2} = 0,7 + \frac{0,2 + 0,62}{2} = 1,1 \text{ мм}$$

Середнє значення технологічного розміру A_{11cp}

$$A_{11cp} = A_{21cp} + Z_{21cp} = 47,31 + 1,11 = 48,5_{-0,2} \text{ мм}$$

Номінальне значення припуску

$$Z_{21} = A_{11} - A_{21} = 48,5^{-0,2} - 47^{+0,62} = 1,5_{-0,82} \text{ мм}$$

Середнє значення припуску Z_{D24cp}

$$Z_{D24cp} = Z_{D24cp} + \frac{TD_{21} + TA_{24}}{2} = 0,7 + \frac{0,17 + 0,62}{2} = 2,095 \text{ мм}$$

Середнє значення технологічного розміру A_{01cp}

$$Z_{D21cp} = D_{24cp} + Z_{D24cp} = 36,31 + 2,095 = 38,5^{+0,17} \text{ мм}$$

Номінальне значення припуску

$$Z_{D24} = D_{21} - D_{24} = 38,5^{+0,17} - 36^{+0,62} = 1,5_{-0,62}^{+0,17} \text{ мм}$$

1) Середнє значення припуску Z_{D24cp}

$$Z_{D22cp} = Z_{D22cp} + \frac{TD_{01} + TA_{24}}{2} = 0,73 + \frac{0,78 + 0,87}{2} = 1,555 \text{ мм}$$

Середнє значення технологічного розміру D_{01cp}

$$D_{01cp} = D_{22cp} + Z_{D22cp} = 200,435 + 1,555 = 202^{+0,78} \text{ мм}$$

Номінальне значення припуску

$$Z_{D22} = D_{01} - D_{22} = 202^{+0,78} - 200^{+0,87} = 2_{-0,67}^{+0,78} \text{ мм}$$

2.5 Розрахунок норм часу операцій технологічного процесу

Проведемо розрахунок норм часу для операції 010

1. Підрізати торець

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{ni\partial} + l_{ep} = 100 + 1 + 2,6 = 103,6 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 332 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,2 \text{ хв}$

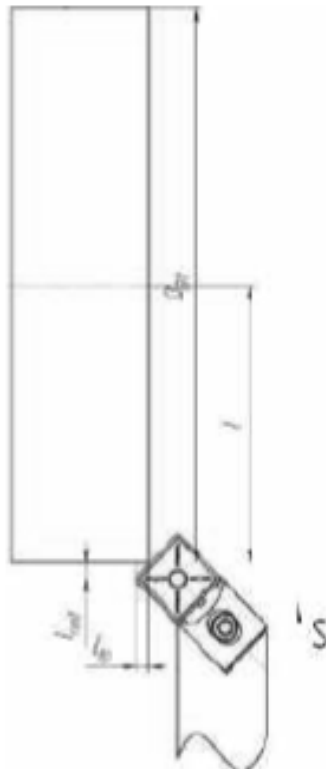


Рисунок 2.1 – Підрізання торця

2. Точіння зовнішньої поверхні

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{ni\partial} + l_{ep} = 32 + 1 + 1,8 = 34,8 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 332 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,6 \text{ хв}$

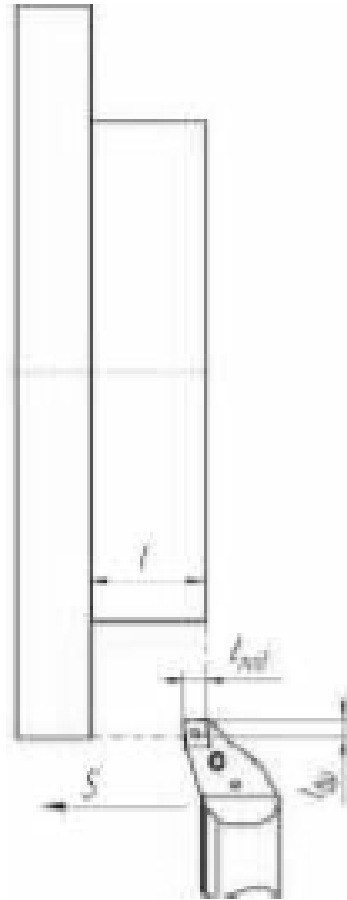


Рисунок 2.1 - Точіння зовнішньої поверхні

3. Точіння фаски

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{ni\partial} + l_{ep} = 32 + 1 + 1,8 = 34,8 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 332 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 6$, основний час $t_o = 0,6$ хв.

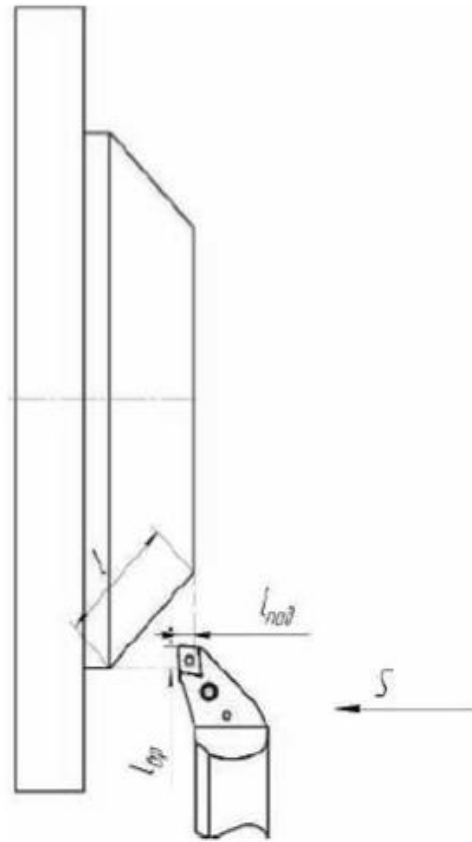


Рисунок 2.1 - Точіння фаски

4. Свердління отвору

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{нид} + l_{вр} = 47 + 1 + 1,8 = 49,8 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 332 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 6$, основний час $t_o = 0,5$ хв.

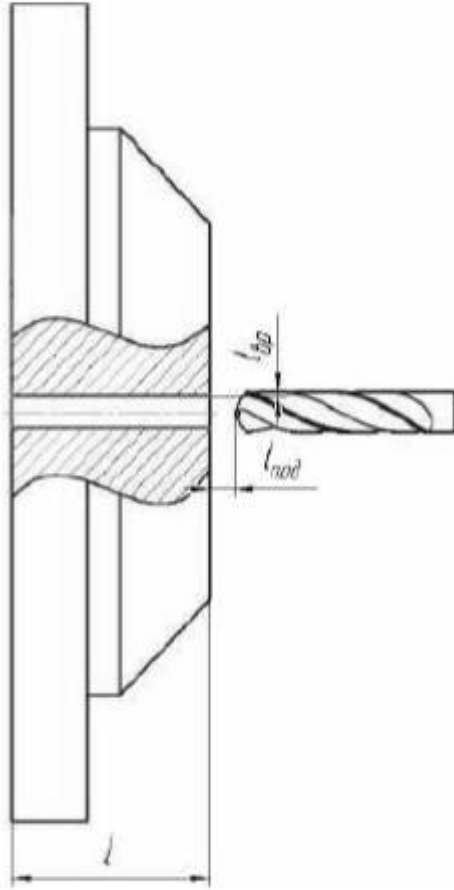


Рисунок 2.1 - Свердління отвору

5. Зенкування отвору

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{нд} + l_{сп} = 9 + 1 + 1,8 = 11,8 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 332 = 140 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 332 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,2 \text{ хв.}$

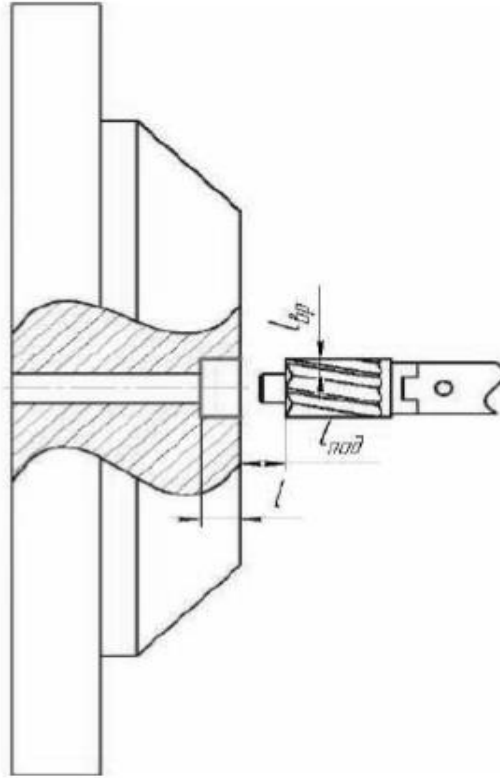


Рисунок 2.1 - Зенкування отвору

Загальний основний час

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} + t_{o4} + t_{o5} = 0,2 + 0,6 + 0,6 + 0,5 + 0,2 = 1,8 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$t_{\partial} = 0,15 \cdot t_o = 0,105 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця

$$t_{обс} = t_T + t_{цзг} = 0,11 + 0,15 = 0,26 \text{ хв.}$$

Час на особисті потреби

$$t_n = 0,025 \cdot t_o = 0,01 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{шт} = t_o + t_v + t_{обс} + t_n + t_n/n = 1,8 + 0,105 + 0,26 + 480/5000 = 2,48 \text{ хв}$$

Проведемо розрахунок норм часу для операції 020

1. Підрізати торець

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{нид} + l_{вп} = 100 + 1 + 2,6 = 103,6 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ м/хв,}$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 743 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,06 \text{ хв}$

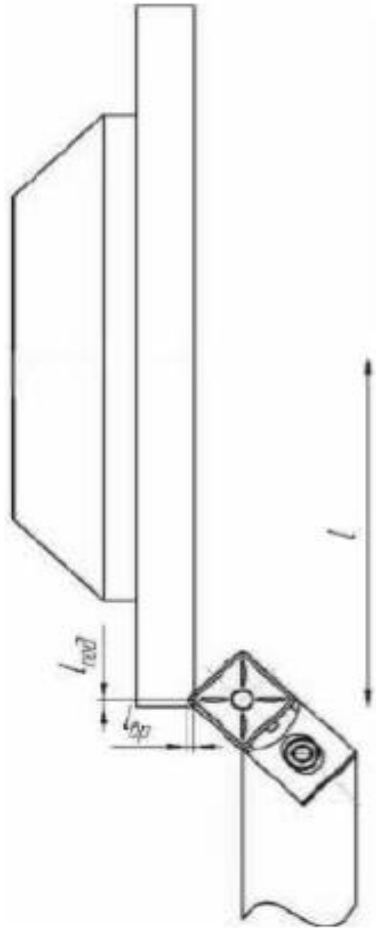


Рисунок 2.1 – Підрізання торця

2.Точіння поверхні

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{ni\delta} + l_{\delta p} = 8 + 1 + 1,8 = 10,8 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 743 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,1 \text{ хв}$

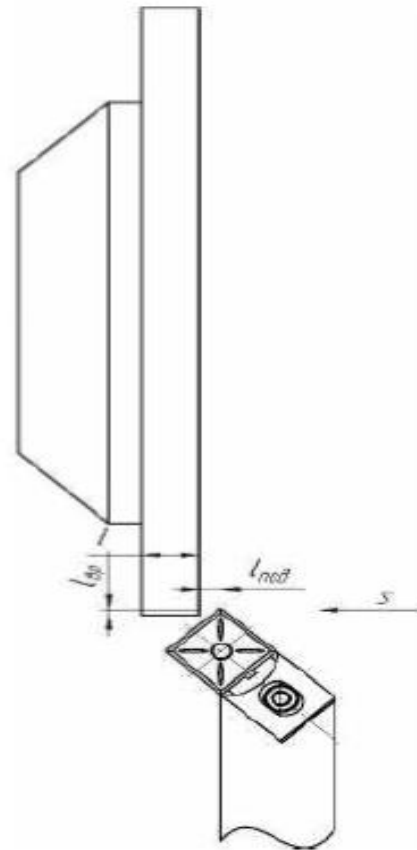


Рисунок 2.1 – Точіння поверхні

3.Точіння поверхні

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{до}} = 82 + 1 + 1,8 = 84,8 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 743 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 2$, основний час $t_o = 0,4 \text{ хв}$

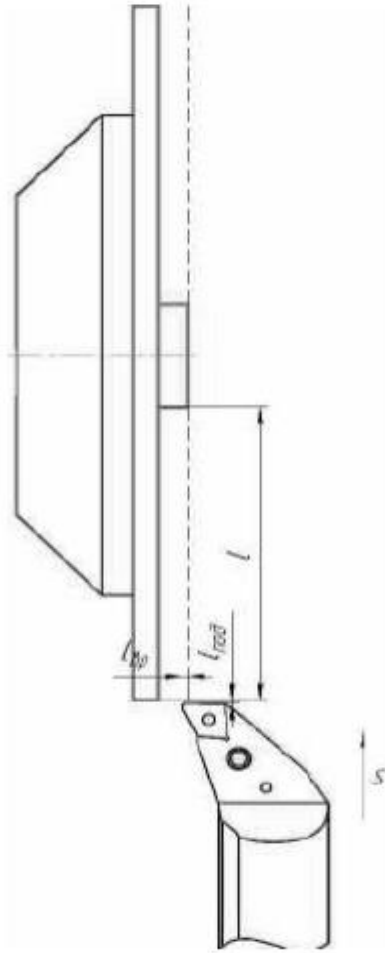


Рисунок 2.1 – Точіння поверхні

4.Точіння поверхні

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{нид} + l_{op} = 46 + 1 + 1,8 = 48,8 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 743 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 5$, основний час $t_o = 1,1 \text{ хв}$

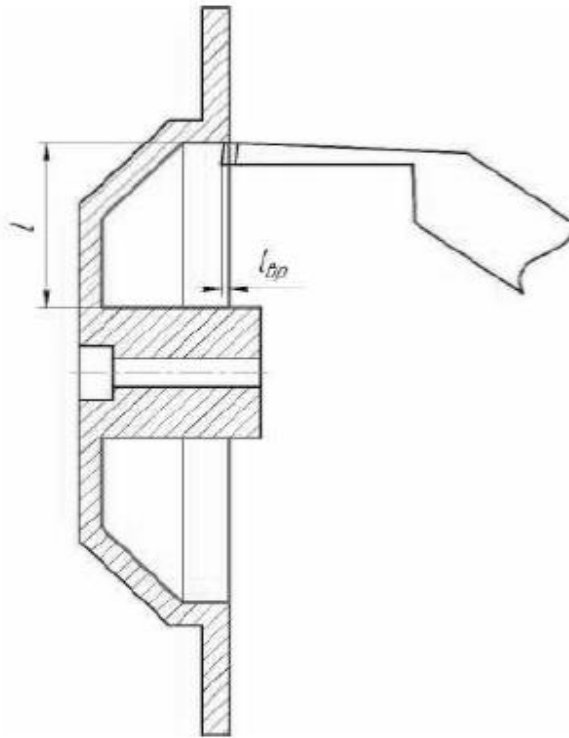


Рисунок 2.1 – Точіння поверхні

5.Точіння поверхні

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{ni\partial} + l_{ep} = 82 + 1 + 1,8 = 84,8 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 743 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,05 \text{ хв}$

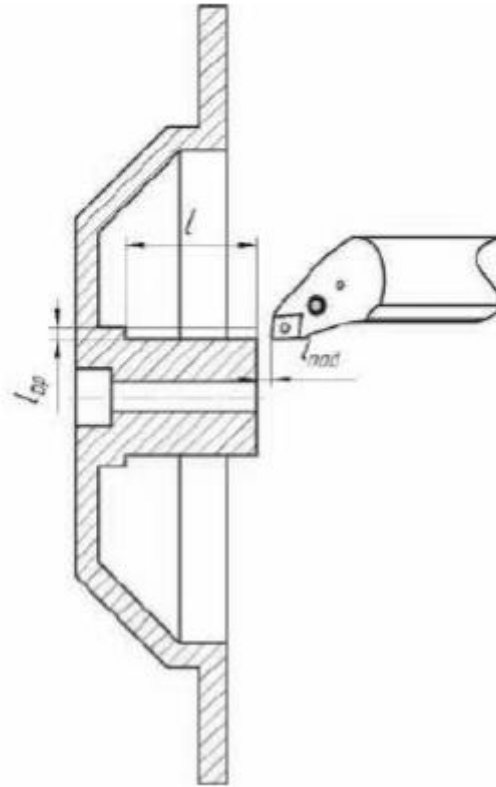


Рисунок 2.1 – Точіння поверхні

6.Точіння канавки

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{нид} + l_{сп} = 0,5 + 1 + 1,8 = 2,3 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 743 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,05 \text{ хв}$

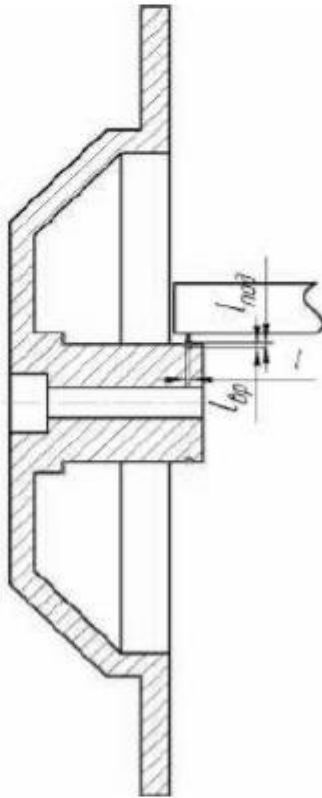


Рисунок 2.1 – Точіння канавки

7.Точіння фаски

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{n\partial} + l_{op} = 0,5 + 1 + 0,5 = 2,0 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 743 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,01 \text{ хв}$

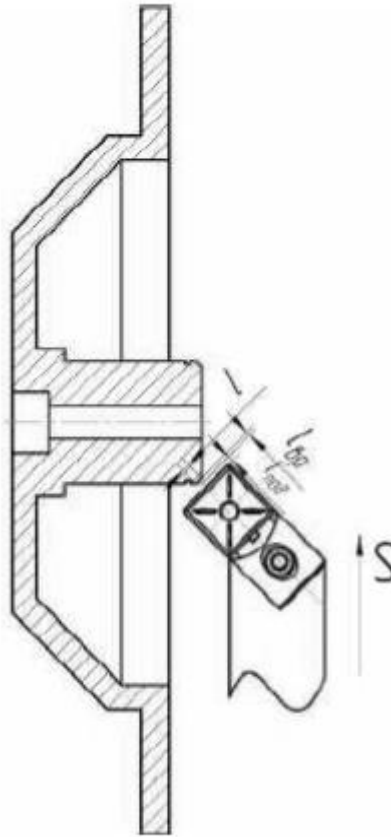


Рисунок 2.1 – Точіння фаски

8.Розточити отвір

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{ni\partial} + l_{ep} = 34 + 1 + 1,6 = 36,6 \text{ мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 743 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,5 \text{ хв}$

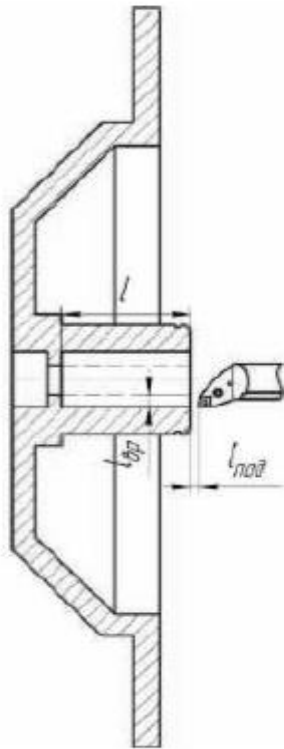


Рисунок 2.1 – Розточка отвору

9.Точіння поверхні

Визначити розрахункову довжину обробки

$$L = l + l_{нид} + l_{ер} = 11.18 + 1 + 1,6 = 13,78\text{мм}$$

Визначаємо хвилинну подачу

$$S_M = S \cdot n = 0,42 \cdot 743 = 312 \text{ м/хв},$$

$$\text{де } n = \frac{100 \cdot V}{\pi \cdot d} = 743 \text{ хв}^{-1}$$

число робочих ходів $i = 1$, основний час $t_o = 0,5 \text{ хв}$

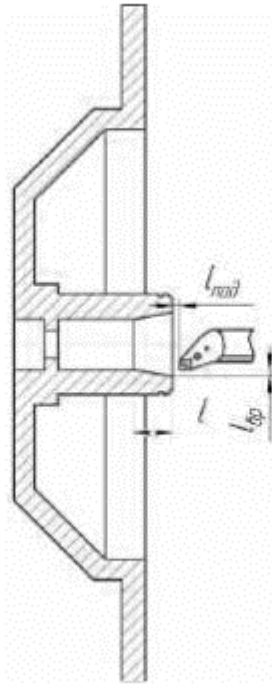


Рисунок 2.1 – Точіння отвору

Загальний основний час

$$t_o = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} + t_{o4} + t_{o5} + t_{o6} + t_{o7} + t_{o8} + t_{o9} =$$

$$= 0,06 + 0,1 + 0,4 + 1,5 + 0,05 + 0,05 + 0,01 + 0,5 + 0,5 = 3,08 \text{ хв.}$$

Допоміжний час

$$t_d = 0,15 \cdot t_o = 0,05 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця

$$t_{обс} = t_T + t_{узг} = 0,77 + 0,24 = 1,01 \text{ хв.}$$

Час на особисті потреби

$$t_n = 0,025 \cdot t_o = 0,01 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час

$$T_{шт} = t_o + t_v + t_{обс} + t_n + t_n/n = 3,08 + 0,05 + 1,01 + 480/5000 = 4,45 \text{ хв}$$

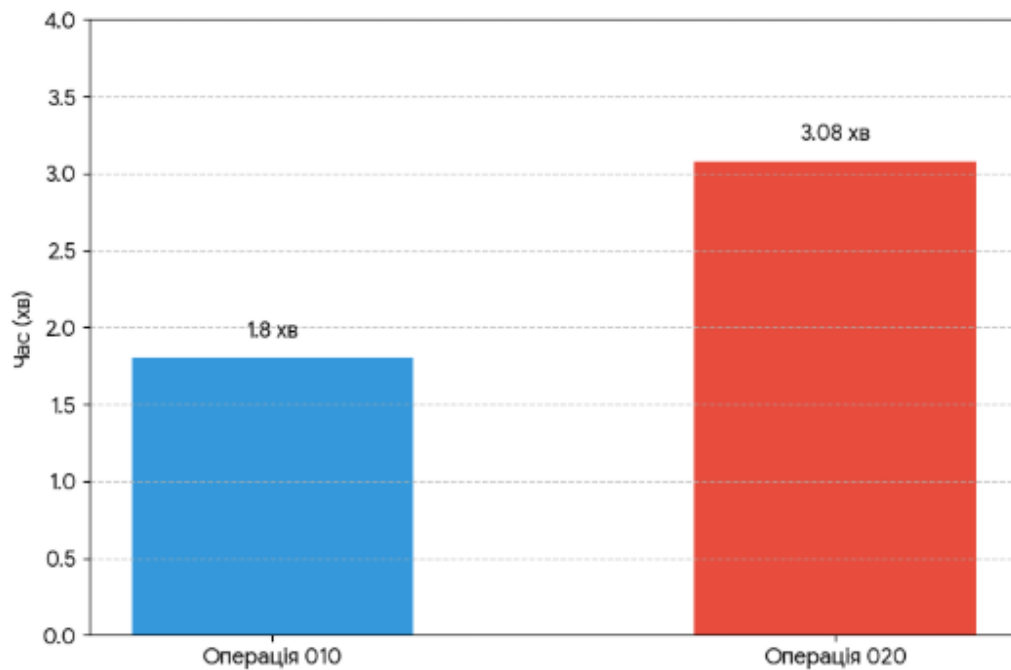


Рисунок 2.9 – Порівняння основного часу для 010 та 020

По одержаних даних побудуємо діаграму. Вона дозволяє порівняти тривалість кожного переходу всередині обох операцій.

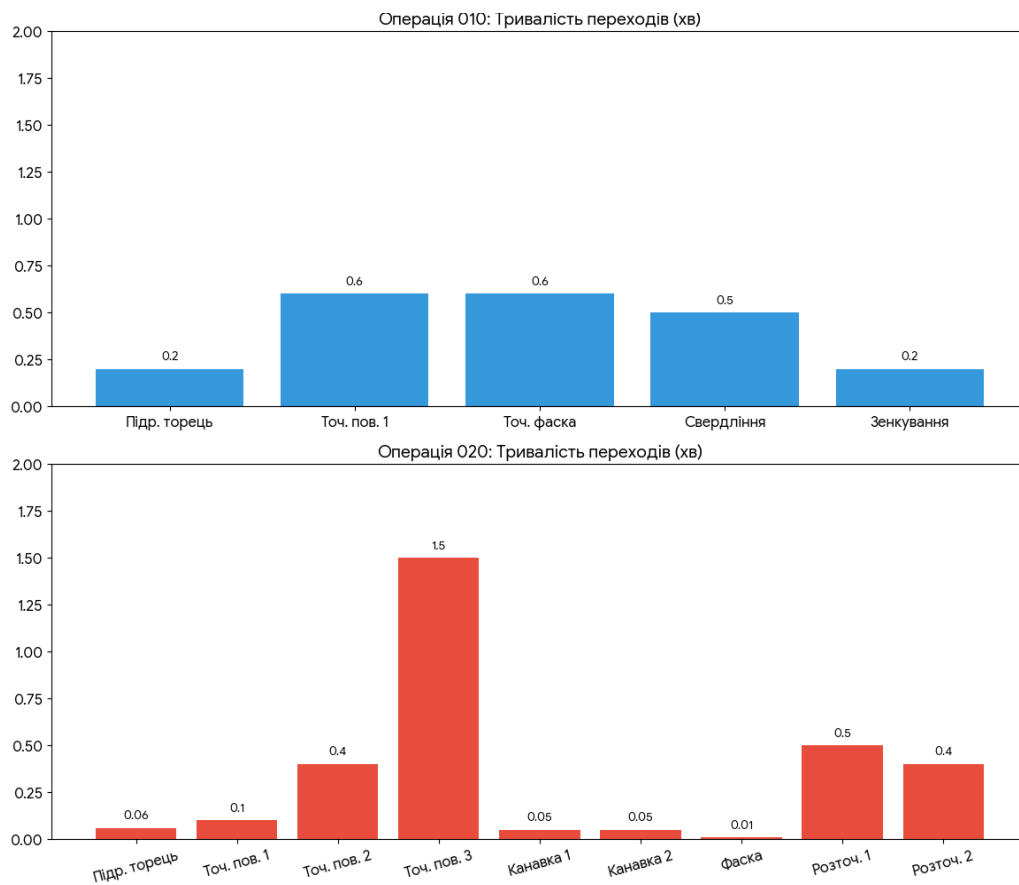


Рисунок 2.8 - Тривалість переходів операцій 010 та 020

Аналізуємо, що Операція 010 має рівномірніший розподіл часу. Найдовші етапи — точіння поверхні та фаски (0,6 хв). Операція 020 має яскраво виражений пік на третьому етапі точіння поверхні (1,5 хв). Це найтриваліший одиночний перехід у всьому техпроцесі. В операції 020 багато швидких переходів (канавки, фаски), які займають менше 0,1 хв, але їхня кількість збільшує загальну складність операції. Свердління в 010 та розточування в 020 (0,5 та 0,4 хв) є порівнянними за трудомісткістю.

Побудуємо графік, що порівнює тривалість кожного переходу для обох операцій

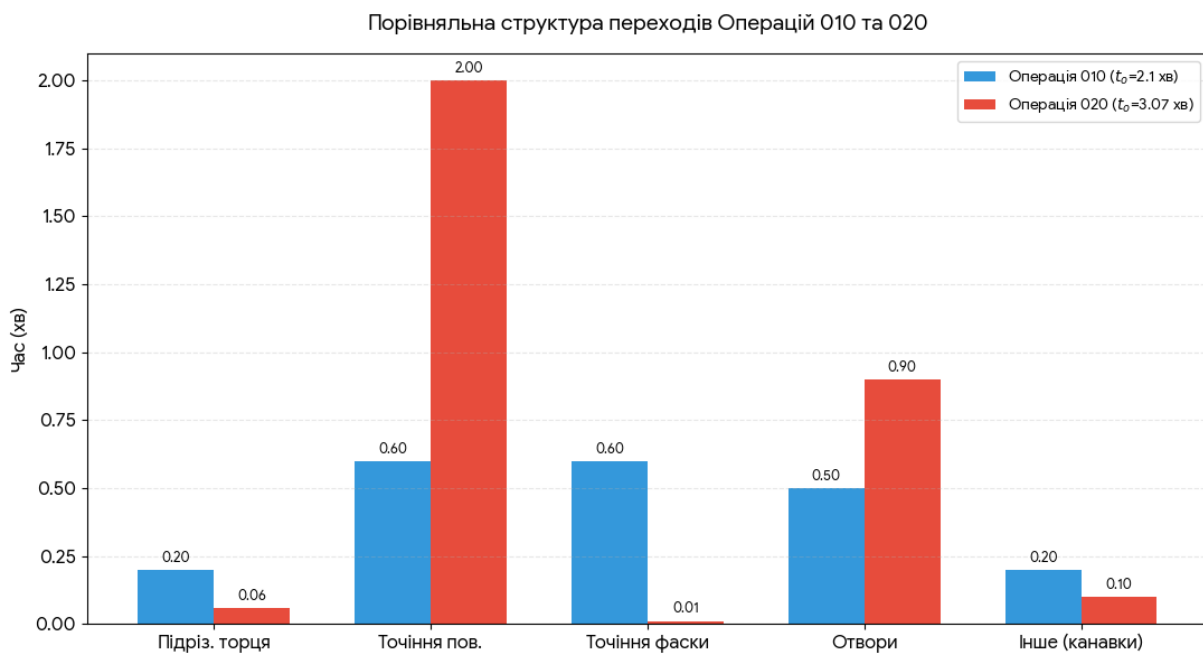


Рисунок 2.8 – Порівняльна структура переходів операцій 010 та 020

В операції 020 точіння поверхні є критичним (2,00 хв проти 0,60 хв в операції 010). Це основне джерело витрат часу. Обробка отворів в операції 020 займає майже вдвічі більше часу (0,90 хв), оскільки включає розточування кількох поверхонь. В операції 010 точіння фаски значно триваліший (0,60 хв), що може свідчити про складнішу конфігурацію фаски на першому етапі.

Проведемо аналіз структури операцій 010 та 020



Рисунок 2.11 -Структура штучного часу для операції 010



Рисунок 2.11 -Структура штучного часу для операції 020

Аналіз кругових діаграм операцій 010 та 020 дозволив виявити ключові відмінності в їх технологічній ефективності:

1. Коефіцієнт технологічного використання:

В операції 010 частка основного часу становить 81,7%. Це свідчить про високу концентрацію обробки та мінімальні втрати на обслуговування.

В операції 020 цей показник нижчий —69%. Це пояснюється значно більшими витратами на технічне обслуговування робочого місця та інструменту (1,01 хв проти 0,26 хв).

2. Складність обслуговування :

Операція 020 вимагає майже в 4 рази більше часу на обслуговування. Це вказує на складніші режими різання або необхідність частішого підналагодження верстата через велику кількість переходів точіння (9 переходів).

3. Допоміжний час :

В обох операціях допоміжний час займає незначну частку (від 1,1% до 4,1%), що свідчить про використання ефективних затискних пристроїв, які не потребують тривалого часу на встановлення та зняття деталі.

4. Загальна продуктивність:

Операція 010 є більш продуктивною (2,57 хв), тоді як операція 020 є трудомісткою (4,45 хв). Різниця в штучному часі становить 1,88 хв, що необхідно врахувати при синхронізації роботи обладнання на ділянці.

3.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Опис принципу роботи пристосування

Пристосування розроблено для свердління радіальних отворів діаметром 8,4 мм на універсальному вертикально-свердлильному верстаті 2Н125.

В отвір пристосування вставляється підшипник, зверху кріпиться поворотний стіл за допомогою штопорного кільця, підшипники кріпляться кришкою до основи знизу. Після цього в паз вставляється механізм фіксації стола на відповідний кут. До основи кріпиться направляюча стійка для свердла, вона кріпиться з торця основи за допомогою болтів. В отвір під стойкою встановлюють упорну втулку з штопорною гайкою. Конструкція кріпиться на стіл універсального вертикально-свердлильного верстату 2Н125 за допомогою Т-подібних болтів.

Розроблення технологічного процесу збирання пристосування включає в себе такі етапи:

- вибір методу;
- розбивка виробу на групи та підгрупи;
- встановлення раціональної послідовності виконання операцій;
- опис завдання на створення;
- вивчення технічних умов на збирання;
- визначення методів контролю;
- підбір транспортних засобів;
- оформлення документації.

Розроблення ТР збирання починається із складання схеми збірних елементів виробу, тобто на поділ методу збирання на вузлове та загальне. Схема збірних елементів , яка доповнена технологічними рекомендаціями про особливості збирання та контролю, автоматично перетворюється в технологічну схему збирання.

На першому етапі ТП збирання починається вивчення службового призначення деталі та умов його функціонування, типу виробництва та програми

випуску. При великій програмі випуску процес збирання розробляється з врахуванням диференціації збірних операцій.

Метою розробки ТП збирання машин є алгоритм проведення збірних операцій або одержання вихідних даних для проведення подальших етапів проектування.

3.1 Визначення сил затиску

Зусилля затиску визначаємо за залежністю

$$W = \frac{k \cdot M_k}{F \cdot R}$$

де k - коефіцієнт запасу

$$K = K_o \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,592$$

$$W = \frac{2,592 \cdot 50,4}{0,1 \cdot 30} = 43,55 \text{ Н},$$

K_o - гарантований коефіцієнт запасу, $K_o = 1,5$

K_1 - коефіцієнт, який враховує стан поверхні звготовок, $K_1 = 1,2$

K_2 - коефіцієнт, який враховує зміни сил різання від стану ріжучого інструменту, $K_2 = 1,2$

K_3 - коефіцієнт, який враховує зміни сил різання від режимів різання, $K_3 = 1,2$

K_4 - коефіцієнт, який враховує зміну сил затиску, $K_4 = 1$

K_5 - коефіцієнт, який враховує будову затискних елементів, $K_5 = 1$

K_6 - коефіцієнт, який враховує величину крутного моменту, $K_6 = 1$

Крутний момент свердла

$$M_k = \frac{P_z \cdot d}{2}$$

$$M_k = \frac{1200 \cdot 0,084}{2} = 50,4 \text{ Нм},$$

де $P_z = 1200 \text{ Н}$ – сила різання,

$d = 8,4 \text{ см}$ – діаметр свердла

Визначаємо сили затиску, із умови рівноваги сил пневматичного затиску

$$K \cdot P \leq Q,$$

де $K = 1,5$ - коефіцієнт запасу.

Сила закріплення

$$Q = 1990 \cdot 1,5 = 2985 \text{ Н}$$

Перевіряємо відсутність перевертання деталі під процесу свердління

$$K \cdot M_{кр} \leq M_{тр}$$

$M_{тр}$ -момент тертя на валу

$$Q = 1990 \cdot 1,5 = 2985$$

Момент тертя на валу

$$M_{тр} = Q \cdot D / 2 \cdot \left(\frac{f_1 \cdot \sin(\alpha / 2) + f_2 \cdot \sin(\alpha / 2)}{2} + f_3 \right)$$

$$M_{тр} = 3000 \cdot 0,025 / 2 \cdot \left(\frac{0,15 \cdot \sin(90 / 2) + 0,15 \cdot \sin(90 / 2)}{2} + 0,3 \right) = 13,4 \text{ Нм},$$

де f_1, f_2, f_3 - коефіцієнти тертя,

Тоді, $10,8 \leq 13,4$

Умова виконується.

4.БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом на проектованій ділянці механічного цеху

Охорону праці і техніку безпеки при роботі на електроустановках, верстатах та іншому устаткуванні розміщеному на ділянці механічного цеху забезпечують організаційно-запобіжними, інженерно-технічними, захисними заходами і застосуванням електрозахисних засобів.

Організаційно-запобіжні заходи: навчання осіб, що обслуговують електроустаткування, перевірка їхніх знань, контроль виконання правил безпеки, огляд електротехнічних установок, планово-запобіжний ремонт, сигналізація та ін.

Для попередження обслуговуючого персоналу про небезпеку на щитах керування чи розподільних щитах можна встановити сигнальні прилади, які вмикаються в коло допоміжного струму і показують, увімкнені чи вимкнені установки під напругою.

Інженерно-технічні заходи зводяться до захисту від дотику, захисту в разі переходу струму на неструмоведучі частини, захисту від надмірних струмів.

Захист від дотику передбачає надійну ізоляцію і розташування у недоступних місцях струмоведучих частин електроустаткування. Крім ізоляції струмоведучі частини необхідно захистити огорожами, кожухами.

Захист у разі переходу напруги на неструмоведучі частини електроустаткування і електропроводки здійснюється шляхом обладнання захисного заземлення, занулення або захисного вимикання.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею металевих неструмоведучих частин, котрі можуть опинитись під напругою (рис. 9.1).

Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні на корпус. Згідно з вимогами Правил улаштування електроустановок опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом. Приєднання заземлюваного обладнання до магістралі заземлення здійснюється за допомогою окремих провідників. При цьому послідовне включення заземлюваного обладнання не допускається.

Занулення – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисними провідником металевих неструмоведучих частин, котрі можуть опинитися під напругою (рис. 9.2). Принцип дії занулення – перетворення пробивання на корпус в однофазне коротке замикання з метою викликати струм великої сили, здатний забезпечити спрацювання захисту і завдяки цьому автоматично відключити пошкоджену установку від електричної мережі. Для того, щоб відбулось швидке та надійне вимкнення, необхідно, щоб струм короткого замикання перевищував струм установки вимкненого апарата:

$$I_{к.з.} \geq k \cdot I_{ном.}, \quad (4.1)$$

де $I_{к.з.}$ - струм короткого замикання, А;

$I_{ном.}$ - номінальний струм плавкої вставки або струм уставки автомата, А;

k - коефіцієнт кратності струму короткого замикання відносно струму уставки.

Захисне вимкнення – це швидкодіючий захист, котрий забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки при виникненні небезпеки ураження струмом. Небезпека ураження може виникнути і при замиканні фази на корпус електрообладнання при зниженні опору ізоляції фаз відносно землі нижче певної межі внаслідок пошкодження ізоляції, замикання фаз на землю, при появі в мережі більш високої напруги, при випадковому дотику людини до струмоведучих частин, котрі знаходяться під напругою. В цих випадках відбувається зміна електричних параметрів електроустановки та мережі. Зміна

цих параметрів до певної межі, при котрій виникає небезпека ураження людини електричним струмом, може стати сигналом, який викликає автоматичне вимкнення пошкодженої установки.

Електрозахисні засоби – це переносні засоби, призначені для захисту людей, котрі працюють з електроустановками, від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги та електромагнітного поля.

На проектованій ділянці механічного цеху необхідно використовувати ізолювальні захисні засоби, які використовуються для ізоляції людини від частин електрообладнання, що знаходяться під напругою, а також від землі. До них відносяться: ізолюючі та вимірювальні штанги, ізолюючі та електровимірювальні кліщі, покажчики напруги, діелектричні рукавиці, гумові килимки, підставки.

А також огорожувальні електрозахисні захисні засоби призначені для тимчасового огороження струмоведучих частин обладнання (ширми, бар'єри, щити).

9.3 Вимоги пожежної безпеки до електроустановок

Найбільш розповсюдженим джерелом загоряння є електрообладнання. Вимоги безпечного його використання регламентуються Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), згідно яких все електрообладнання поділяється вибухозахищене, для пожежонебезпечних установок і нормального виконання. Вибір електрообладнання згідно ПУЕ виконується в залежності від прийнятого класу вибухо-пожежонебезпечності приміщення чи установки.

Електрообладнання вибухонебезпечних приміщень і установок.

У вибухонебезпечних приміщеннях і біля вибухонебезпечних зовнішніх установок (в зоні від 3 до 5 м по вертикалі і горизонталі від технологічного обладнання) дозволяється використовувати тільки вибухозахищене електрообладнання, що забезпечує безпеку його використання у вибухонебезпечних середовищах.

До вибухозахищеного відноситься наступне електрообладнання.

1. Вибухонепроникне, коли оболонки електрообладнання можуть витримати найбільший тиск вибуху при попаданні всередину оболонок горючих газів, парів чи пилюки, а також не допускають передачі вибуху у зовнішнє середовище.

2. Підвищеної надійності проти вибуху, коли виключається можливість іскріння, виникнення електричної дуги, небезпечних температур нагрівання; частини, що нормально іскряться повинні бути у будь-якому вибухозахищеному виконанні.

3. Наповнене мастилом, коли частини, що іскряться і не іскряться занурені в мастило таким чином, щоб не було доторкання між цими частинами, а також цих частин з вибухонебезпечним середовищем.

4. Електрообладнання, що продувається під надлишковим тиском, коли електрообладнання поміщають в закриту оболонку, що продувається чистим повітрям; причому в оболонці підтримується надлишковий тиск, що перешкоджає попаданню в неї вибухонебезпечної суміші з приміщення.

5. Іскробезпечне, коли іскри, що виникають не здатні запалити вибухонебезпечну суміш; при неможливості забезпечення такого виконання для всіх частин електрообладнання окремі його частини можуть розміщуватися у вибухонепроникну оболонку.

Спеціальне, коли використовуються нові принципи, що відрізняються від перелічених; наприклад використання надлишкового тиску повітря чи інертного газу без продування, заповнення оболонки для струмопровідних частин епоксидними смолами, кварцовим піском і т.п.

Найбільш розповсюдженим видом вибухозахищеного обладнання є вибухонепроникне обладнання. В конструкції такого обладнання передбачено гасіння полум'я у вузьких зазорах між фланцями та іншими частинами обладнання.

У вибухонебезпечних приміщеннях і зонах зовнішніх установок використовують спеціальне електроосвітлювальне обладнання у вибухозахищеному виконанні. В приміщеннях класу В-І використовують стаціонарні світильники у вибухонепроникному, іскробезпечному чи

спеціальному виконанні, в приміщеннях класу В-Ia і В-II – у будь-якому вибухозахищеному виконанні; в приміщеннях класів В-Iб і В-IIa – пилонепроникне.

Електрообладнання пожежонебезпечних приміщень.

В приміщеннях класу П-I електрообладнання повинно бути закрите, обдуватися або продуватися; в приміщеннях класу П-IIa – закрите, що обдувається чи продувається із замкнутим циклом охолодження; в зовнішніх установках класу П-III – закрите чи закрите, що продувається.

У всіх приміщеннях частини машин, що іскряться розміщуються у пилонепроникні ковпаки.

Світильники в приміщеннях П-I і П-II повинні мати пилонепроникне виконання, а для приміщень класу П-IIa допускаються відкриті світильники.

В зовнішніх установках класу П-III використовуються світильники у пилонепроникному і вибухозахищеному виконанні.

ВИСНОВКИ

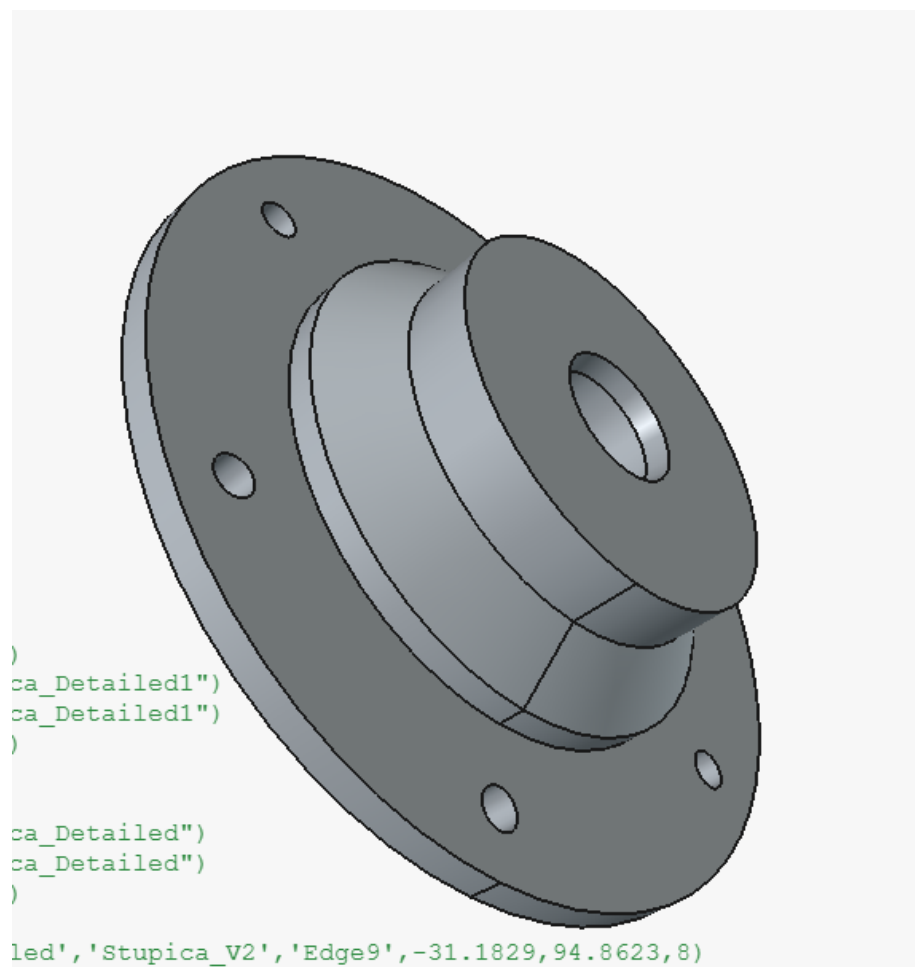
Розроблено маршрутний технологічний процес виготовлення деталі шляхом вибору технологічних операцій, які притаманні для серійного виробництва. В результаті підібрано верстати для кожної операції з метою підвищення продуктивності та автоматизації виготовлення деталі.

Вибрано та розраховано спеціальне верстатне пристосування, яке забезпечує можливість механізації технологічного процесу, а також описано технологію збирання.

Розроблено маршрутні та операційні карти із зазначенням вибраного обладнання, ріжучого інструменту та пристосіблення.

ПЕРЕЛІК ПОСЛАНЬ

1. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навч. посібник – К.:ІСДО, 1996 – 300 с.
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
3. Грабченко А.І., Узунян М.Д., Зубкова Н.В та ін. Розрахунок найвигідніших режимів різання при точінні. Харків НТУ «ХП» 2014. 87 с.
4. Григурко І. О., Брендуня М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2011. 768 с.
5. Джигерей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. Вид. 2-ге, стер. Київ : Знання, 2002. 203 с.
6. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В., Дячун А. Є. Механоскладальні дільниці та цехи : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 40 с.
7. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
8. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. — Тернопіль : ТНТУ , 2016. — 156 с.
9. Паливода Ю. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулля, 2019. – 240с.
10. Міренський І.Г. Основи технології машинобудування: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2007. 275 с.
11. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навч. посіб. / Ж. П. Дусанюк та ін. Вінниця, 2009. 199 с.



```
)  
ca_Detailed1")  
ca_Detailed1")  
)
```

```
ca_Detailed")  
ca_Detailed")  
)
```

```
led', 'Stupica_V2', 'Edge9', -31.1829, 94.8623, 8)
```