

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

факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення
деталі вала КС6В-34.060

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

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Ситарчук В.О.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Паньків М.Р.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Ткаченко І.Г.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Окіпний І.Б.</u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	<u></u>
(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

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

Окпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Ситарчуку Владиславу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення деталі вала КС6В-34.060.

Керівник роботи Паньків Марія Романівна, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2022 року № 4/7-27

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи , базовий технологічний процес виготовлення вала КС6В-34.060, річна програма випуску -50 000 шт.

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)

Креслення заготовки деталі. Технологічні наладки на операції. Креслення камери пневматичної. Пристрій для фрезерування пазів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>	<i>Окіпний І.Б., зав. каф. ТМ</i>		

7. Дата видачі завдання

24 січня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Ситарчук В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Паньків М.Р.

(прізвище та ініціали)

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 | 11 |
| 1.3. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу | 13 |

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- | | |
|--|----|
| 2.1. Характеристика типу та організаційної форми виробництва | 14 |
| 2.2. Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки | 19 |
| 2.3. Вибір технологічних баз | 21 |
| 2.4. Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення | 22 |
| 2.5. Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів | 25 |
| 2.6. Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів | 26 |
| 2.7. Вибір різального, допоміжного та контрольного інструменту | 32 |
| 2.7. Визначення режимів оброблення та технічних норм часу | 34 |

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- | | |
|--------------------------------------|----|
| 3.1. Вибір технологічного оснащення. | |
| 3.2. Розрахунок похибки установки | 44 |
| 3.3. Розрахунок сил затиску | 46 |

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

РЕФЕРАТ

Розроблена кваліфікаційна випускна робота складається з пояснювальної записки на _____сторінках, графічної частини на ____аркушах формату А1, а також додатку, який складається з комплекту технологічних документів і специфікації до складальних креслень.

У пояснювальній записці розроблені питання аналізу виробу, його призначення, характеристика можливого варіанту виробництва, аналіз застосування технічних засобів, розроблені висновки і постановлення задачі для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра. А також проведено попереднє встановлення типу виробництва відносно заданої програми, зроблені варіанти можливого технологічного процесу, розроблений оптимальний технологічний процес на базі аналізу технологічних властивостей і базових можливостей деталі. Спроековано та розраховано пристосування. В даній роботі розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

ВСТУП

Довговічність, виробів залежить від вибраної технології виробництва. При проектуванні та реалізації технологічного процесу необхідно керуватися основними положеннями автоматизації технологічних процесів. А саме, підвищення продуктивності праці за рахунок нових більш досконалих способів обробки, застосування принципу концентрації операцій, максимальне наближення форми і розмірів заготовок до форми і розмірів готових деталей, що дають можливість скоротити витрати матеріалу, використання спеціалізованого і спеціального різального інструменту для обробки на високих режимах різання, оптимальна організація технологічного процесу виготовлення виробів і складання на поточних лініях, впровадження автоматизованого переміщення деталей між робочими місцями і ділянками цеху.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб

У кваліфікаційній роботі розглядається деталь “Вал” КС6В-34.060. Деталь “Вал” КС6В-34.060 входить до складу бурякозбирального комбайна вал передає крутний момент вздовж своєї осі і забезпечує опору для обертових частин машини, розміщених на ньому [3].

Деталь “Вал” КС6В-34.060 виготовляється з каліброваного квадратного прокату вуглецевої якісної конструкційної сталі марки 45,

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 45

C, %	Si, %	Mn, %	Ni, %	S, %	P, %	Cr, %	Cu, %
			Не більше				
0,42- 0,50	0.25	0.5-0,8	0.3	0.17- 0.37	0.035	0,6-0,8	0.25

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 45

Твердість, НВ	Границя текучості, кгс/мм ²	Границя міцності, кгс/мм ²	Відносне видовження, %	Відносне звуження, %	Ударна в'язкість, кгс/мм ²
207	35	61	16	40	5

При аналізі креслення, розмірів, шорсткості поверхонь, точність заданих розмірів кожній поверхні деталі присвоїти порядковий номер та провести аналіз технічних вимог до заданих конструктором, які наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати аналізу технічних вимог “Вал” КС6В-34.060

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4
1	Торцева поверхня $34 \pm 0,3$	14	Ra 12.5
2	Зовнішня фаска $1 \times 45^\circ$	14	Ra 12.5
3	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 35h11_{(-0,16)}$; Різьба M38 \times 1.5-8g	11, 7	Ra 12.5, Ra 1.25
4	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 40h14_{(-0,3)}$;	14	Ra 12.5
5	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 35h11_{(-0,16)}$; Різьба M38 \times 1.5-8g	11,7	Ra 12.5, Ra 1.25
6	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 30h9_{(-0,052)}$	9	Ra 6.3
7	Зовнішня фаска $1 \times 45^\circ$	14	Ra 12.5
8	Торцева поверхня $28 \pm 0,3$	14	Ra 12.5
9	Проточка на зовнішній поверхні $\varnothing 32$	14, 9	Ra 12.5, Ra 6.3
10	Проточка на зовнішній поверхні $\varnothing 32$	14, 9	Ra 12.5, Ra 6.3
11	Отвір під шпонку 6 \times 4 \times 32 h15 ГОСТ 29175-91	15	Ra 12.5
12	Отвір під шпонку 6 \times 4 \times 32 h15 ГОСТ 29175-91	15	Ra 12.5
13	Отвір під шпонку 6 \times 4 \times 32 h15 ГОСТ 29175-91	15	Ra 12.5
14	Лиска 12 h15	15	Ra 12.5

Конфігурація деталі “Вал” КС6В-34.060 не є складною і не вимагає спрощень або змін та не потребує вибору іншого типу виробництва. Матеріал деталі вуглецева якісна конструкційна сталь марки 45 відповідає технічним та експлуатаційним вимогам, що поставлені до виробу у його вузлі. Заготовка одержана з прокату і відповідає до заданого типу виробництва, а також з умовам одержання економічного ефекту.

Для обробки вала не потрібно додатково прийняті технологічні бази для приймаються зовнішні циліндричні і торцеві поверхні деталі. Для технологічних баз будуть використовуватись стандартні цетрові отвори. У конструкції вала відсутні важкодоступні та важкооброблювані поверхні. При цьому можна вільно

застосувувати контрольні інструменти. При виготовленні деталі можливе використання високопродуктивного спеціалізованого та спеціального обладнання та оснащення. Отже, деталь є технологічною.

Дійсну оцінку технологічності деталі розглянуто на основі коефіцієнта точності обробки, коефіцієнта шорсткості поверхонь, коефіцієнта уніфікації та коефіцієнту використання матеріалу [6].

Коефіцієнт точності обробки за формулою

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}} \quad (1.1)$$

де $A_{\text{ср}}$ – середній квалітет точності.

$$A_{\text{ср}} = \frac{\sum A_i Q_i}{Q} \quad (1.2)$$

де $A_i = T_i$ – квалітет точності i -ого розміру;

Q_i – число конструктивних елементів із квалітетом точності T_i .

$$A_{\text{ср}} = \frac{\sum A_i Q_i}{Q} = \frac{15 * 4 + 14 * 6 + 11 * 2 + 9 * 3 + 7 * 2}{17} = 12,17$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{12,17} = 0,917$$

Оскільки $K_{\text{т.ч.}} = 0,93 > 0,83$ (відповідає 6 квалітету точності), то деталь за цим показником вважається технологічною.

Коефіцієнт шорсткості поверхні за формулою:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{ср}}} \quad (1.3)$$

де $B_{\text{ср}}$ – середня шорсткість поверхні, обумовлена в значеннях параметра R_a , мкм.

$$B_{\text{ср}} = \frac{\sum B_i Q_i}{B_{\text{ср}}} \quad (1.4)$$

де B_i – шорсткість поверхні i -ого конструктивного елемента, обумовлена в значеннях параметра R_a , мкм;

Q_i – кількість конструктивних елементів із класом шорсткості B_i .

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i = n \quad (1.5)$$

Коефіцієнт шорсткості поверхні

$$B_{cp} = \frac{(1.25 \cdot 3 + 6.3 \cdot 7 + 12.5 \cdot 16)}{26} = 9.5 \text{ мкм}$$

Тоді

$$K_{ш} = \frac{1}{9.5} = 0.105$$

Оскільки $K_{ш} = 0.105 < 0.63$, то деталь за цим показником вважається технологічною.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі:

$$K_{y.e.} = \frac{Q_{y.e.}}{Q_e}, \quad (1.6)$$

де $Q_{y.e.}$ – кількість уніфікованих конструктивних елементів деталі;

Q_e – кількість конструктивних елементів деталі.

Якщо номінальний розмір відноситься до кращих чисел, то відповідний конструктивний елемент можна вважати уніфікованим.

$$K_{y.e.} = \frac{12}{15} = 0.8$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{B.M.} = \frac{m_d}{m_3}, \quad (1.7)$$

де m_d – маса деталі, кг;

m_3 – маса заготовки, кг.

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{12,3}{13,6} = 0,905$$

1.3 Аналіз базового технологічного процесу

Таблиця 1.34– Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі “Вал” КС6В-34.060

Номер і назва операції	Обладнання	Пристосування	Примітка
005 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 1М63	Патрон 4-ох кулачковий	-
010 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 1М63	Центр Морзе 6, Центр А-1-5-Н	Можна вдосконалити
015 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 1М63	Патрон 3-ох кулачковий	Можна вдосконалити
020 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 1М63	Патрон 3-ох кулачковий	Можна вдосконалити
025 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 1М63	Патрон 3-ох кулачковий, Центр А-1-5-Н	Можна вдосконалити
030 Шпонково-фрезерна	Шпонково-фрезерний верстат 692Р	Пристрій спеціалізований, підставка спеціалізована	Можна вдосконалити
035 Шпонково-фрезерна	Шпонково-фрезерний верстат 692	Пристрій спеціалізований, підставка спеціалізована	Можна вдосконалити
040 Шпонково-фрезерна	Шпонково-фрезерний верстат 692	Пристрій спеціалізований, підставка спеціалізована	Можна вдосконалити
045 Горизонтально-фрезерна	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р82Г	Пневмолещата	-

Продовження таблиці 1.4

050 Горизонтально-фрезерна	Горизонтально-фрезерний верстат 6P82	Пристрій спеціалізований	-
055 Різьбонакатувальна	Різьбонакатувальний верстат UPWs-25	Підставка спеціалізована	-
060 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 1M63	Патрон 3-ох кулачковий, Центр А-1-5-Н	-
065 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3A164	Центр Морзе 6, Напівцентр Морзе 6, Хомутик ГОСТ 16488-70	-
070 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3A164	Центр Морзе 6, Напівцентр Морзе 6, Хомутик	-
075 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3A164	Центр Морзе 6, Напівцентр Морзе 6, Хомутик	-

В технологічному процесі механічної обробки використано універсальні моделі верстатів. Цей недолік необхідно виправити, оскільки при заданій програмі випуску застосування такого обладнання є не раціональним. При багатосерійному виробництві слід застосовувати спеціальні верстати або верстати з числовим програмним керуванням з широким асортиментом інструментів дозволяє зменшити трудомісткість та підвищити продуктивність [7].

При створенні базового технологічного процесу механічної обробки деталі “Вал” КС6В-34.060 на підприємстві для серійного виробництва використовуються такі основні параметри:

- використовуються універсальні налагоджувальні пристрої та оснащення для механічної обробки деталі;
- застосовується універсальні інструменти нормальної точності;

- для контролю оброблених поверхонь застосовуються універсальні вимірювальні інструменти;
- сукупність операцій технологічного процесу відповідає серійному типу виробництва.

1.3. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

Провівши аналіз технологічних вимог, а також базового технологічного процесу механічного оброблення деталі досягнуто думки, що у деталі “Вал” КС6В-34.060 відсутні особливо точні, важкодоступні та важкооброблювані поверхні, а базовий технологічний процес потребує часткового вдосконалення за рахунок застосування сучасного обладнання, оснащення та інструменту, а також раціональної послідовності технологічних операцій, що дозволить зменшити трудомісткість виготовлення деталі.

Для забезпечення реалізації прогресивного технологічного процесу обробки деталей необхідно підбирати універсальне технологічне обладнання з ЧПК, яке в свою чергу дозволить виконувати на одному верстаті декілька операцій.

Також необхідні техніко-економічні обґрунтування вдосконалення технологічних процесів з урахуванням питань безпеки життєдіяльності та охорони праці.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика типу та організаційної форми виробництва

Виходячи з річної програми випуску можна відразу вибрати серійний тип виробництва [3].

Для уточнення потрібно визначити тип виробництва який характеризується коефіцієнтом закріплення операцій і визначається за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}, \quad (2.1)$$

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць із різними операціями.

Визначаємо кількість верстатів для кожної операції:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_z}, \quad (2.2)$$

де N – річна програма випуску, $N = 50000$ шт;

$T_{шт}$ – штучно-калькуляційний час;

F_d – кількість годин при двохзмінному режимі роботи, $F_d = 3979$ год;

η_z – коефіцієнт завантаження робочого місця проектованою операцією, $\eta_z = 0,8$ для серійного виробництва.

Штучний час визначаєм за формулами для кожної операції у таблиці 2.1:

$$T_{шт-к.} = \varphi_k T_o, \quad (2.3)$$

де T_o – значення норми часу по обробленню поверхні;

φ_k – коефіцієнт, що залежить від виду обладнання і типу виробництва.

Таблиця 2.1 – Штучно-калькуляційний час.

Операція	Розрахунок штучно-калькуляційного часу
1	2
005 Токарно-гвинторізна	$T_{01} = 0,00017dl = 0,00017 \cdot 40 \cdot 108 = 0.73 \text{ хв.}$ $T_{02} = 0,00017dl = 0,00017 \cdot 40 \cdot 141 = 0.96 \text{ хв.}$ $T_{03} = 0,000037D^2 = 0,000037 \cdot 39 = 0.0014 \text{ хв.}$ $T_{04} = 0,000037D^2 = 0,000037 \cdot 39 = 0.0014 \text{ хв.}$ $T_{\text{шт-к.}} = 1,36(0,73 + 0,96 + 0,0014 + 0,0014 + 0,008 + 0,008) = 2,3 \text{ хв.}$
010 Токарно-гвинторізна	$T_{01} = 0,00052dl = 0,00052 \cdot 4 \cdot 10 = 0.01 \text{ хв.}$ $T_{02} = 0,00052dl = 0,00052 \cdot 4 \cdot 10 = 0.01 \text{ хв.}$ $T_{\text{шт-к.}} = 1,36(0.008 + 0.008) = 0,56 \text{ хв.}$
015 Токарно-гвинторізна	$T_{01} = 0,00010dl = 0,00010 \cdot 37 \cdot 141 = 0.53 \text{ хв.}$ $T_{02} = 0,00010dl = 0,00010 \cdot 35 \cdot 141 = 0.5 \text{ хв.}$ $T_{03} = 0,00017dl = 0,00017 \cdot 34 \cdot 10,5 = 0.07 \text{ хв.}$ $T_{04} = 0,00017dl = 0,00017 \cdot 35 \cdot 38 = 0.23 \text{ хв.}$ $T_{\text{шт-к.}} = 1,36(0,53 + 0,5 + 0.07 + 0,23) = 1,8 \text{ хв.}$
020 Токарно-гвинторізна	$T_{01} = 0,00010dl = 0,00010 \cdot 37 \cdot 108 = 0.4 \text{ хв.}$ $T_{02} = 0,00010dl = 0,00010 \cdot 35 \cdot 108 = 0.38 \text{ хв.}$ $T_{03} = 0,00017dl = 0,00017 \cdot 35 \cdot 38 = 0.23 \text{ хв.}$ $T_{04} = 0,00017dl = 0,00017 \cdot 35 \cdot 2 = 0.01 \text{ хв.}$ $T_{05} = 0,00010dl = 0,00010 \cdot 33 \cdot 40 = 0.13 \text{ хв.}$ $T_{06} = 0,00010dl = 0,00010 \cdot 31 \cdot 40 = 0.12 \text{ хв.}$ $T_{07} = 0,00017dl = 0,00017 \cdot 30 \cdot 40 = 0.2 \text{ хв.}$ $T_{\text{шт-к.}} = 1,36 \left(\begin{matrix} 0.4 + 0.38 + 0.23 + 0.01 + \\ + 0,13 + 0,12 + 0,2 \end{matrix} \right) = 2 \text{ хв.}$

Продовження таблиці 2.1

1	2
025 Токарно-гвинторізна	$T_{01} = 0,00019D^2 = 0,00019 \cdot 2^2 = 0,0076 \text{ хв.}$ $T_{02} = 0,00019D^2 = 0,00019 \cdot 2^2 = 0,0076 \text{ хв.}$ $T_{03} = 0,00037(D^2 - d^2) = 0,00037(35^2 - 33^2) = 0,05 \text{ хв.}$ $T_{04} = 0,00037(D^2 - d^2) = 0,00037(35^2 - 33^2) = 0,05 \text{ хв.}$ $T_{\text{шт-к.}} = 1,36(0,05 + 0,05 + 0,0076 + 0,0076) = 0,14 \text{ хв.}$
030 Шпонково-фрезерна	$T_{01} = \frac{32 - 6}{0,4} \cdot 14 = 15,1 \text{ хв}$
035 Шпонково-фрезерна	$T_{01} = \frac{32 - 6}{0,4} \cdot 14 = 15,1 \text{ хв}$
040 Шпонково-фрезерна	$T_{01} = \frac{32 - 8}{0,4} \cdot 14 = 14 \text{ хв}$
045 Горизонтально-фрезерна	$T_{01} = 0,006l = 0,006 \cdot 35 = 0,05 \text{ хв.}$ $T_{\text{шт-к.}} = 1,51(0,05 \cdot 5) = 0,38 \text{ хв.}$
050 Горизонтально-фрезерна	$T_{01} = 0,006l = 0,006 \cdot 35 = 0,05 \text{ хв.}$ $T_{\text{шт-к.}} = 1,51(0,05 \cdot 5) = 0,38 \text{ хв.}$
055 Різьбонакатувальна	
060 Токарно-гвинторізна	
065 Круглошліфувальна	$T_{01} = 0,00007dl = 0,00007 \cdot 30 \cdot$
070 Круглошліфувальна	$T_{01} = 0,000034Bl = 0,000034 \cdot 44 \cdot 38 = 0,56$ $T_{\text{шт-к.}} = 1,55 \cdot 0,056 = 0,086 \text{ хв.}$
075 Круглошліфувальна	$T_1 = 0,000034Bl = 0,000034 \cdot 44 \cdot 38 = 0,56$ $T_{\text{шт-к.}} = 1,55 \cdot 0,056 = 0,086 \text{ хв.}$

Розраховуємо фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_{mp}}, \quad (2.4)$$

Таблиця 2.2 - Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання

Назва операції	η_3
1	2
005 Токарно-гвинторізна	$\eta_3 = \frac{2,3}{1} = 2,3 \text{ хв.}$
010 Токарно-гвинторізна	$\eta_3 = \frac{0,56}{1} = 0,56 \text{ хв.}$
015 Токарно-гвинторізна	$\eta_3 = \frac{1,8}{1} = 1,8 \text{ хв.}$
020 Токарно-гвинторізна	$\eta_3 = \frac{2}{1} = 2 \text{ хв.}$
025 Токарно-гвинторізна	$\eta_3 = \frac{0,14}{1} = 0,14 \text{ хв.}$
030 Шпонково-фрезерна	$\eta_3 = \frac{m_p}{1}$
035 Шпонково-фрезерна	$\eta_3 = \frac{m_p}{1}$
040 Шпонково-фрезерна	$\eta_3 = \frac{m_p}{1}$
045 Горизонтально-фрезерна	$\eta_3 = \frac{0,38}{1} = 0,38 \text{ хв.}$
050 Горизонтально-фрезерна	$\eta_3 = \frac{0,38}{1} = 0,38 \text{ хв.}$
055 Різьбонакатувальна	$\eta_3 = \frac{m_p}{1}$
060 Токарно-гвинторізна	$\eta_3 = \frac{m_p}{1}$
065 Круглошліфувальна	
070 Круглошліфувальна	$\eta_3 = \frac{0,086}{1} = 0,086 \text{ хв.}$
075 Круглошліфувальна	$\eta_3 = \frac{0,086}{1} = 0,086 \text{ хв.}$

Визначаємо кількість операцій:

$$O = \frac{\eta_{3H}}{\eta_3}, \quad (2.5)$$

Таблиця 2.3 – Кількість операцій

Назва операцій	Кількість операцій
1	2
005 Токарно-гвинторізна	$O = \frac{0,7}{2,3} = 0,3$
010 Токарно-гвинторізна	$O = \frac{0,7}{0,022} = 31,8$
015 Токарно-гвинторізна	$O = \frac{0,7}{1,38} = 0,5$
020 Токарно-гвинторізна	$O = \frac{0,7}{2,33} = 32$
025 Токарно-гвинторізна	$O = \frac{0,7}{0,14} = 5$
030 Шпонково-фрезерна	$O = \frac{0,7}{\eta_3} =$
035 Шпонково-фрезерна	$O = \frac{0,7}{\eta_3} =$
040 Шпонково-фрезерна	$O = \frac{0,7}{\eta_3} =$
045 Горизонтально-фрезерна	$O = \frac{0,7}{0,38} = 1,84$
050 Горизонтально-фрезерна	$O = \frac{0,7}{0,38} = 1,84$
055 Різьбонакатувальна	$O = \frac{0,7}{\eta_3} =$
060 Токарно-гвинторізна	$O = \frac{0,7}{\eta_3} =$
065 Круглошліфувальна	
070 Круглошліфувальна	$O = \frac{0,7}{0,086} = 8,14$
075 Круглошліфувальна	$O = \frac{0,7}{0,086} = 8,14$

Відтепер визначаємо коефіцієнт закріплення операцій [7]:

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P}$$

Добовий випуск:

$$N_{д.в.} = \frac{N_{вип}}{254}, \quad (2.6)$$

де $N_{вип}$ – партія випуску деталей, $N_{вип} = 50000$ шт;

$$N_{д.в.} = \frac{50000}{254} = 196,8 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N_{д.в.} = 196$ шт.

Розраховуємо добове виробництво потокових ліній:

$$Q_d = \frac{F_d}{T_{ср}} \eta_z, \quad (2.7)$$

де F_d – добовий фонд часу роботи обладнання ($F_d=960$ хв.)

$T_{ср}$ – середня трудомісткість основних операцій;

Середня трудомісткість розраховується за формулою:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт-к.}}{n}, \quad (2.8)$$

2.2. Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки

Спосіб отримання заготовки для деталі “Вал” КС6В-34.060 підбирається за низкою характеристик: матеріал, призначення деталі, розміри, серійність випуску [5].

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{в.м.} = \frac{12,3}{13,6} = 0,905$$

$$K_{в.м.} = 0,905 .$$

Для заданої деталі можливими варіантами заготовки є калібрований прокат або гарячекатаний.

Для цього потрібно вирахувати вартість заготовок. Вартість заготовок з прокату визначається за формулою:

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{0.3.}, \quad (2.9)$$

де M – витрати на матеріал заготовки, грн:

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

де Q – маса заготовки, кг; $Q_{\text{кп}} = 13,6$ кг; $Q_{\text{гкп}} = 13,1$ кг;

S – ціна 1 кг матеріалу заготовки, грн; $S_{\text{кп}} = 380$ грн; $S_{\text{гкп}} = 350$ грн;

q – маса готової деталі, кг; $q = 12,3$ кг;

$S_{\text{відх}}$ – ціна 1 т відходів, грн; $S_{\text{відх}} = 7500$ грн.

Технологічна собівартість заготівельних операцій розраховується за формулою:

$$\sum C_{0.3.} = \frac{C_{\text{п.з.}} \cdot T_{\text{шт-к.}}}{60}, \quad (2.10)$$

де $C_{\text{п.з.}}$ – приведені затрати на робочому місці, грн/год; $C_{\text{п.з.}} = 28,41$ грн\год

$T_{\text{шт-к.}}$ – штучно-калькуляційний час виконання заготівельної операції.

$$T_{\text{шт-к.}} = T_o \cdot \varphi_k, \quad (2.11)$$

$$T_o = 0,37 \cdot D^2 \cdot 10^{-3} = 0,37 \cdot 40^2 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт-к.}} = 0,6 \cdot 1,72 = 1,15 \text{ хв.}$$

Приймаємо $T_{\text{шт-к.}} = 1,15 \approx 1,5$ хв.

$$\sum C_{0.3.} = \frac{31,2 \cdot 1,5}{60} = 0,78 \text{ грн.}$$

$$M_1 = 13,6 \cdot 380 - (13,6 - 12,3) \frac{7500}{1000} = 5070 \text{ грн.}$$

$$M_2 = 13,1 \cdot 350 - (13,1 - 12,3) \frac{7500}{1000} = 4530 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{заг}_1} = 507 + 0,78 = 507,78 \text{ грн.}$$

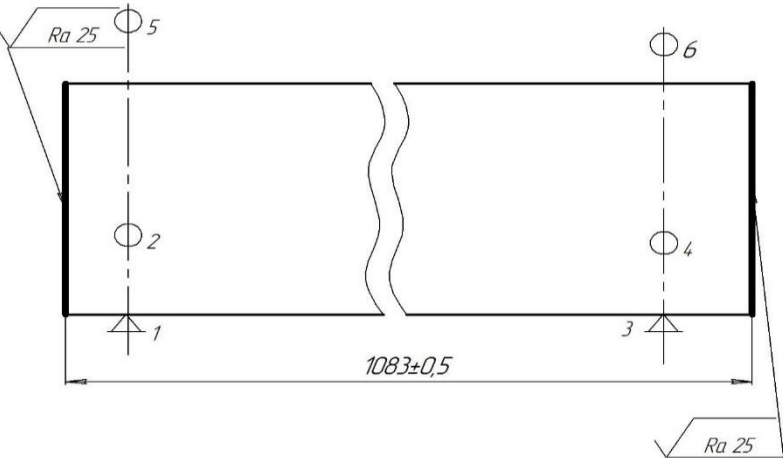
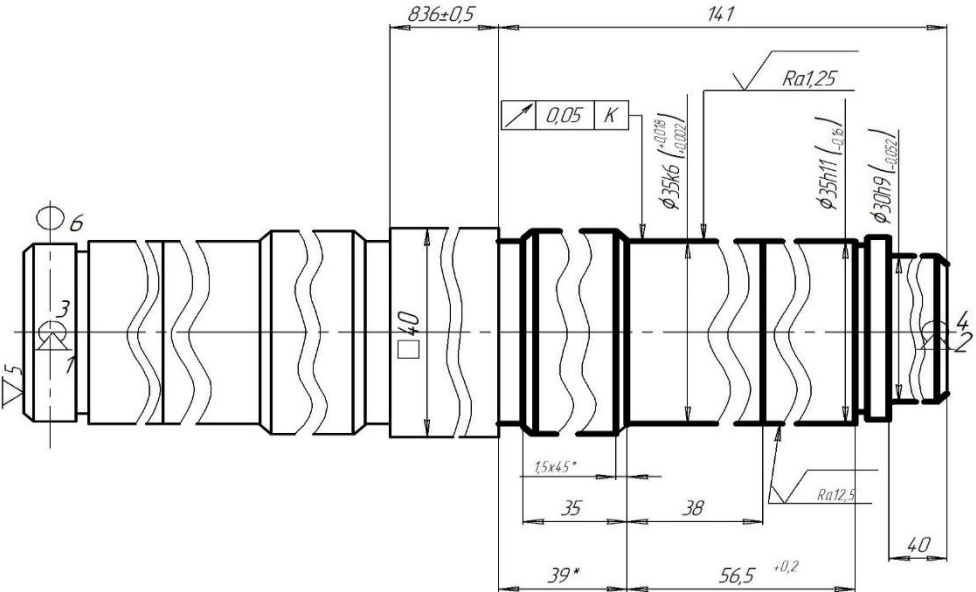
$$S_{\text{заг}_2} = 453 + 0,78 = 453,78 \text{ грн.}$$

Приймаємо в якості заготовки гарячекатаний прокат
Круг $\frac{40h12 \text{ ГОСТ}8559-75}{45-2\text{ГП}-М1 \text{ ГОСТ}1050-73}$.

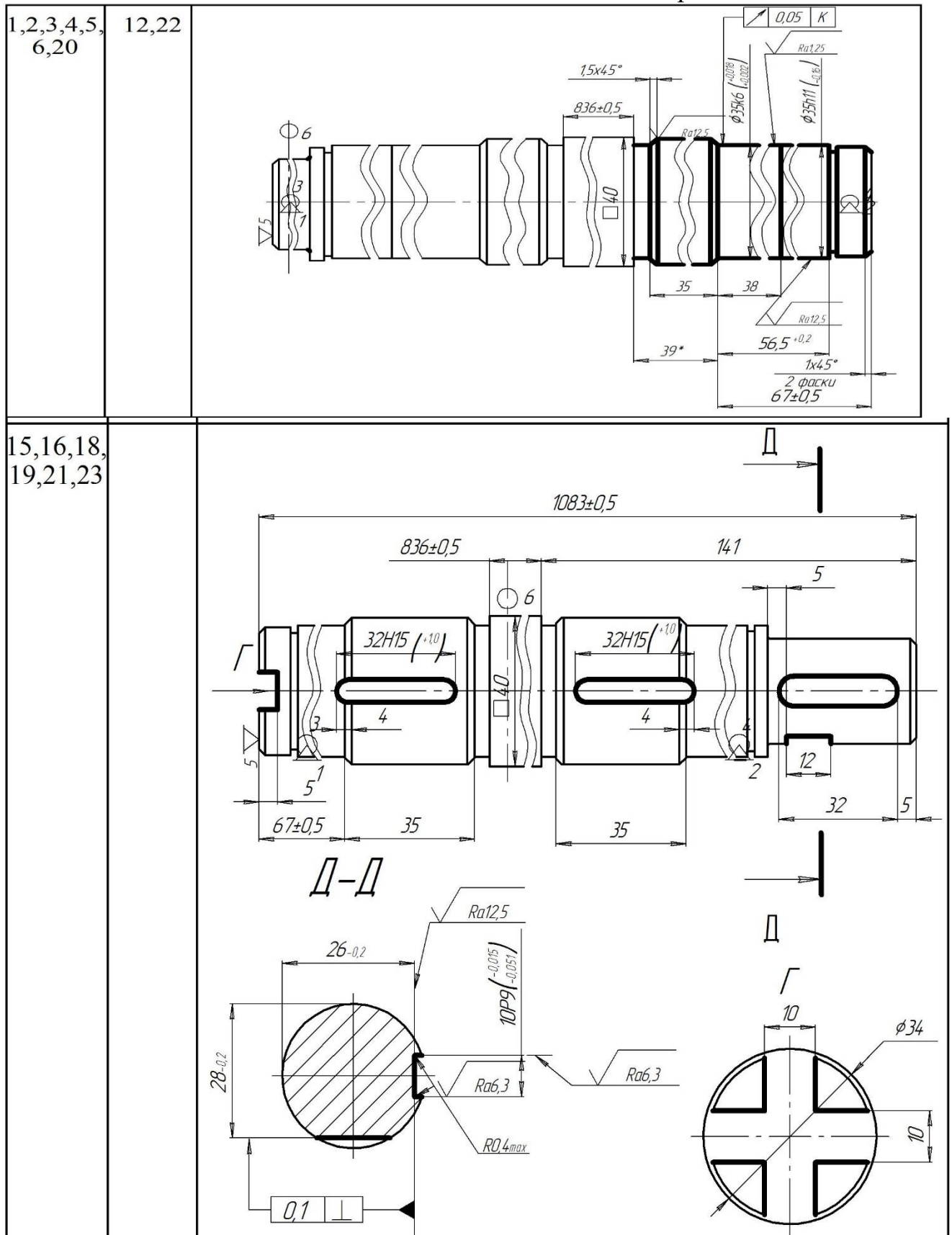
2.3 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз в значній мірі визначає точність виконання розмірів, правильність взаємного розташування поверхонь, ступінь складності пристосувань [4].

Таблиця 2.4 – Вибір баз

Номер оброблюваної поверхні	Технологічні бази (поверхні)	Теоретична схема базування і закріплення
12,22		
1,2,3,4,5, 6,7,8,9, 10,11,13, 14,17,20	12,22	

Продовження таблиці 2.4



2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення

Таблиця 2.5– Методи і маршрути обробки поверхонь деталі

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Вихідні параметри деталі		Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь	
		Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	1	2
1	2	3	4	5	6
12,22	Торцева поверхня 1083±0,5мм	14	Ra 25	Фрезерування торцевою фрезою з наступним centruванням	Точіння при поперечній подачі із наступним centruванням
2,11	Рівчак 1,9 ^{+0,17}	13	Ra 12,5	Обточування при поперечній подачі	—
3,10	Зовнішня циліндрична поверхня Ø35h11	11	Ra 12,5	1. Чорнове обточування при поздовжній подачі 2. Напівчистове обточування при поздовжній подачі	—
4,9	Зовнішня циліндрична поверхня Ø35k6	6	Ra 1,25	1. Чорнове обточування при поздовжній подачі 2. Напівчистове обточування при поздовжній подачі 3. Напівчистове кругле шліфування 4. Чистове кругле шліфування	1. Чорнове обточування при поздовжній подачі 2. Напівчистове обточування при поздовжній подачі 3. Чистове обточування при поздовжній подачі 4. Тонке обточування при поздовжній подачі
5,8	Зовнішня різьбова поверхня M39x1,5-8g	13	Ra 12,5	Накатування різьби	Нарізання різьби різцем
6,7	Рівчак 4H14	14	Ra 25	Обточування при поперечній подачі	—
15	Шпонковий паз 10P9	9	Ra 6,3	Фрезерування кінцевою шпонковою фрезою	—
16	Плоска поверхня 12H14	14	Ra 25	Фрезерування дисковою фрезою	Фрезерування кінцевою фрезою
18,19	Шпонковий паз 6H14	14	Ra 25	Фрезерування кінцевою шпонковою фрезою	—
21,23	Паз 10H14	14	Ra 25	Фрезерування кінцевою фрезою	Фрезерування дисковою фрезою

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
14	Зовнішня циліндрична поверхня Ø30h9	9	Ra 25	1. Чорнове обточування при поздовжній подачі	1. Чорнове обточування при поздовжній подачі
				2. Напівчистове обточування при поздовжній подачі 3. Напівчистове кругле шліфування	2. Напівчистове обточування при поздовжній подачі 3. Чистове обточування при поздовжній подачі
1,13	Зовнішня фаска 1x45°	14	Ra 25	Обточування фаски при поздовжній подачі	Обточування фаски при поперечній подачі
17,20	Зовнішня фаска 1,5x45°	14	Ra 25	Обточування фаски при поздовжній подачі	Обточування фаски при поперечній подачі

Вибір методу обробки залежить від вимог, які ставляться до деталі. При виборі методу обробки використовують, як правило, таблиці величин економічної точності різних методів обробки [12].

Операція 005. Фрезерно-центрувальна.

Однократне фрезерування і центрування поверхні (12), (22) на фрезерно-центрувальному напівавтоматі одночасно.

Операція 010. Спеціальна токарна.

Однократне (чорнове) точіння поверхні (1) (2) (3), (4), (5), (6) (7) (8) (9), (10), (11), (13) (14) (17) на (20) спеціальному токарно-центрувальному верстаті одночасно.

Операція 015. Токарно-копіювальна.

Однократне (напівчистове) точіння поверхні (1), (2), (3), (4), (5), (6), (20), на токарно-копіювальному багаторізцевому напівавтоматі одночасно.

Операція 020. Токарно-копіювальна.

Однократне (напівчистове) точіння поверхні (7), (8), (9), (10), (11), (13), (14), (17), на токарно-копіювальному багаторізцевому напівавтоматі одночасно.

Операція 025. Шпонково-фрезерна.

Фрезерування шпонкового паза , на (18)шпоно-фрезерному напівавтоматі одночасно.

Операція 030. Шпоноково-фрезерна.

Фрезерування шпонкового паза , на (15)шпоноково-фрезерному напівавтоматі.

Операція 035. Горизонтально-фрезерна.

Фрезерування паза (16) на горизонтально-фрезерному верстаті .

Операція 040. Горизонтально-фрезерна.

Фрезерування паза (21) , (23) на горизонтально-фрезерному верстаті.

Операція 045. Різьбонакатувальна.

Накатати різьбу (5) , (8) на різьбонакатувальному напівавтоматі.

Операція 055. Токарно-гвинторізна.

Калібрувати різьбу (5) , (8) на токарно-гвинторізному верстаті.

Операція 060. Круглошліфувальна.

Шліфування поверхні (4) на круглошліфувальному напівавтоматі.

Операція 065. Круглошліфувальна.

Шліфування поверхні (9) на круглошліфувальному напівавтоматі.

Операція 070. Круглошліфувальна.

Шліфування поверхні (14) на круглошліфувальному напівавтоматі.

2.5. Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів

Таблиця 2.6 - Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

№ п/п	Назва операції (переходу)	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
1	2	3	4
010	Токарно-карусельна з ЧПУ	1.Різець розточний. 2.Різець прохідний упорний.	Пристрій контрольний спеціальний
020	Токарно-карусельна з ЧПУ	1.Різець розточний. 2.Різець прохідний упорний.	Пристрій контрольний спеціальний
030	Розточна	1.Різець розточний.	Пристрій контрольний

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4
040	Спеціальна свердлильна	1.Свердло спіральне Ø18. 2.Зенкер. 3.Свердло спіральне Ø12,2. 4.Мітчик машинний М14. 5.Мітчик машинний М20 Р18.	1.Калібр-пробка. 2.Шаблон фасонний 2х45. 3.Шаблон фасонний 1.6х45. 4.Калібр-пробка 7Н
050	Спеціальна свердлильна	1.Свердло спіральне Ø17,35. 2.Свердло спіральне Ø6.7.	1.Калібр-пробка.
060	Радіально-свердлильна	1.Свердло спіральне Ø12. 2.Свердло спіральне Ø12,2. 3.Мітчик машинний М8. 4.Мітчик машинний М20. 5.Головка різенерізна	1.Калібр-пробка. 2.Калібр-пробка 7Н

2.6 Визначення міжопераційних припусків і проміжних розмірів

Розрахунок припусків аналітичним методом на обробку круглої зовнішньої поверхні $\varnothing 35k6 \left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$, Ra1,25. Заготовкою даної деталі є прокат гарячекатаний – квадрат зі стороною 40мм, підвищеної точності прокатки і точністю h14 допуск і відхилення складуть 0,62мм [4].

Технологічний маршрут обробки та переходи обробки заданої поверхні $\varnothing 35k6$ наступні:

1. Обточування при поздовжній подачі чорнове.
2. Обточування при поздовжній подачі напівчистове.
3. Шліфування кругле напівчистове.
4. Шліфування кругле чистове.

На токарній та шліфувальній операціях заготовка встановлюється в центрах. Тому, похибка встановлення на переходах в радіальному напрямку буде рівна нулю.

Мінімальний припуск на обробку заданої поверхні:

$$2Z_{i\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) \quad (2.12)$$

Для кожного переходу:

1) для обточування чорнового

$$R_{zi-1}=100\text{мкм};$$

$$T_{i-1}=75\text{мкм};$$

$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{жол}^2 + \rho_{\psi}^2}$ - сумарні значення просторових відхилень заготовок, що встановлюється в центрах;

$\rho_{жол} = \Delta k \cdot l$ - жолоблення заготовок з сортового прокату;

$\Delta k = 0,5\text{мкм} / \text{мм}$ - питома кривизна заготовки з прокату.

$$l = L / 2 = 200 / 2 = 100\text{мм}, \quad (2.13)$$

$$l = L / 2 = 1083 / 2 = 541,5\text{мм} - \text{довжина деталі};$$

де L – довжина деталі, мм

$$\text{Тоді, } \rho_{жол} = 0,5 \cdot 541,5 = 270,75\text{мкм}$$

$$\rho_{\psi} = \sqrt{\left(\frac{\delta}{2}\right)^2 + (0,25)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,62}{2}\right)^2 + (0,25)^2} = 0,4\text{мм} - \text{похибка зміщення.}$$

Визначаємо просторові відхилення:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{0,27^2 + 0,4^2} = 0,656\text{мм} = 656\text{мкм}$$

2) для обточування напівчистового

$$R_{z1}=80\text{мкм};$$

$$T_1=50\text{мкм};$$

Сумарне значення просторових відхилень складе:

$$\rho_1 = \rho_{i-1} \cdot K_y = 656 \cdot 0,06 = 39,36 \text{ мкм} \quad (2.14)$$

де $K_y = 0,06$ - коефіцієнт уточнення після обточування чорнового.

3) для шліфування напівчистового

$R_{zi-1} = 20 \text{ мкм};$

$T_1 = 30 \text{ мкм};$

Сумарне значення просторових відхилень складе:

$$\rho_2 = \rho_1 \cdot K_y = 39,36 \cdot 0,05 = 1,968 \text{ мкм} \approx 2 \text{ мкм} \quad (2.15)$$

де $K_y = 0,05$ - коефіцієнт уточнення після обточування напівчистового;

для шліфування чистового

$R_{zi-1} = 10 \text{ мкм};$

$T_{i-1} = 20 \text{ мкм}.$

Сумарне значення просторових відхилень складе:

$$\rho_3 = \rho_2 \cdot K_y = 2 \cdot 0,03 = 0,06 \text{ мкм} \quad (2.16)$$

де $K_y = 0,03$ - коефіцієнт уточнення після напівчистового шліфування.

Визначаємо мінімальні припуски для кожного переходу:

1) для обточування чорнового $2Z_{1\min} = 2(100 + 75 + 656) = 1662 \text{ мкм};$

2) для обточування напівчистового $2Z_{2\min} = 2(80 + 50 + 39,36) = 338,7 \text{ мкм};$

3) для шліфування напівчистового $2Z_{3\min} = 2(20 + 30 + 2) = 104 \text{ мкм};$

4) для шліфування чистового $2Z_{4\min} = 2(10 + 20) = 60 \text{ мкм}.$

Визначаємо розрахункові розміри для переходів у зворотньому ході технологічного процесу за формулою:

$$d_{p,1-i} = d_{\max \text{ деталі}} + 2Z_{i\min} \quad (2.17)$$

— для шліфування чистового $d_{p,4} = d_{\min \text{ деталі}} = 35 + 0,002 = 35,002 \text{ мм};$

— для шліфування напівчистового $d_{p,3} = d_{p,4} + 2Z_4 = 35,002 + 0,06 = 35,062 \text{ мм};$

— для обточування напівчистового $d_{p,2} = d_{p,3} + 2Z_3 = 35,062 + 0,104 = 35,166 \text{ мм};$

– для обточування чорнового $d_{p1} = d_{p2} + 2Z_2 = 35,166 + 0,339 = 35,505$ мм;

– для заготовки $d_{p.заг.} = d_{p.1} + 2Z_1 = 35,505 + 1,662 = 37,167$ мм,

Таблиця 2.7 – Розрахункові припуски і граничні розміри на механічну обробку отвору $\varnothing 35k6$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 40h7$	Елементи припуску, мкм				Розрахунковий припуск $2Z_{imin}$, мкм	Розрахунковий розмір $d_{p.i}$, мм	Допуск δ_i , мм	Граничний розмір, мм		Розрахункові граничні припуски, мкм	
	Rz	T	ρ	ε_y				$d_{min i}$	$d_{max i}$	$2Z_{imin}$	$2Z_{imax}$
Заготовка	100	75	656	—	—	37,167	0,62	37,17	37,79	—	—
Обточування чорнове	80	50	39,36	—	1662	35,505	0,25	35,51	35,76	1660	2030
Обточування напівчистове	20	30	2	—	338,7	35,166	0,1	35,17	35,27	340	490
Шліфування напівчистове	10	20	—	—	104	35,062	0,039	35,062	35,101	108	169
Шліфування чистове	1,25	—	—	—	60	35,002	0,016	35,002	35,018	60	83

Проводимо перевірку правильності проведених розрахунків за формулою:

$$2Z_{i \max} - 2Z_{i \min} = \delta D_{i-1} - \delta D_i \quad (2.18)$$

– для обточування чорнового $2Z_{1 \max} - 2Z_{1 \min} = 2,03 - 1,66 = 0,37$ мм

$$\delta D_{заг.} - \delta D_1 = 0,62 - 0,25 = 0,37 \text{ мм}$$

– для обточування напівчистового $2Z_{2 \max} - 2Z_{2 \min} = 0,49 - 0,34 = 0,15$ мм

$$\delta D_1 - \delta D_2 = 0,25 - 0,1 = 0,15 \text{ мм}$$

– для шліфування напівчистового $2Z_{3 \max} - 2Z_{3 \min} = 0,169 - 0,108 = 0,061$ мм

$$\delta D_2 - \delta D_3 = 0,1 - 0,039 = 0,061 \text{ мм}$$

– для шліфування чистового $2Z_{4 \max} - 2Z_{4 \min} = 0,083 - 0,06 = 0,023$ мм

$$\delta D_3 - \delta D_4 = 0,039 - 0,016 = 0,023 \text{ мм}$$

Отже, всі розрахунки проведені вірно.

На основі проведених розрахунків будемо схему графічного розташування припусків та допусків для обробки поверхні $\varnothing 35k6$.

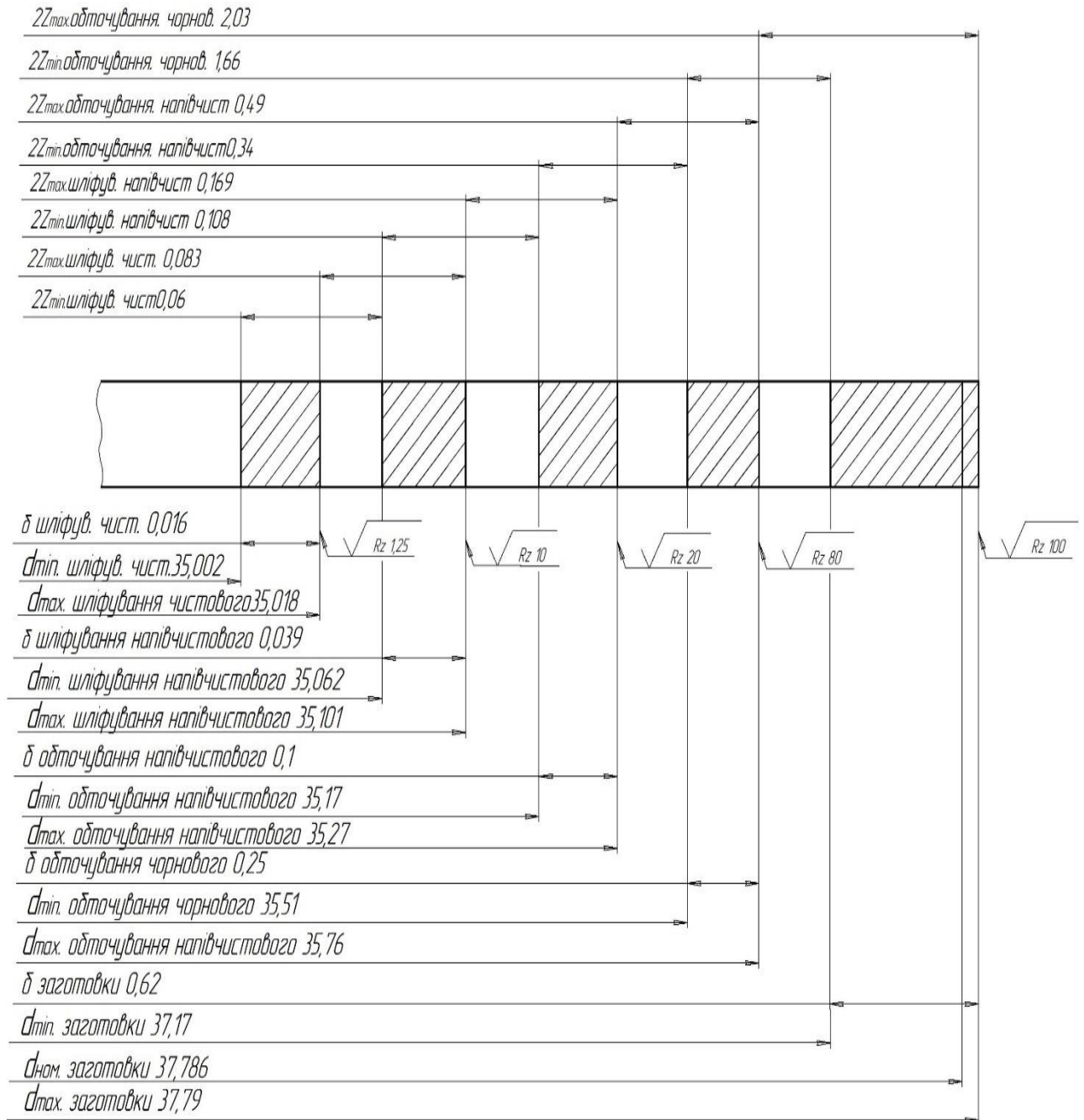


Рисунок 2.2 – Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку поверхні $\varnothing 35k6$.

Таблиця 2.8 – Розрахункові припуски і розміри табличним методом на механічну обробку.

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Торець 1083±0,5,					
Фрезерування торцевою фрезою	14	R _a 25	1	3,5X2=7	1083±0,5
Заготовка	14	R _a 25	2,5	7	1090±1,25
Кругла зовнішня поверхня ø35h11					
Обточування при поздовжній подачі, напівчистове	11	R _a 12,5	0,16	0,225X2=0,45	ø35h11(-0,16)
Обточування при поздовжній подачі, чорнове	13	R _a 20	0,39	2,275X2=4,55	ø35h13(-0,39)
Заготовка	14	R _a 25	0,62	5	ς40±0,31
Кругла зовнішня поверхня ø30h9					
Шліфування кругле, напівчистове	9	R _a 25	0,062	0,2X2=0,4	ø30h 9(-0,062)
Обточування при поздовжній подачі, напівчистове	11	R _a 25	0,16	0,225X2=0,45	ø30,4 h 11(-0,16)
Обточування при поздовжній подачі, чорнове	13	R _a 25	0,39	4,575X2=9,15	ø30,85h13(-0,39)
Заготовка	14	R _a 25	0,62	10	ς40±0,31
Різьбова поверхня М39х1,5-8g					
Обточування при поздовжній подачі, напівчистове	11	R _a 25	0,16	0,225X2=0,45	ø38,25h11(-0,16)
Обточування при поздовжній подачі, чорнове	13	R _a 25	0,39	0,65X2=1,3	ø38,7h13(-0,39)
Заготовка	14	R _a 25	0,62	1,75	ς40±0,31

2.8. Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірного інструменту

Таблиця 2.9 – Вибір ріжучого, допоміжного та вимірювального інструменту

Номер, назва операції, переходу	Інструмент		
	Ріжучий	Допоміжний	Вимірювальний
1	2	3	4
005 Фрезерно-центрувальна			
Перехід 2.			
Фрезерувати торці (12), (22)	Торцева насадна фреза з твердосплавними пластинами Ø100; z=10; B=39	Оправка з продовженою шпонкою і конічним хвостовиком	Лінійка ШМ-2-1600-Ш
Перехід 3.			
Свердлити центровий отвір в поверхні (12), (22)	Свердло центрувальне $\curvearrowright 5; \cdot 60^\circ$	Патрон свердлильний із комплекту верстату	—
010 Спеціальна токарна			
Однократне (чорнове) точіння поверхонь (1) ... (14), (17), (20).	Різець прохідний упорний; 25X20; BK6	Різцетримач поздовжнього супорта	ШЦ-1-125-0,1
015 Токарно-копіювальна			
Перехід 2.			
Напівчистова обробка поверхонь (1) ... (6), (20).	Різець прохідний упорний 25X20; T15K6; Різець рівчаків 30X25; T15K6; B=1,9; Різець рівчаків 30X25; T15K6; B=4	Різцетримач: -поздовжнього супорта; -поперечного супорта;	Шаблон рівчаків: -спеціальний (1,9); -спеціальний (4); Калібр-скоба одностороння двохгранна 35h11; ШЦ-1-125-0,1

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4
020 Токарно-копіювальна			
Перехід 2.			
Напівчистова обробка поверхонь (7) ... (11), (13), (14), (17).	Різець прохідний упорний 25X20; T15K6; Різець рівчачковий 30X25; T15K6; B=1,9; Різець рівчачковий 30X25; T15K6; B=4	Різцетримач: -поздовжнього супорта; -поперечного супорта;	Шаблон рівчачковий: -спеціальний (1,9); -спеціальний (4); Калібр-скоба одностороння двохгранична 35h11; ШЦ-1-125-0,1
025 Шпонково-фрезерна			
Фрезерувати пази (18); (19); одночасно.	Фреза шпонкова 2234-0355 D=6;T15K6	Патрон цанговий 1-50-6-90	ШЦ-1-125-0,1; ШТ-0-160
030 Шпонково-фрезерна			
Фрезерувати пази (15).	Фреза шпонкова 2234-4003 D=10;T15K6	Патрон цанговий 1-50-10-90 5	Пазовий калібр (10P9) 8154-4045-01; Калібр-призма (10P9) 8314-4019; ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89; ШТ-0-160
035 Горизонтально-фрезерна			
Фрезерувати паз (16).	Фреза дискова 80мм; 2240-0209	Оправка 6225-0145	ШЦ-1-125-0,1
040 Горизонтально-фрезерна			
Фрезерувати пази (21) (23).	Фреза кінцева Ø10; l=20; L=50; z=4	Патрон 6151-0002 МН25-64; Цанга 6113-0006 МН27-64	ШЦ-1-125-0,1; Калібр спеціальний 8338-4157
045 Різьбонакатувальна			
Накатати різьбу на поверхні (5), (8).	Роліки накатні М39Х1,5-8g	—	Калібр-кільце М39Х1,5-8g; Калібр-кільце М39Х1,5-8g;

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4
055 Токарно-гвинторізна			
Калібрувати різьбу (5) (8)	Різець різьбовий 25X16; T15K6	Різцетримач поздовжнього супорта	Калібр-кільце М39Х1,5-8g ; Калібр-кільце М39Х1,5-8g ;
060 Круглошліфувальна			
Шліфувати поверхню (4)	Круг абразивний ПП 600Х63Х305 25А40 ПС15К5 50 м/с А1кл.	—	Калібр-скоба односторонній двохграничний 35к6 1
065 Круглошліфувальна			
Шліфувати поверхню (9)	Круг абразивний ПП 600Х63Х305 25А40 ПС15К5 50 м/с А1кл.	—	Калібр-скоба односторонній двохграничний 35к6
070 Круглошліфувальна			
Шліфувати поверхню (14)	Круг абразивний ПП 600Х63Х305 25А40 ПС15К5 50 м/с А1кл.	—	Калібр-скоба односторонній двохграничний 30h9

2.9 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

015. Токарно-копіювальна [3].

2 перехід (точіння круглих зовнішніх поверхонь (1) (6) (20)).

1) Визначаємо глибину різання. При знятті припуску на один прохід

$$t_1 = h = 2,5 \text{ мм};$$

$$t_2 = h = 0,88 \text{ мм};$$

$$t_3 = h = 2,42 \text{ мм}$$

Для подальшого розрахунку вибираємо найбільшу глибину різання, тобто

$$t_1 = 2,5 \text{ мм}.$$

2) Призначаємо подачу,

Приймаємо середнє значення $S_o = 0,74 \text{ мм/об}$. Коректуємо вибрану подачу по паспорту верстата: $S_o = 0,7 \text{ мм/об}$.

3) Період стійкості різця:

Приймаємо $T=100\text{хв}$.

4) Швидкість головного руху різання:

$$V_u = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} S_0^{y_v}} \cdot K_v \quad (2.19)$$

де: $C_v = 340$; $X_v = 0,15$; $Y_v = 0,45$; $m = 0,2$ – коефіцієнти і показники степеня;

$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{uV} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{\phi 1V} \cdot K_{rV}$ – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$K_{MV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – коефіцієнт на оброблюваний матеріал;

$K_T = 1$ – коефіцієнт для матеріалу інструмента;

$n_v = 1$ – показник степеня;

$$K_{MV} = 1 \left(\frac{750}{730} \right)^1 = 1,03$$

$K_{uV} = 1$ – коефіцієнт на матеріал інструмента;

$K_{PV} = 0,9$ – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки;

$K_{\phi V} = 1$; $K_{\phi 1V} = 1,06$; $K_{rV} = 0,95$ – поправочні коефіцієнти;

$$K_v = 1,03 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 0,95 = 0,93$$

$$V_u = \frac{340}{100^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,93 = 124,18 \text{ м / хв}$$

5) Частота обертання шпинделя, яка відповідає знайдений швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V_u}{\pi \cdot D} \quad (2.20)$$

$$n = \frac{1000 \cdot V_u}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 124,18}{3,14 \cdot 40} = 988,69 \text{ хв}^{-1}$$

Коректуємо частоту обертання шпинделя по паспортних даних верстату

$$n_o = 990 \text{ хв}^{-1}$$

6) Дійсна швидкість головного руху різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (2.21)$$

$$V_{\partial} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 990}{1000} = 124,34 \text{ м / хв} = 2,07 \text{ м / с}$$

7) Потужність, яка затрачається на різання:

$$N_{\text{різ}} = P_z \cdot V_{\partial} \quad (2.22)$$

$$P_z = 10 \cdot C_{P_z} \cdot t^{X_{P_z}} \cdot S_0^{Y_{P_z}} \cdot V^{n_{P_z}} \cdot K_{P_z} \quad (2.23)$$

Для заданих умов обробки: $C_{P_z} = 300$; $X_{P_z} = 1,0$; $Y_{P_z} = 0,75$; $n_{P_z} = -0,15$;

Поправочні коефіцієнти:

$$K_{P_z} = K_{MP_z} \cdot K_{\varphi P_z} \cdot K_{\gamma P_z} \cdot K_{\lambda P_z} \cdot K_{r P_z}$$

$$K_{MP_z} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n - \text{коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу}$$

силові залежності;

$n = 0,75$ – показник степеня;

$$K_{MP_z} = \left(\frac{730}{750} \right)^{0,75} = 0,98$$

$K_{\varphi P_z} = 1,0$; $K_{\gamma P_z} = 1,0$; $K_{\lambda P_z} = 1,0$; $K_{r P_z} = 0,93$ – поправочні коефіцієнти, враховуючі вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента;

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 124,34^{-0,15} \cdot 0,98 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 2575,07 \text{ Н}$$

$$N_{\text{різ}} = 2575,07 \cdot 2,07 = 5330 \text{ Вт} = 5,33 \text{ кВт}$$

8) Визначаємо чи достатня потужність приводу верстата:

$$\text{У верстата 1Б732 } N_{\text{ун}} = N_{\partial} \cdot \eta = 55 \cdot 0,75 = 41,25 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}; 5,33 < 41,25, \text{ тобто обробка можлива.}$$

9) Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{Li}{nS_0} \quad (2.24)$$

$$i=1; n=990 \text{ хв}^{-1}; S_0=0,7 \text{ мм/об}$$

$$L=1+y+\Delta$$

$$l=106 \text{ мм} - \text{довжина різання};$$

$$y=1 \text{ мм} - \text{врізання різця}$$

$$\Delta=2 \text{ мм} - \text{перебіг різця}$$

$$L=106+1+2=109\text{мм.}$$

$$T_o = \frac{Li}{nS_0} = \frac{109 \cdot 1}{990 \cdot 0,7} = 0,16\text{хв}$$

015. Токарно-копіювальна.

2 перехід (точіння круглих зовнішніх поверхон 7 11 13 14 17).

- 1) Глибина різання. При знятті припуску на один прохід $t_1=h=2,5\text{мм}$;
 $t_2=h=0,88\text{мм}$;
 $t_3=h=2,42\text{мм}$;
 $t_4=h=4,575\text{мм}$

Для подальшого розрахунку вибираємо найбільшу глибину різання, тобто $t_4=4,575\text{мм}$.

2) Подача. Приймаємо середнє значення $S_0=0,74\text{мм/об}$. Коректуємо вибрану подачу по паспорту верстата: $S_0=0,7\text{мм/об}$.

3) Період стійкості різця. Приймаємо $T=100\text{хв}$.

4) Швидкість головного руху різання:

$$V_u = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} S_0^{y_v}} \cdot K_v$$

де: $C_v = 340$; $X_v = 0,15$; $Y_v = 0,45$; $m = 0,2$ – коефіцієнти і показники степеня;

$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{uV} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{\phi 1V} \cdot K_{rV}$ – загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$K_{MV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – коефіцієнт на оброблюваний матеріал;

$K_T = 1$ – коефіцієнт для матеріалу інструмента;

$n_v = 1$ – показник степеня;

$$K_{MV} = 1 \left(\frac{750}{730} \right)^1 = 1,03$$

$K_{uV} = 1$ – коефіцієнт на матеріал інструмента;

$K_{ПВ} = 0,9$ – коефіцієнт враховуючий стан поверхні заготовки;

$K_{\phi V} = 1$; $K_{\phi 1V} = 1,06$; $K_{rV} = 0,95$ – поправочні коефіцієнти, враховуючі вплив

параметрів різця на швидкість різання;

$$K_v = 1,03 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 0,95 = 0,93$$

$$V_u = \frac{340}{100^{0,2} \cdot 4,575^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,93 = 117,62 \text{ м/хв}$$

5) Частота обертання шпинделя, яка відповідає знайдений швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V_u}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 117,62}{3,14 \cdot 40} = 936,46 \text{ хв}^{-1}$$

Встановлюємо дійсну частоту обертання $n_\delta = 950 \text{ хв}^{-1}$

6) Дійсна швидкість головного руху різання:

$$V_\delta = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 950}{1000} = 119,32 \text{ м/хв} = 1,99 \text{ м/с}$$

7) Потужність, яка затрачається на різання:

$$N_{\text{різ}} = P_z \cdot V_\delta$$

$$P_z = 10 \cdot C_{P_z} \cdot t^{X_{P_z}} \cdot S_0^{Y_{P_z}} \cdot V^{n_{P_z}} \cdot K_{P_z}$$

Для заданих умов обробки: $C_{P_z} = 300$; $X_{P_z} = 1,0$; $Y_{P_z} = 0,75$; $n_{P_z} = -0,15$;

Враховуємо поправочні коефіцієнти на силу різання:

$$K_{P_z} = K_{MP_z} \cdot K_{\phi P_z} \cdot K_{\gamma P_z} \cdot K_{\lambda P_z} \cdot K_{rP_z}$$

$K_{MP_z} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$ — коефіцієнт, який враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності;

$n = 0,75$ — показник степеня;

$$K_{MP_z} = \left(\frac{730}{750} \right)^{0,75} = 0,98$$

$K_{\phi P_z} = 1,0$; $K_{\gamma P_z} = 1,0$; $K_{\lambda P_z} = 1,0$; $K_{rP_z} = 0,93$ — поправочні коефіцієнти, які враховують

вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента;

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4,575^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 119,32^{-0,15} \cdot 0,98 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 4712,38 \text{ Н}$$

$$N_{\text{різ}} = 4712,38 \cdot 1,99 = 9377 \text{ Вт} = 9,38 \text{ кВт}$$

8) Визначаємо чи достатня потужність приводу верстата:

У верстата 1Б732 $N_{\text{шт}} = N_\delta \cdot \eta = 55 \cdot 0,75 = 41,25 \text{ кВт}$;

$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{ун}}; 9,38 < 41,25$, тобто обробка можлива.

9) Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{Li}{nS_0}$$

$i=1; n=950 \text{ хв}^{-1}; S_0=0,7 \text{ мм/об}$

$L=l+y+\Delta$

$l=141 \text{ мм}$ - довжина різання;

$y=2 \text{ мм}$ - врізання різця

$\Delta=2 \text{ мм}$ – перебіг різця

$L=141+2+2=145 \text{ мм}$.

$$T_o = \frac{Li}{nS_0} = \frac{145 \cdot 1}{950 \cdot 0,7} = 0,22 \text{ хв}$$

На всі решта операції та переходи режими різання рахуємо табличним методом та представляємо у вигляді таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Зведена таблиця режимів різання

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _m , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _m , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Фрезерно-центрувальна										
Перехід 2.										
Фрезерувати поверхні (12), (22), витримуючи розміри 1083±0,5	3,5	47,2	1	180	—	712	223,57	400	0,12	7,2

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 3.										
Свердлити центрові отвори в поверхні (12), (22), витримуючи розміри 5H14	—	17,6	1	30	0,12	710	26,75	—	0,21	0,58
010 Спеціальна токарна										
Перехід 2.										
Точити чорнові поверхні (1) ... (6), (20) витримуючи розміри 40 ^{-0,62}	4,2	109,8	2	50	0,2	600	106,6	—	1,83	3,84
Перехід 4.										
Точити чорнові поверхні (7) ... (11), (13) (14), (17) витримуючи розміри 40 ^{-0,62}	4,2	144,8	2	50	0,2	600	106,6	—	2,41	3,84
015 Токарно-копіювальна										
Перехід 2.										
Точити поверхні (1) ... (6), (20) витримуючи розміри Ø35 ^{-0,16} , Ø35 ^{-0,1} , Ø38,25 ^{-0,16} , 1,9 ^{+0,17} , Ø33 ^{-0,25} , Ø36,8 ^{-0,62} , 4 ^{+0,3}	2,5	109,05	1	100	0,7	990	124,34	—	0,16	5,33

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
020 Токарно-копіювальна										
Перехід 2.										
Точити поверхні (7) ... (11), (13), (14), (17), витримуючи розміри Ø35 _{-0,16} , Ø35 _{-0,1} , Ø38,25 ₋ 0,16, Ø30,4 _{-0,16} , 1,9 ^{+0,17} , Ø33 _{-0,25} , Ø36,8 _{-0,62} , 4 ^{+0,3} .	4,575	144,92	1	100	0,7	950	119,32	—	0,22	9,38
025 Шпонково-фрезерна										
Перехід 2.										
Фрезерувати шпонкові пази (18), (19) витримуючи розміри 6Н14 ^(+0,36)	0,2	27	20	120	—	1200	22,6	315	1,71	0,009
030 Шпонково-фрезерна										
Перехід 2.										
Фрезерувати шпонковий паз (15) витримуючи розміри 10Р9 ^(+0,36)	0,2	28	27	60	—	375	11,8	250	3,02	0,005
035 Горизонтально-фрезерна										
Перехід 2.										
Фрезерувати паз (16) витримуючи розмір 28 _{-0,2}	2	60	1	60	—	125	32	63	0,95	0,3
040 Горизонтально-фрезерна										
Перехід 2.										
Фрезерувати паз (21), (23) витримуючи розмір 10Н14	5	97	1	60	—	800	25,12	400	0,24	0,4
045 Різьбонакатувальна										
Перехід 2.										
Накатати різьбу (5) витримуючи розміри М39Х1,5-8g	—	35	1	—	1,5	25	—	—	0,25	—
Перехід 4.										
Накатати різьбу (8) витримуючи розміри М39Х1,5-8g	—	35	1	—	1,5	25	—	—	0,25	—

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
055 Токарно-гвинторізна										
Перехід 2.										
Калібрувати різьбу (5) витримуючи розміри М39Х1,5-8g	—	35	1	50	1,5	80	10	—	0,71	—
Перехід 4.										
Калібрувати різьбу (8) витримуючи розміри М39Х1,5-8g	—	35	1	50	1,5	80	10	—	0,71	—
060										
Круглошліфувальна										
Перехід 2.										
Шліфувати круглу зовнішню поверхню (4) витримуючи розміри $\bigcirc 35k6^{(+0,018)}_{(+0,002)}$	0,35	38	—	—	0,3	140	15,4	—	1,8	0,5
065										
Круглошліфувальна										
Перехід 2.										
Шліфувати круглу зовнішню поверхню (9) витримуючи розміри $\bigcirc 35k6^{(+0,018)}_{(+0,002)}$	0,35	38	—	—	0,3	140	15,4	—	1,8	0,5
070										
Круглошліфувальна										
Перехід 2.										
Шліфувати круглу зовнішню поверхню (14) витримуючи розміри $\bigcirc 30h9^{(-0,052)}$	0,35	45	—	—	0,3	140	13,5	—	1,5	0,5

Таблиця 2.12 - Вибір обладнання та оснащення

№ операції	Назва операції	Назва і модель верстату	Пристосування
005	Фрезерно-центрувальна	Фрезерно-центрувальний напівавтомат мод. МР-73М	Спеціальне із пневмозатиском
010	Спеціальна токарна	Спеціальний токарно-центровий верстат мод. РТ-446	Центр ГОСТ 13214-79
015	Токарно-копіювальна	Токарно-копіювальний багаторізцевий напівавтомат мод. 1Б732	Центр ГОСТ 13214-79
020	Токарно-копіювальна	Токарно-копіювальний багаторізцевий напівавтомат мод. 1Б732	Центр ГОСТ 13214-79
025	Шпонково-фрезерна	Шпонково-фрезерний напівавтомат мод. ДФ-82А	Спеціальне із пневмозатиском
030	Шпонково-фрезерна	Шпонково-фрезерний напівавтомат мод. 692Р	Спеціальне із пневмозатиском
035	Горизонтально-фрезерна	Горизонтально-фрезерний верстат мод. 6Р82Г	Пневмолещата ГОСТ 14904-80
040	Горизонтально-фрезерна	Горизонтально-фрезерний верстат мод. 6Р82Г	Спеціальне із пневмозатиском

Продовження таблиці 2.12			
045	Різьбо- накатуваль на	Різьбонакатувальни й напівавтомат мод. UPWs-25	Спеціальна підставка
055	Токарно- гвинторізн а	Токарно- гвинторізний верстат мод. 1М63	Патрон із пневмозатиском ; Центр ГОСТ 8742- 75
060	Кругло- шліфуваль на	Круглошліфувальн ий напівавтомат мод. 3А164	Центр ГОСТ 13214-79; Напівцентр ГОСТ 2576-79; Хомутик ГОСТ 16488-76
065	Кругло- шліфуваль на	Круглошліфувальн ий напівавтомат мод. 3А164	Центр ГОСТ 13214-79; Напівцентр ГОСТ 2576-79; Хомутик ГОСТ 16488-76
070	Кругло- шліфуваль на	Круглошліфувальн ий напівавтомат мод. 3А164	Центр ГОСТ 13214-79; Напівцентр ГОСТ 2576-79; Хомутик ГОСТ 16488-76

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Вибір технологічного оснащення

Призначення, будова і принцип роботи проектного пристосування. Дане пристосування використовується для фрезерування паза 10H14. Воно складається з таких основних елементів як корпус 3, який служить для закріплення пристосування в т-подібних пазах столу верстата, пневмоциліндр, за допомогою якого здійснюється затиск і розтиск деталі. Установними елементами в пристосуванні служать призма і 2 штирі, які позиціонують деталь в потрібному положенні. Встановивши деталь в пристосуванні необхідно ручку пневморозподільвача повернути в положення 1. Таким чином повітря почне надходити в пневмоциліндр, який в свою чергу почне давити на важіль 9. Далі важіль почне переміщувати шток, який за допомогою планки 4 буде здійснювати затиск в пристосуванні. В якості установчих елементів для базування заготовки служить призма, яка позбавляє чотирьох ступеней вільності. Крім цього деталь базується з упором в торець, який позбавляє один ступінь вільності. Шосту ступінь вільності позбавляє планка 4, яка зтискає деталь. Розтиск деталі здійснюється при переміщенні ручки пневморозподільвача в положення 2. Тоді повітря почне надходити в пневмоциліндр в зворотньому напрямку [1].

3.2 Розрахунок похибки установки деталі

Похибка установки деталі визначається по формулі:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2} \quad (3.1)$$

Похибка установки виникає при встановленні оброблюваної деталі в пристосування.

ε_6 — похибка базування, виникає при неспівпаданні установочної і вимірювальних баз і залежить від допуску і похибки форми базових поверхонь;

ε_3 – похибка закріплення, виникає в результаті зміщення оброблюваної поверхні заготовки від осі затискної сили;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – похибка пристосування.

Отже, в інженерних розрахунках похибка пристосування приймається $\varepsilon_{\text{пр}} = 150 \text{ мкм}$ – для пристосування нормальної точності;

Дане пристосування, а саме пристосування 2^о місце для фрезерування пазів 10Н14.

В якості установчих елементів для базування заготовки служить призма, яка позбавляє чотирьох ступеней вільності. Крім цього деталь базується з упором в торець, який позбавляє одну ступінь вільності. Шосту ступінь вільності позбавляє планка, яка притискає деталь.

Похибка базування при установці деталі на призму визначається за формулою:

$$S_{\theta} = 0,5 \cdot Td \cdot \frac{1}{\sin \alpha} \quad (3.2)$$

де Td – допуск на діаметр на який базується деталь.

$$Td = es - ei - \text{допуск діаметра вала.} \quad (3.3)$$

$$d = 35h11(-0,16)$$

$$Td = 0 - (-0,16) = 0,16 \text{ мм};$$

$$\sin \alpha = \sin 45^\circ = 0,7$$

$$S_{\theta} = 0,5 \cdot 0,16 \cdot \frac{1}{0,7} = 0,11$$

Оскільки закріплення здійснюється пневмоприводом, то похибка закріплення буде мати $\varepsilon_3 = 0,04 \text{ мм}$;

$$\text{Тому: } \varepsilon_y = \sqrt{0,11^2 + 0,15^2 + 0,04^2} = 0,22 \text{ мм.}$$

Обробка в пристосуванні можлива, якщо буде справджуватися умова:

$$\varepsilon_y \leq \varepsilon_{y.\text{дон.}} \quad (3.4)$$

де допустима похибка установки:

$$\varepsilon_{y.\text{дон.}} = T - \Delta \quad (3.5)$$

де T – допуск на розмір $10H14(^{+0,43})$, отже $T=0,43\text{мм}$;

Δ - допуск на половину діаметра, на який встановлюється деталь $17,5h11(^{-0,11})$, тому $\Delta=0,11\text{мм}$.

Отже $\varepsilon_{y,\text{дон.}} = 0,43 - 0,11 = 0,32\text{ мм}$

Оскільки $0,22 < 0,32$, то умова справджується і обробка в даному пристосуванні можлива.

3.3 Розрахунок сил затиску деталі та перевірочний розрахунок силового механізму приводу для затиску

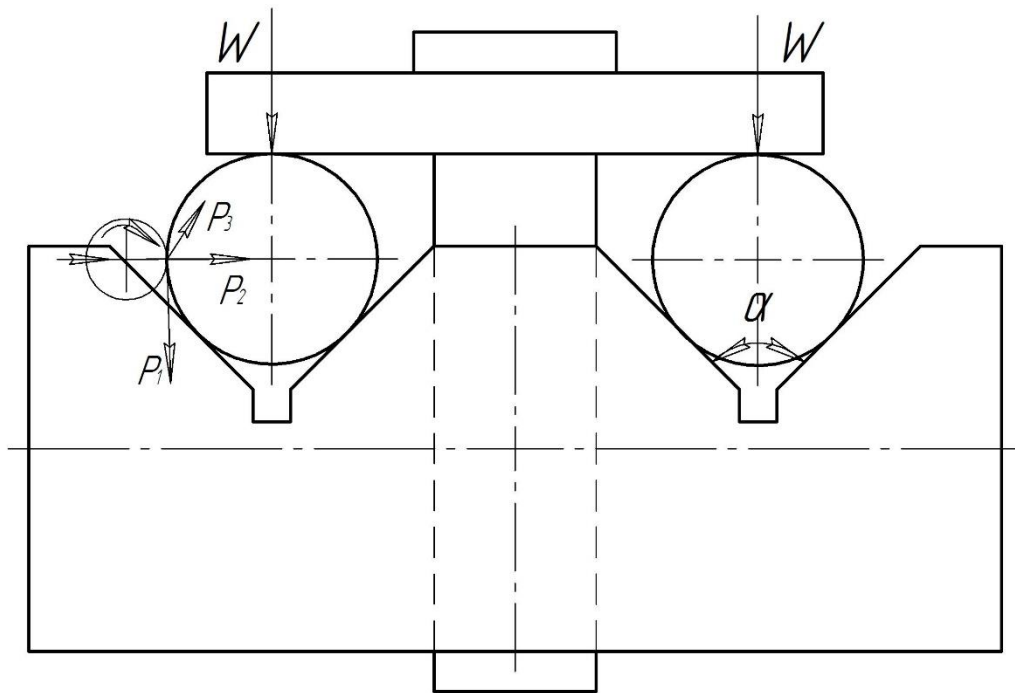


Рисунок 3.1 – Схема дії сил затиску деталі в пристосуванні

Величину сили затиску, яка необхідна для затиску деталі визначаємо за формулою [2]:

$$W = \frac{K}{f} \sin \alpha / 2 \sqrt{P_1 + P_2 + P_3}, \quad [11] \text{ С.241}; \quad (3.6)$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.7)$$

де, K_0 – коефіцієнт гарантованого запасу, $K_0 = 1,5$, [4] С.152;

K_1 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок випадкових нерівностей на поверхні, що обробляється;

K_2 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту;

K_3 – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при неперервному різанні;

K_4 – коефіцієнт, що характеризує постійність сили затиску.

Для приводу з пневмозатиском $K_4 = 1,0$;

K_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку, не впливає на привід з пневмозатиском, $K_5 = 1,0$;

K_6 – коефіцієнт, що враховує при наявності моментів, що намагаються повернути заготовку, що встановлена плоскою площиною на постійні опори,

$K_6 = 1,0$;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,34 ;$$

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,25$

α - половина кута призми, $\alpha = 45^\circ$

приймаємо $K = 2,5$

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot v_\partial}{1020 \cdot 60} \quad (3.8)$$

$$P_1 = P_z = \frac{N_{\text{різ}} \cdot 1020 \cdot 60}{v_\partial} = \frac{0,4 \cdot 1020 \cdot 60}{25,12} = 974,52 H$$

$$P_2 = P_1 \cdot 0,3 = 974,52 \cdot 0,3 = 292,36 H$$

$$P_3 = P_1 \cdot 0,5 = 974,52 \cdot 0,5 = 487,26 H$$

$$W = \frac{2,5}{0,25} \sin 45 / 2 \sqrt{974,52_1 + 292,36 + 487,26} = 7896,63 H = 7,9 \text{ кН}$$

Діаметр пневмоциліндра визначаю за формулою:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot p \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7896,63}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 158,7 \text{ мм} \quad (3.9)$$

Приймаємо $D_{\text{ц}} = 160 \text{ мм}$.

Розрахунок сили, яку розвиває пристосування визначаємо за формулою:

$$Q = (W \cdot \frac{l_1}{\eta}) \cdot \frac{l_3}{l_2} \cdot \frac{1}{\eta_1} \quad (3.10)$$

l_1, l_2, l_3 - плечі, які необхідні для визначення сили затиску;

$$l_1 = 60 \text{ мм} = 0,06 \text{ м};$$

$$l_2 = 193 \text{ мм} = 0,193 \text{ м};$$

$$l_3 = 144 \text{ мм} = 0,144 \text{ м};$$

η і η_1 - коефіцієнт, враховуючий втрати від тертя в шарнірі верхнього і нижнього прихвату; $\eta = \eta_1 = 0,16$,.

$$Q = (7896,63 \cdot \frac{0,06}{0,16}) \cdot \frac{0,144}{0,193} \cdot \frac{1}{0,16} = 13808,87 \text{ Н} = 13,8 \text{ кН}$$

Пристосування буде працювати, коли буде виконуватися умова:

$$Q \geq W \quad (3.11)$$

Оскільки $13,8 > 7,9$, то пристосування виконано правильно і буде працювати.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Атмосферні стихійні лиха

До атмосферних стихійних відносять:

1. Урагани. Ми живемо на дні великого повітряного океану, який розташований навколо земної кулі. Глибина цього океану 1000 км, називається він атмосферою.
2. Вітри - це так звані “прилади-змішувачі”, вони забезпечують обмін між забрудненим повітрям міст та чистим, насиченим киснем полів, лісів, теплим екваторіальним та холодним повітрям полярних областей; розганяють хмари і приносять дощові хмари на поля, на яких без них нічого б не росло.

Вітер - це один з найважливіших компонентів життя. Але він може бути і руйнівним, набагато небезпечнішим від багатьох стихій.

Якщо швидкість вітру досягає 32 м/с, то це - ураган. Ураганами називають також тропічні циклони, які виникають в Тихому океані поблизу узбережжя Центральної Америки. На Далекому Сході і в районах Індійського океану урагани (циклони) мають назву тайфунів. Суть усіх явищ одна. Ураган, тайфун, тропічний циклон - це велетенські віхоли нашої планети.

3. Смерчі. Досить небезпечне явище - смерчі, вони трапляються частіше, ніж урагани й тайфуни. Щорічно в Америці спостерігається близько 900 смерчів, які там називають торнадо. Найчастіше це стихійне лихо трапляється на території штатів Техас і Огайо, де від нього гине в середньому 114 осіб на рік. Смерч спричиняє нищення будівель, пожежі, руйнування різноманітної техніки, вихрові рухи повітряних потоків смерчу здатні піднімати машини, потяги, мости тощо.

- з дахів та балконів забрати предмети, які при падінні можуть травмувати людину;
- в будівлях необхідно триматися подалі від вікон, щоб не отримати травми від осколків розбитого скла;

- найбезпечнішими місцями під час урагану є підвали, сховища, метро та внутрішні приміщення перших поверхів цегляних будинків;
- коли ураган застав людину на відкритій місцевості, найкраще знайти укриття в западині (ямі, яру, канаві);
- ураган може супроводжуватись грозою, необхідно уникати ситуацій, при яких збільшується ймовірність ураження блискавкою: не стояти під окремими деревами, не підходити до ліній електропередач тощо.

4. Пожежі. Причинами виникнення пожеж є недбала поведінка людей з вогнем, порушення правил пожежної безпеки, природні явища (блискавка, посуха). Відомо, що 90% пожеж виникає з вини людини і тільки 7-8% спричинені блискавками.

Пожежі - це неконтрольований процес горіння, який викликає загибель людей та нищення матеріальних цінностей.

Під час пожеж вигорає родючий шар ґрунту, який утворювався протягом тисячоліть. Після пожеж у гірських районах розвиваються ерозійні процеси, а в північних - відбувається заболоченість лісових земель. Основними видами пожеж як стихійних лих, які охоплюють великі території (сотні, тисячі, мільйони гектарів), є ландшафтні пожежі - лісові і степові.

Лісові пожежі поділяють на низові, верхові, підземні. За інтенсивністю горіння лісові пожежі поділяються на слабкі, середні, сильні.

Підземні пожежі виникають як продовження низових або верхових лісових пожеж і розповсюджуються на шар торфу, який знаходиться на глибині 50 см.

Степові (польові) пожежі виникають на відкритій місцевості, де є суха пожухла трава або збіжжя, яке дозріло. Вони мають сезонний характер і частіше бувають влітку, рідше навесні й практично відсутні взимку. Швидкість їх розповсюдження може досягати 20-30 км/год.

Основними заходами боротьби з лісовими низовими пожежами є:

- засипання вогню землею;
- заливання водою (хімікатами);
- створення мінералізованих протипожежних смуг.

4.2 Мікроклімат виробничих приміщень, його вплив на організм працівника і заходи щодо зниження його негативного впливу

На підприємствах на самопочуття, стан здоров'я людини впливає мікроклімат виробничих приміщень, який визначається дією на організм людини температури, вологості, рухомості повітря і теплового випромінювання. Виробничий мікроклімат, як правило, відрізняється значною мінливістю, нерівномірністю по горизонталі та вертикалі, різноманітністю сполучень температури, вологості, рухомості повітря, інтенсивності випромінювання залежно від особливостей технології виробництва, кліматичних особливостей місцевості, конструкцій споруд, організації повітрообміну із зовнішнім середовищем.

Джерелами теплоти повітря на виробництві є:

- технологічне устаткування, яке має високі температури нагріву (плавильні, сушильні печі, котли, паропроводи та ін.);
- нагріті до високих температур деталі й розплавлені матеріали, наприклад метал, скло;
- теплова енергія, яка виділяється рухомими механізмами.

Тепло від усіх цих джерел викликає значне підвищення температури повітря у робочих приміщеннях. Наприклад, у гарячих цехах у теплий період року температура повітря може досягати 40 °С. Високий температурний режим спостерігається в мартенівських цехах у металургії, термічних і ливарних цехах у машинобудуванні, у фарбувальних, сушильних цехах тощо. На деяких виробництвах люди працюють при зниженій температурі (на складах, у суднобудівній промисловості, елеваторах).

Технологічні процеси, пов'язані з підвищеною вологістю, мають місце на підприємствах харчової промисловості (на молоко- та м'ясокомбінатах), заводах з обробки шкіри, у гальванічних і травильних відділеннях у машинобудуванні тощо.

Для вимірювання параметрів мікроклімату використовуються різні прилади:

ртутні та спиртові термометри (для вимірювання температури), психрометри (для визначення відносної вологості повітря), анемометри й кататермометри (для встановлення швидкості руху повітря).

Результати досліджень свідчать про те, що у виробничих умовах усі метеорологічні фактори впливають на людину одночасно. Тому важливо виявити їх сумарний вплив на працівника. Одним із способів оцінки сумарного впливу метеорологічних факторів є спосіб обліку ефектних і еквівалентно-ефективних температур. Показник ефективної температури включає вплив температури і вологості повітря на людину на робочому місці.

Визначення температури здійснюється таким чином. За допомогою лінійки з'єднують точки на шкалі номограми, відповідні показанням сухого і мокрого термометрів психрометра. У місці перетину одержаної лінії з лінією швидкості руху повітря буде точка ефективної температури нерухомого повітря й еквівалентно-ефективної температури рухомого повітря. Наприклад, вологий термометр психрометра показує 15°C і сухий — 25°C , що відповідає 21°C градусу ефективної температури нерухомого повітря при швидкості руху повітря $1,5\text{ м/сек}$. У цьому разі еквівалентно-ефективна температура дорівнює 19°C .

Розрізняють оптимальні, допустимі та шкідливі мікрокліматичні умови.

Розглядаючи механізми впливу метеорологічних факторів виробничого середовища (температури, вологи, швидкості руху повітря, чинності променевої енергії нагрітих деталей і агрегатів) на людину, маємо на увазі, що людський організм прагне підтримати відносну динамічну сталість своїх функцій за різноманітних метеорологічних умов. Ця сталість забезпечує насамперед один з найважливіших фізіологічних механізмів — механізм терморегуляції. Вона спостерігається при певному співвідношенні теплоутворення (хімічної терморегуляції) і тепловіддачі (фізичної терморегуляції).

Відомо, що надлишкова вологість повітря негативно впливає на механізм терморегуляції організму. Особливо шкідливою є вологість повітря, яка перевищує $70\text{—}75\%$ за температури 30°C і більше. Фізична робота в умовах підвищеної

температури призводить до прискорення серцебиття, зниження артеріального тиску. За низької температури може статися переохолодження організму, що спричинить простудне захворювання.

Згідно з результатами досліджень людина є працездатною і нормально себе почуває, якщо температура навколишнього повітря не виходить за межі 18—20 °С, відносна вологість — 40—60 %, швидкість руху повітря — 0,1—0,2 м/с.

Висока температура послаблює організм, викликає млявість, а низька — сковує рухи, що при обслуговуванні машин спричиняє підвищену небезпеку травмування. За високої температури та вологості може статися перегрів тіла, навіть тепловий удар. Він може бути викликаний також інфрачервоним випромінюванням.

Теплові апарати, що використовуються на підприємствах, є джерелом інфрачервоного випромінювання. Останнє негативно впливає на функціональний стан нервової системи, викликає зміни у серцево-судинній системі, негативно впливає на очі, викликає кон'юнктивіт, помутніння рогівки й таке професійне захворювання, як катаракта.

Зниження негативного впливу мікроклімату можна досягти за рахунок вжиття таких заходів:

- впровадження раціональних технологічних процесів (наприклад, заміни гарячого способу обробки металу холодним);
- механізації та автоматизації виробничих процесів;
- дистанційного управління, що дозволяє вивести людину в більшості випадках з несприятливих умов;
- захисту працівників різними видами екранів;
- раціональної теплової ізоляції устаткування;
- раціонального розміщення устаткування;
- ефективного планування і конструкторського рішення виробничих приміщень (гарячі цеха розміщуються в одноповерхових приміщеннях);
- раціональної вентиляції та опалювання;
- раціоналізації режимів праці й відпочинку, перерви;

— спеціального питного режиму (забезпечення білково-вітамінними напоями, хлібним квасом, підсоленою водою). Працівники гарячих цехів отримують газовану підсолону воду (з вмістом від 0,2 до 0,5 % хлористого натрію). Пиття такої води зменшує спрагу, потовиділення, сприяє зниженню температури тіла, покращує самопочуття і працездатність;

— застосування спецодягу.

Захист від інфрачервоного випромінювання забезпечують пристрої: огорожувальні, герметизуючі, теплоізолюючі, знаки безпеки, дистанційне управління.

Зниження інтенсивності теплового випромінювання досягається застосуванням різних екранів (водяних завісів, скла, сітки), теплоізоляційних матеріалів (азбесту, скловати), а також індивідуальними засобами; збільшенням відстані між джерелом випромінювання та робочим місцем.

Заходи захисту працівників від переохолодження у виробничих умовах передбачають: створення захисних споруд від вітру на відкритих майданчиках, застосування пристроїв місцевого опалення на постійних робочих місцях, установа періодичних перерв у роботі, обладнання спеціальних приміщень для обігріву, використання спецодягу з достатнім тепловим опором. Надійним захистом від холодного повітря є також повітряна завіса.

ВИСНОВКИ

У результаті кваліфікаційний роботі бакалавра , виконане наступне:

- проаналізовано діючий варіант виготовлення деталі, виявлені недоліки і вказані шляхи їх усунення;
- запропоновано нова більш точна і металомістка заготовка деталі;
- проведено структурний аналіз можливих варіантів технологічного процесу виготовлення деталі, вибраний оптимальний по собівартості варіант;
- для нового варіанту заготовки розраховані величини загальних і проміжних припусків операційних розмірів;
- для нового ТП визначені режими різання, норми часу та операційної механічної обробки;
- вибрано нове технологічне оснащення.

ПЕРЕЛІК ПОСЛАНЬ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1975.
2. Антонюк В.Е. Справочник конструктора по расчету и проектированию приспособлений. - Минск: Беларусь, 1979.
3. Горбачев А.Ф. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск.: Высшая школа, 1970.
4. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навч. посібник – К.: ІСДО, 1996 – 300 с.
5. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
6. Грабченко А.І., Узунян М.Д., Зубкова Н.В та ін. Розрахунок найвигідніших режимів різання при точінні. Харків НТУ «ХП» 2014. 87 с.
7. Григурко І. О., Брендюля М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2011. 768 с.
8. Джигерей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. Вид. 2-ге, стер. Київ : Знання, 2002. 203 с.
9. Жарков Н. В., Прокди Р. Г., Финков М. В. AutoCAD 2014 : посібник. Санкт-Петербург : Наука и техника, 2014. 624 с.
10. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В., Дячун А. Є. Механоскладальні дільниці та цехи : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 40 с.
11. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
12. 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.
13. 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.Пулюя, 2019. – 240с.
14. Маталин А.А. Технология машиностроения.– Л. – М., 1985. – 496 с.
15. Міренський І.Г. Основи технології машинобудування: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 207. 275 с.
16. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навч. посіб. / Ж. П. Дусанюк та ін. Вінниця, 2009. 199 с.
17. Локтев А. Д. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник. В 2 т. Москва : Машиностроение, 1991.
18. Солнцев Ю. П. Материаловедение : учебник для вузов. Санкт-Петербург : Химиздат, 2007. 784