

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
деталі “Кільце 716.486.005”

Виконав: студент IV курсу, групи МПз-41
спеціальності 131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва спеціальності)

Політаєв Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Дячун А.Є.
(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)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

“Розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі “Кільце 716.486.005” студента групи МПЗ-41 Політаєва Д.В. Керівник роботи - кандидат техн. наук, доцент Дячун А.Є.

Мета роботи – спроектувати технологічний процес механічного оброблення кільця 716.486.005.

У першому розділі встановлено, що за якісними та кількісними показниками “Кільце 716.486.005” є технологічним. Проведено аналіз креслення, технічних вимог та матеріалу деталі. Встановлено, що базовий технологічний процес механічного оброблення деталі “Кільце 716.486.005” відповідає дрібносерійному типу виробництва і має характерні параметри, пов’язані із організацією виробництва і забезпеченням технологічним устаткуванням. Продуктивність базового технологічного процесу є не достатньою для забезпечення річної програми випуску, що відповідає середньосерійному типу виробництва, тому виникає необхідність у зміні технологічного процесу.

У другому розділі визначено тип виробництва – середньосерійний, використовуючи розрахунковий спосіб, на основі даних із базового технологічного процесу щодо витрат часу на виготовлення деталі та визначення коефіцієнта закріплення операцій. На основі розрахунків коефіцієнтів використання матеріалу а також аналізу показників якості поверхонь двох способів виготовлення заготовки для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі вибрано спосіб формування заготовки - лиття під тиском.

Проведено вибір устаткування, інструментів, розрахунок припусків, режимів різання та технічних норм часу. Спроектовано технологічний процес механічного оброблення кільця 716.486.005.

У третьому розділі для токарної обробки поверхонь деталі “Кільце 716.486.005” на 010 токарній з ЧПК операції спроектовано та розраховано спеціальний патрон, що встановлюється на токарному верстаті з ЧПК.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці.

ЗМІСТ

Вступ	
1 Загально-технічна частина	
1.1. Службове призначення деталі	
1.2. Аналіз технічних вимог деталі.....	
1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
1.4. Аналіз базового технологічного процесу.....	
1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу.....	
2 Технологічна частина	
2.1. Визначення типу виробництва.....	
2.2. Вибір способу одержання заготовки.....	
2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі.....	
2.5. Визначення припусків на оброблення.....	
2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу.....	
3 Конструкторська частина	
3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі.....	
3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі.....	
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	
4.1. Інструкції з охорони праці на підприємстві. Основні вимоги і порядок розроблення.....	
4.2. Техніка безпеки при роботі на свердлильних та токарних верстатах...	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки	

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі спроектовано технологічний процес механічного оброблення деталі “Кільце 716.486.005” відповідно до середньосерійного типу виробництва. Деталь використовується як один із елементів світлодіодного промислового світильника для виробничих підприємств, складів, шахт тощо, що характеризуються підвищеним вмістом вологості та/або запиленості і призначена для приєднання скляного розсіювача, кришки світильника та розміщення в ній електричних та електронних елементів світильника. Матеріалом деталі, що вказаний на кресленні, є сплав АК12

Базовий технологічний процес механічного оброблення деталі “Кільце 716.486.005” відповідає дрібносерійному типу виробництва, що має характерні параметри, пов'язані із організацією виробництва і забезпеченням технологічним устаткуванням.

Продуктивність базового технологічного процесу є не достатньою для забезпечення річної програми випуску, що відповідає середньосерійному типу виробництва. Тому запропоновано запровадити такі зміни: використовувати точні методи виготовлення заготовки на основі застосування прес-форм і спеціальних ливарних машин; для виконання токарної обробки деталі доцільно замінити токарно-револьверні верстати на токарні верстати з ЧПК; свердлильні операції доцільно виконувати на свердлильних верстатах з ЧПК, із застосуванням комбінованих сверدل для одночасного свердління отворів та формування на них фасок; чотири отвори діаметром 9 мм доцільно обробляти одночасно, застосовуючи багатошпіндельну свердлильну головку.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Кільце 716.486.005” використовується як один із елементів світлодіодного промислового світильника для виробничих підприємств, складів, шахт тощо, що характеризуються підвищеним вмістом вологості та/або запиленості. Кільце 716.486.005 призначене для приєднання до нього скляного розсіювача, кришки світильника та розміщення в ньому електричних та електронних елементів світильника.

Основними конструктивними елементами, що забезпечують функціональну здатність вказаного кільця є: внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 137H9^{(+0,1)}$; Ra2,5, яка призначена для встановлення радіатора; внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 148H14^{(+0,1)}$; Ra12,1, яка призначена для встановлення розсіювача; торцева поверхня $72h14_{(-0,74)}$; Ra12,1 призначена для точного позиціонування з кришкою та розсіювачем; торцеві поверхні $19\pm 0,2$; $26\pm 0,2$; Ra12,1 призначені для точного позиціонування з розсіювачем; зовнішня різьбова поверхня M150×2-8g; Ra6,1 – для загвинчування кришки; чотири ступінчасті отвори $\varnothing 20H14^{(+0,52)}$; $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; $\varnothing 14H14^{(+0,43)}$; Ra12,1 – для кріплення захисної сітки; різьбовий глухий отвір M6-7H, l=14; Ra6,1 – для кріплення замка для захисної сітки.

Решта поверхонь не обробляються або мають додаткове експлуатаційне призначення.

Матеріалом деталі “Кільце 716.486.005”, що вказаний на кресленні, є сплав АК12 на основі хімічних елементів алюмінію, кремнію та магнію. Матеріал встановлений із міркувань забезпечення технічних вимог до промислового світильника. Такий сплав має хороші ливарні властивості та меншу масу порівняно із сталлю. Середній вміст кремнію у сплаві 12%. У таблицях 1.1 та 1.2 представлено хімічний склад та характеристики сплаву АК 12.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сплаву АК12, %

Алюміній	Кремній	Кальцій	Титан	Мідь	Цинк	Магній	Цирконій
		не більше					
основа	10-13	0,08	0,1	0,6	0,3	0,1	0,1

Таблиця 1.2 – Фізико-механічні характеристики сплаву АК12

Спосіб лиття	Вид термообробки	Густина, ρ , г/см ³	σ_r , МПа	Відносне видовження, %	Твердість, НВ
в кокіль	—	2,55-2,6	157	2,0	50
під тиском	—		157	1,0	50
в кокіль	відпал		147	3,0	50

1.2. Аналіз технічних вимог деталі

Для визначення конструктивних особливостей деталі “Кільце 716.486.005” проведено аналіз її креслення, якісних параметрів поверхонь із внесенням даних у таблицю 1.3. При цьому встановлено номер кожній поверхні деталі, визначено їх конструктивні розміри, квалітет точності та шорсткість.

Таблиця 1.3 – Аналіз якісних параметрів поверхонь деталі “Кільце 716.486.005”

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість, мкм
1	2	3	4
1, 9	Торцева поверхня 72h14 _(-0,74)	14	Ra12,1
2	Внутрішня фаска 3×45°	14	Ra12,1
3	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 137H9^{(+0,1)}$	9	Ra2,5
4	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 147h14_{(-1,0)}$	14	Ra12,1
5	Зовнішня фаска 2×45°	14	Ra12,1
6	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 149,8_{-0,29}$ під різь M150×2-8g	11	Ra6,1
7	Зовнішня різьова поверхня M150×2-8g	(8)	Ra6,1
8	Зовнішня канавка 3,5 ^{+0,3} ; 45°; $\varnothing 147h14_{(-1,0)}$	14	Ra12,1

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
10	Внутрішня фаска $2 \times 45^\circ$	14	Ra12,1
11	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 186H14^{(+1,15)}$	14	Ra12,1
12	Внутрішня радіусна поверхня $R9 \pm 0,2$	14	Ra12,1
13	Внутрішня торцева поверхня $19 \pm 0,2$	14	Ra12,1
14	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 148H14^{(+1,0)}$	14	Ra12,1
15	Внутрішня торцева поверхня $26 \pm 0,2$	14	Ra12,1
16	Отвір $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=14$ під різь М6-7Н	14	Ra12,1
17	Внутрішня фаска $1 \times 45^\circ$	14	Ra12,1
18	Внутрішня різьова поверхня М6-7Н; $l=10$	12	Ra6,1
19, 20, 21, 22	Лиски $228h14_{(-1,15)}$	14	Ra12,1
23	Торцева поверхня $39 \pm 0,2$	14	Ra12,1
24-27	Чотири отвори $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; $l=5$; $\varnothing 210 \pm 0,2$	14	Ra12,1

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Для аналізу технологічності деталі “Кільце 716.486.005” використано дані про необхідну програму випуску 20000 шт., тип виробництва – середньосерійний, розміри поверхонь та їх показників якості: точності, шорсткості та інших технічних вимог.

Оскільки сплав АК 12, з якого виготовлено деталь, має хороші властивості, що пов’язані із ливарним виробництвом, то при застосуванні точних методів литва заготовок можливе одержання деталей високої якості без формування тріщин, раковин, елементів, що знижують герметичність кільця з можливістю одержання тонкостінних елементів. Також перевагами такого матеріалу є нижча питома вага, більша теплопровідність ніж у сталі, стійкість до корозії.

У конструкції деталі передбачені поверхні для виконання її базування та закріплення як при чистовій, так і при чорновій обробці. Жорсткість деталі є достатньою для використання затискних пристроїв із механічним приводом. Для забезпечення точності виконання поверхонь, що піддаються механічній обробці використано принцип постійності баз. На першій операції можливе розточування отвору $\varnothing 137H9^{(+0,1)}$ та підрізання торця $72h14_{(-0,74)}$. Ці поверхні можна використовувати як базові на наступних операціях технологічного процесу.

При механічній обробці на операціях розточування, проточування, підрізання торців можливе використання типових різців із твердосплавними ріжучими пластинами з підвищеними режимами різання. Для оброблення малих отворів можливе застосування стандартних інструментів та багатоінструментальних наладок.

Робимо висновок, що за якісними показниками “Кільце 716.486.005” є технологічним.

Розрахунок кількісних показників технологічності деталі “Кільце 716.486.005” проведено за коефіцієнтами точності, шорсткості та уніфікації, застосовуючи стандартні формули на основі даних із табл. 1.3.

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_1 = 1 - \frac{1}{T_c}, \quad (1.1)$$

$$T_c = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 23 + 12 \cdot 1 + 11 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 8 \cdot 1}{27} = 13,41$$

$$K_1 = 1 - \frac{1}{13,41} = 0,93.$$

При $K_{тч} = 0,93 > 0,8$ “Кільце 716.486.005” є технологічним.

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_2 = \frac{1}{B_1}, \quad (1.2)$$

$$B_1 = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{5 \cdot 1 + 4 \cdot 3 + 3 \cdot 23}{27} = 3,19,$$

$$K_2 = \frac{1}{3,19} = 0,31.$$

При $K_{ш} = 0,31 > 0,16$ “Кільце 716.486.005” є технологічним.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{N_{y1}}{N_{e1}} = \frac{22}{27} = 0,81.$$

При $K_{yc} = 0,81 > 0,6$ “Кільце 716.486.005” є технологічним.

Робимо висновок, що за кількісними показниками “Кільце 716.486.005” є технологічним.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Технологічне устаткування, що застосовується для виконання операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Кільце 716.486.005” представлено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Технологічне устаткування для виконання операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Кільце 716.486.005”

Операція	Технологічне обладнання	Технологічне оснащення
1	2	3
005 Токарно-револьверна	Токарно-револьверний верстат 1341	Патрон стандартний Кулачки 7016-4240
010 Токарно-револьверна	Токарно-револьверний верстат 1341	Патрон стандартний Кулачки 7016-4240
015 Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний верстат 6P13	Пристосування універсально-збірне з базуванням деталі по поверхні 3 та торцю
020 Вертикально-свердильна	Вертикально-свердильний верстат 2M112	Кондуктор універсально-збірний

Закінчення таблиці 1.4

1	2	3
025 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2М112	Кондуктор універсально-збірний
030 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2М112	Пристосування універсально-збірне з базуванням деталі по поверхні 3 та торцю
035 Різенарізна	Різенарізний верстат 2056	Пристосування універсально-збірне з базуванням деталі по поверхні 3 та торцю

Базовий технологічний процес механічного оброблення деталі “Кільце 716.486.005” відповідає дрібносерійному типу виробництва, що має характерні параметри, пов’язані із організацією виробництва і забезпеченням технологічним устаткуванням. Так, при обробленні деталі застосовано універсальні металоріжучі верстати з ручним управлінням, що вимагає залучання на виробництво кваліфікованих робітників, при цьому час оброблення деталі є більшим ніж при використанні верстатів з ЧПК. Для базування та затиску заготовки використовуються універсально-збірні пристосування та кондуктори з додаванням окремих спеціальних елементів. На операціях використано стандартні інструменти для механічної обробки та контролю оброблених поверхонь.

1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

Проведено аналіз конструктивних особливостей деталі “Кільце 716.486.005” як елемента світлодіодного промислового світильника та можливості їх забезпечення при розробленні технологічного процесу механічного оброблення деталі та вибору способу виготовлення заготовки.

За якісними та кількісними показниками “Кільце 716.486.005” є технологічним. Сплав АК 12, з якого виготовлено деталь, має хороші

властивості, що пов'язані із ливарним виробництвом, тому при застосуванні точних методів литва заготовок можливе одержання деталей високої якості без формування поверхневих дефектів.

При механічній обробці на операціях розточування, проточування, підрізання торців можливе використання типових різців із твердосплавними ріжучими пластинами з підвищеними режимами різання. Для оброблення малих отворів можливе застосування стандартних інструментів та багатоінструментальних наладок.

Базовий технологічний процес механічного оброблення деталі “Кільце 716.486.005” відповідає дрібносерійному типу виробництва, що має характерні параметри, пов'язані із організацією виробництва і забезпеченням технологічним устаткуванням. Продуктивність базового технологічного процесу є не достатньою для забезпечення річної програми випуску 20000 шт, що відповідає середньо серійному типу виробництва. Тому запропоновано запровадити такі зміни:

- використовувати точні методи виготовлення заготовки на основі застосування прес-форм і спеціальних ливарних машин;
- для виконання токарної обробки деталі доцільно замінити токарно-револьверні верстати на токарні верстати з ЧПК;
- свердлильні операції доцільно виконувати на свердлильних верстатах з ЧПК, із застосуванням комбінованих сверدل для одночасного свердління отворів та формування на них фасок;
- чотири отвори діаметром 9 мм доцільно обробляти одночасно, застосовуючи багатошпindelну свердлильну головку.

Вказані зміни дозволяють підвищити продуктивність оброблення деталі “Кільце 716.486.005” із зменшенням штучного часу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення типу виробництва

Тип виробництва деталі “Кільце 716.486.005” визначено наближено табличним методом на основі даних із завдання та креслення деталі: програма випуску $N = 20\,000$ шт., маса кільця $m = 0,55$ кг. Визначений тип виробництва – середньосерійний.

Точніший спосіб визначення типу виробництва кільця – розрахунковий, на основі даних із базового технологічного процесу щодо витрат часу на виготовлення деталі та визначення коефіцієнта закріплення операцій. Проведемо розрахунок типу виробництва за стандартними методиками.

Дані із базового технологічного процесу щодо витрат часу на виготовлення деталі “Кільце 716.486.005” представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Дані із базового технологічного процесу щодо витрат часу на виготовлення деталі “Кільце 716.486.005”

Операція	($T_{шт.}$), хв.	Операція	($T_{шт.}$), хв.
005 Токарно-револьверна	4,38	025 Вертикально-свердлильна	0,38
010 Токарно-револьверна	2,32	030 Вертикально-свердлильна	0,33
015 Вертикально-фрезерна	1,3	035 Різенарізна	0,42
020 Вертикально-свердлильна	0,36		

Розраховуємо кількість верстатів, необхідних для кожної операції при заданій програмі випуску N [1]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт.}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн.}}, \quad (2.1)$$

де F_d – час роботи устаткування, $F_d = 3979$ год;

$$\eta_{зн.} = 0,75.$$

$$m_{\delta 005} = \frac{20000 \cdot 4,38}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,49. P_{005} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{\delta 010} = \frac{20000 \cdot 2,32}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,3. P_{010} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{\delta 015} = \frac{20000 \cdot 1,3}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,145. P_{015} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{\delta 020} = \frac{20000 \cdot 0,36}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,04. P_{020} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{\delta 025} = \frac{20000 \cdot 0,38}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,042. P_{025} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{\delta 030} = \frac{20000 \cdot 0,33}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,036. P_{030} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{\delta 035} = \frac{20000 \cdot 0,42}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,047. P_{035} = 1 \text{ верстат.}$$

Розраховуємо фактичні коефіцієнти завантаження обладнання [1]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (2.2)$$

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{0,49}{1} = 0,49.$$

$$\eta_{з.ф.010} = \frac{0,3}{1} = 0,3.$$

$$\eta_{з.ф.015} = \frac{0,145}{1} = 0,145.$$

$$\eta_{з.ф.020} = \frac{0,04}{1} = 0,04.$$

$$\eta_{з.ф.025} = \frac{0,042}{1} = 0,042.$$

$$\eta_{з.ф.025} = \frac{0,036}{1} = 0,036.$$

$$\eta_{з.ф.035} = \frac{0,047}{1} = 0,047.$$

Розраховуємо кількість операцій на кожному робочому місці [1]:

$$O = \frac{\eta_{3.н.}}{\eta_{3.ф.}}, \quad (2.3)$$

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,49} = 1,53. \quad O_{005} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,3} = 2,5. \quad O_{010} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{015} = \frac{0,75}{0,145} = 5,17. \quad O_{015} = 6 \text{ операцій.}$$

$$O_{020} = \frac{0,75}{0,04} = 18,75. \quad O_{020} = 19 \text{ операцій.}$$

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,042} = 17,86. \quad O_{025} = 18 \text{ операцій.}$$

$$O_{030} = \frac{0,75}{0,036} = 20,83. \quad O_{030} = 21 \text{ операція.}$$

$$O_{035} = \frac{0,75}{0,047} = 15,96. \quad O_{035} = 16 \text{ операцій.}$$

Коефіцієнт закріплення операцій [1]:

$$K_3 = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{85}{7} = 12,14.$$

Для $K_3 = 12,14$ тип виробництва – середньосерійний.

Період виготовлення деталей [1]:

$$t_{\pi} = \frac{60 \cdot F_1}{N}, \quad (2.4)$$

$$t_{\pi} = \frac{60 \cdot 3979}{20000} = 12 \text{ хв.}$$

Оптимальна величина партії деталей [1]:

$$n = \frac{N \cdot b}{F_2}, \quad (2.5)$$

де $F_2=257$ дн.

$$n = \frac{20000 \cdot 5}{257} = 389 \text{ шт.}$$

Кількість робочих змін для виготовлення партії деталей [1]:

$$C = \frac{T_2 \cdot n}{476 \cdot 0,8}, \quad (2.6)$$

де

$$T_2 = \frac{\sum_{i=1}^T T_{2i}}{\sum_{i=1}^T O_i}, \quad (2.7)$$

$$T_2 = \frac{4,38 + 2,32 + 1,3 + 0,36 + 0,38 + 0,33 + 0,42}{7} = \frac{9,49}{7} = 1,36 \text{ хв.}$$

$$C = \frac{T_2 \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{1,36 \cdot 390}{476 \cdot 0,8} = 1,39 \text{ зміни.}$$

Округлюємо до цілого числа змін $C = 2$ зміни.

Величина партії деталей [1]:

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_1}{T_2}, \quad (2.8)$$

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 2}{1,36} = 560 \text{ шт.}$$

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Сплав АК 12, з якого виготовлено деталь “Кільце 716.486.005”, має хороші властивості, що пов’язані із ливарним виробництвом. Тому при застосуванні

точних методів литва заготовок можливе одержання деталей високої якості без формування тріщин, раковин, елементів, що знижують герметичність кільця з можливістю одержання тонкостінних елементів.

В межах кваліфікаційної роботи проведено порівняння таких способів виготовлення заготовки:

Перший спосіб - лиття в піщані форми.

Другий спосіб - лиття під тиском із застосуванням прес-форм.

Для лиття в піщані форми: клас точності – 11; ряд припусків – 3.

Для лиття під тиском із застосуванням прес-форм: клас точності – 7; ряд припусків – 1.

Для визначення коефіцієнтів використання матеріалу для двох способів виготовлення заготовки виконуємо проектування цих заготовок із визначенням їх мас і допусків на розміри. Оскільки конфігурація деталі є складною, то масу заготовки визначаємо за рахунок додавання маси припуску на механічну обробку.

Результати проектування двох методів виготовлення заготовки представлено на рис. 2.1 та 2.2.

Результати розрахунків загальних припусків деталі “Кільце 716.486.005” представлено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків загальних припусків деталі “Кільце 716.486.005”

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями, мм
1	2	3	4	5
лиття в піщані форми				
Торцева поверхня 72h14 _(-0,74)	Ra12,1	4,4	$5,0 \times 2 = 10,0$	82±2,2
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 137H9^{(+0,1)}$	Ra2,5	5,0	$6,5 \times 2 = 13,0$	$\varnothing 124 \pm 2,5$

Закінчення таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 149,8_{-0,29}$ під різь M150×2-8g	Ra6,1	5,0	$3,1 \times 2 = 6,2$	$\varnothing 156 \pm 2,5$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 186H14^{(+1,15)}$	Ra12,1	5,6	$6,0 \times 2 = 12,0$	$\varnothing 174 \pm 2,8$
Внутрішня радіусна поверхня $R9 \pm 0,2$	Ra12,1	2,4	6,0	$R3 \pm 1,2$
Внутрішня торцева поверхня $19 \pm 0,2$	Ra12,1	3,2	4,2	$14,8 \pm 1,6$ (на кресленні вказується $19,8 \pm 1,6$)
Лиски 228h14 _(-1,15)	Ra12,1	5,6	$6,0 \times 2 = 12,0$	$240 \pm 2,8$
ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ				
Торцева поверхня 72h14 _(-0,74)	Ra12,1	1,1	$1,2 \times 2 = 2,4$	$74,4 \pm 0,55$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 137H9^{(+0,1)}$	Ra2,5	1,2	$2,0 \times 2 = 4,0$	$\varnothing 133 \pm 0,6$
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 149,8_{-0,29}$ під різь M150×2-8g	Ra6,1	1,2	$1,2 \times 2 = 2,4$	$\varnothing 152,2 \pm 0,6$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 186H14^{(+1,15)}$	Ra12,1	1,4	$1,6 \times 2 = 3,2$	$\varnothing 182,8 \pm 0,7$
Внутрішня радіусна поверхня $R9 \pm 0,2$	Ra12,1	0,64	1,6	$R7,4 \pm 0,32$
Внутрішня торцева поверхня $19 \pm 0,2$	Ra12,1	0,8	1,1	$17,9 \pm 0,4$ (на кресленні вказується $19,1 \pm 0,4$)
Лиски 228h14 _(-1,15)	Ra12,1	1,4	$2,0 \times 2 = 4,0$	$232 \pm 0,7$
Чотири отвори $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; l=5	Ra12,1	0,64	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 7 \pm 0,32$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 148H14^{(+1,0)}$	Ra12,1	1,2	$1,2 \times 2 = 2,4$	$\varnothing 145,6 \pm 0,6$
Внутрішня торцева поверхня $26 \pm 0,2$	Ra12,1	0,9	1,1	$24,9 \pm 0,45$ (на кресленні вказується $26,1 \pm 0,45$)

Визначаємо масу заготовки додаванням маси припуску до маси деталі:

$$Q = q_1 + m_2; \quad (2.9)$$

$$m_2 = V_2 \cdot \rho, \quad (2.10)$$

де $\rho = 2,6 \text{ г/см}^3$.

Об'єми припусків:

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot (D - d)^2 \cdot H_1}{4}, \quad (2.11)$$

де D, d, H_1 – геометричні параметри шару металу, що піддається зрізанню, мм.

Визначаємо об'єм припусків для лиття в піщані форми:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (159,8^2 - 124^2) \cdot 5}{4} = 39878,16 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (137^2 - 124^2) \cdot 53}{4} = 141165,77 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (186^2 - 174^2) \cdot 14,8}{4} = 50189,76 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{\pi \cdot (198^2 - 174^2) \cdot 5}{4} = 35042,4 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 14}{4} = 175,84 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр6}} = \frac{\pi \cdot 9^2 \cdot 5}{4} \cdot 4 = 1271,7 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр7}} = 31 \cdot 16,6 \cdot 6 = 3087,6 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр8}} = \frac{\pi \cdot (159,8^2 - 149,8^2) \cdot 39}{4} = 94784,04 \text{ мм}^3.$$

$$V_2 = \sum V_{\text{пр}_i};$$

$$V_2 = 39878,16 + 141165,77 + 50189,76 + 35042,4 + \\ + 175,84 + 3087,6 + 1271,7 + 94784,04 = 365595,27 \text{ мм}^3 = 365,6 \text{ см}^3.$$

Визначаємо об'єм припусків для лиття під тиском:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (152,2^2 - 133^2) \cdot 1,2}{4} = 5158,24 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (137^2 - 133^2) \cdot 46}{4} = 38998,8 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (186^2 - 182,8^2) \cdot 17,9}{4} = 16583,02 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{\pi \cdot (198^2 - 182,8^2) \cdot 1,2}{4} = 5452,45 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 14}{4} = 175,84 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр6}} = \frac{\pi \cdot (9^2 - 7^2) \cdot 5}{4} \cdot 4 = 502,4 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр7}} = 27,2 \cdot 16,6 \cdot 2 = 903,04 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр8}} = \frac{\pi \cdot (152,2^2 - 149,8^2) \cdot 39}{4} = 22189,75 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр9}} = \frac{\pi \cdot (148^2 - 145,6^2) \cdot 3,9}{4} = 2157,26 \text{ мм}^3.$$

$$V_2 = \sum V_{\text{прi}};$$

$$V_2 = 5158,24 + 38998,8 + 16583,02 + 5452,45 + 175,84 + \\ + 903,04 + 502,4 + 22189,75 + 2157,26 = 92120,8 \text{ мм}^3 = 92,121 \text{ см}^3.$$

Визначаємо масу припуску:

– для першого способу:

$$m_{\text{пр1}} = 365,6 \cdot 2,6 = 950,56 \text{ г} = 0,95 \text{ кг}.$$

– для другого способу:

$$m_{\text{пр2}} = 92,121 \cdot 2,6 = 239,52 \text{ г} = 0,24 \text{ кг}.$$

Визначаємо масу заготовок:

– для лиття в піщані форми:

$$Q_1 = 0,55 + 0,95 = 1,5 \text{ кг}.$$

– для лиття під тиском:

$$Q_2 = 0,55 + 0,24 = 0,79 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_4 = \frac{q_1}{Q}, \quad (2.12)$$

– для лиття в піщані форми:

$$K_{41} = \frac{0,55}{1,5} = 0,37.$$

– для лиття під тиском:

$$K_{42} = \frac{0,55}{0,73} = 0,7.$$

Отже, на основі розрахунків коефіцієнтів використання матеріалу а також аналізу показників якості поверхонь двох способів виготовлення заготовки для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Кільце 716.486.005” вибираємо лиття під тиском.

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

Порівняння двох варіантів маршрутів оброблення деталі “Кільце 716.486.005”, що забезпечують встановлені кресленням параметри якості поверхонь, представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Порівняння двох варіантів маршрутів оброблення деталі “Кільце 716.486.005”

№ 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
1, 9	Торцева поверхня 72h14 _(-0,74)	14	Ra12,1	Точіння торця напівчистове із поперечною подачею	—
2	Внутрішня фаска 3×45°	14	Ra12,1	Розточування напівчистове	—

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
3	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 137H9^{(+0,1)}$	9	Ra2,5	Розточування напівчистове Розточування чистове	—
4	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 147h14_{(-1,0)}$	14	Ra12,1	Точіння напівчистове	—
5	Зовнішня фаска $2 \times 45^\circ$	14	Ra12,1	Точіння напівчистове	—
6	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 149,8_{-0,29}$ під різьбу M150×2-8g	11	Ra6,1	Точіння напівчистове	—
7	Зовнішня різьбова поверхня M150×2-8g	(8)	Ra6,1	Нарізання різьби різцем	—
8	Зовнішня канавка $3,5^{+0,3}; 45^\circ;$ $\varnothing 147h14_{(-1,0)}$	14	Ra12,1	Точіння при поперечній подачі	—
10	Внутрішня фаска $2 \times 45^\circ$	14	Ra12,1	Розточування напівчистове	—
11	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 186H14^{(+1,15)}$	14	Ra12,1	Розточування напівчистове	—
12	Внутрішня радіусна поверхня $R9 \pm 0,2$	14	Ra12,1	Розточування напівчистове по контуру	—
13	Внутрішня торцева поверхня $19 \pm 0,2$	14	Ra12,1	Точіння торця напівчистове при поперечній подачі	—
14	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 148H14^{(+1,0)}$	14	Ra12,1	Розточування напівчистове	—
15	Внутрішня торцева поверхня $26 \pm 0,2$	14	Ra12,1	Точіння торця напівчистове	—
16	Отвір $\varnothing 4,95^{+0,26}; l=14$ під різьбу M6-7H	14	Ra12,1	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
17	Внутрішня фаска 1×45°	14	Ra12,1	Одночасне формування фаски при свердлінні	Зенкування
18	Внутрішня різьбова поверхня М6-7Н; l=10	12	Ra6,1	Нарізання різьби мітчиком	—
19-22	Лиски 228h14 _(-1,15)	14	Ra12,1	Фрезерування торцевою фрезою	—
23	Торцева поверхня 39±0,2	14	Ra12,1	Точіння торця напівчистове	
24-27	Чотири отвори Ø9H14 ^(+0,36) ; l=5	14	Ra12,1	Свердління по кондуктору	Свердління на верстаті з ЧПК

За результатами аналізу даних таблиці 2.4 та порівняння двох варіантів маршрутів оброблення деталі “Кільце 716.486.005” для середньосерійного типу виробництва розроблено технологічний процес виготовлення кільця, де запропоновано використовувати принцип концентрації операцій на основі верстатів з ЧПК та багатоінструментальних наладок.

005 Токарна з ЧПК

2. Підрізати остаточно торець 9, витримуючи розмір 73,2_{-0,74}.

3. Розточити остаточно внутрішню фаску 10, внутрішню циліндричну поверхню 11, радіусну поверхню 12 з остаточною підрізанням внутрішнього торця 13, розточити остаточно внутрішню циліндричну поверхню 14 з остаточною підрізанням торця 15, розточити попередньо внутрішню циліндричну поверхню 3 послідовно по програмі, витримуючи розміри 2×45°; Ø186^{+1,15}; R9; 19±0,2; Ø148^{+1,0}; 26±0,2; Ø136,47^{+0,25}.

4. Розточити остаточно внутрішню циліндричну поверхню 3, витримуючи розмір Ø137^{+0,1}.

6. Перевірити розміри: 73,2_{-0,74}; 2×45°; Ø186^{+1,15}; R9; 19±0,2; Ø148^{+1,0}; 26±0,2; Ø137^{+0,1}. Контроль 30%.

010 Токарна з ЧПК

2. Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розміри 72_{-0,74}.

3. Розточити остаточно внутрішню фаску 2, витримуючи розміри 3×45°.

4. Точити попередньо зовнішню циліндричну поверхню 6, витримуючи розміри $\varnothing 151_{-1,0}$; $39 \pm 0,3$.

5. Точити остаточно зовнішню циліндричну поверхню 4, фаску 5, зовнішню циліндричну поверхню 6 під різьбу 7 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 147_{-1,0}$; $2 \times 45^\circ$; $\varnothing 149,8_{-0,29}$; $39 \pm 0,3$.

6. Точити остаточно зовнішню канавку 8, витримуючи розміри $3,5^{+0,3}$; 45° ; $\varnothing 147_{-1,0}$.

7. Нарізати різьбу 7 за п'ять проходів, витримуючи розміри M150×2-8g; $39 \pm 0,3$.

9. Перевірити розміри: $72_{-0,74}$; $3 \times 45^\circ$; $\varnothing 147_{-1,0}$; $2 \times 45^\circ$; $\varnothing 149,8_{-0,29}$; M150×2-8g; $3,5^{+0,3}$; 45° ; $\varnothing 147_{-1,0}$; $39 \pm 0,3$. Контроль 30%.

015 Вертикально-фрезерна

1. Фрезерувати остаточно лиску 19, витримуючи розмір $230_{-1,15}$.

2. Поворот деталі на 90° .

3. Фрезерувати остаточно лиску 20, витримуючи розмір $228_{-1,15}$.

4. Поворот деталі на 90° .

5. Фрезерувати остаточно лиску 21, витримуючи розмір $230_{-1,15}$.

6. Поворот деталі на 90° .

7. Фрезерувати остаточно лиску 22, витримуючи розмір $228_{-1,15}$.

020 Вертикально-свердлильна

1. Розсвердлити чотири отвори 24-27 по кондуктору одночасно, витримуючи розміри $\varnothing 9^{+0,36}$; $l=5$; $\varnothing 210 \pm 0,2$.

025 Свердлильна з ЧПК

1. Центрувати отвір 16, витримуючи розмір $\varnothing 1,61^{+0,10}$; $\varnothing 4,2^{+0,12}$; 2; $1,52H12^{(+0,1)}$.

2. Свердлити отвір 16, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=14$; $25 \pm 0,2$.

3. Зенкувати фаску 17, витримуючи розміри $1 \times 45^\circ$.

4. Нарізати різьбу 18, витримуючи розміри M6-7H; $l=10$; $25 \pm 0,2$.

030 Контроль.

2.5. Визначення припусків на оброблення

Операційні розміри із граничними відхиленнями та припуски для технологічного процесу механічної обробки деталі “Кільце 716.486.005” вибрано із довідникових даних з дотриманням вимог забезпечення малих глибин різання на фінішних операціях для досягнення показників якості оброблених поверхонь. Результати розрахунків представлено у таблиці 2.5. Загальні припуски прийнято на основі розрахунків із таблиці 2.2 для методу одержання заготовки – литво під тиском.

Оброблення поверхні $\varnothing 137H9^{(+0,1)}$; Ra 2,5 виконується на 005 токарній з ЧПК операції з переходами: розточування напівчистове по H11; розточування чистове по H9. Базування заготовки виконується в трьохкулачковому важільно-клиновому патроні з електромагнітним затиском. Результати розрахунків операційних припусків та допусків для вказаного отвору представлено на рис. 2.3.

Таблиця 2.5 – Припуски оброблення поверхонь деталі “Кільце 716.486.005”

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
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 149,8_{-0,29}$ під різь M150×2-8g					
Напівчистове точіння	11	Ra6,1	0,29	$0,6 \times 2 = 1,2$	$\varnothing 149,8_{-0,29}$
Чорнове точіння	14	Ra12,1	1,0	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 151_{-1,0}$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	1,2	$1,2 \times 2 = 2,4$	$\varnothing 153 \pm 0,6$
Торцева поверхня 72h14 _(-0,74)					
Напівчистове точіння	14	Ra12,1	0,74	1,2	$72_{-0,74}$
Напівчистове точіння	14	Ra12,1	0,74	1,2	$73,2_{-0,74}$

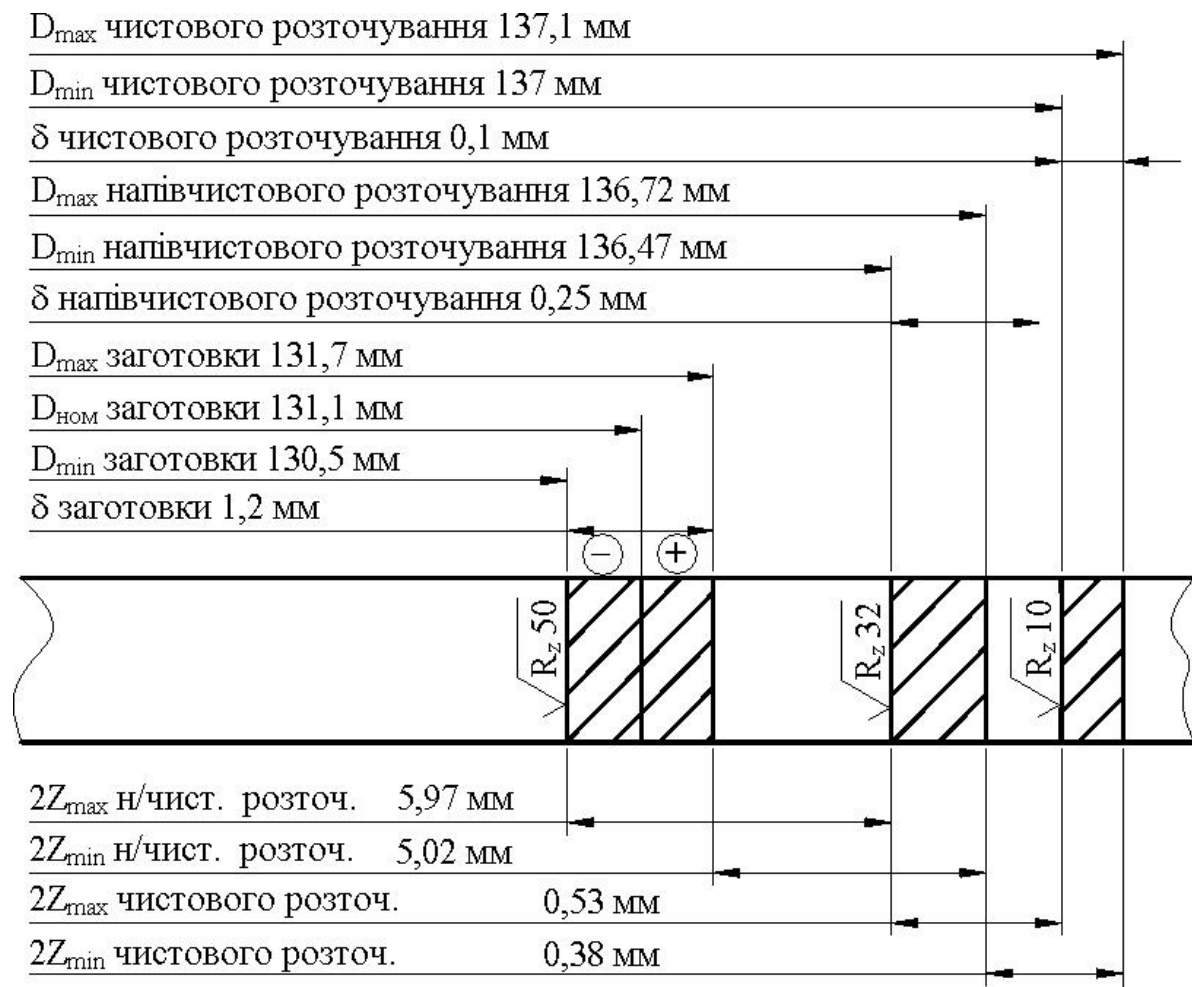


Рисунок 2.3 – Результати розрахунків операційних припусків та допусків
оброблення поверхні $\varnothing 137\text{H9}^{(+0,1)}$; Ra 2,5

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	1,1	1,2 × 2 = 2,4	74,4±0,55
Внутрішня торцева поверхня 19±0,2					
Напівчистове точіння	14	Ra12,1	0,4	1,1	19±0,2
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	0,8	–	17,9±0,4
Внутрішня торцева поверхня 26±0,2					
Напівчистове точіння	14	Ra12,1	0,4	1,1	26±0,2
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	0,9	–	24,9±0,45
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 148\text{H14}^{(+1,0)}$					
Напівчистове точіння	14	Ra12,1	0,2	1,2 × 2 = 2,4	$\varnothing 148^{+1,0}$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	1,2	–	$\varnothing 145,6\pm 0,6$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 186\text{H14}^{(+1,15)}$					

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
Напівчистове точіння	14	Ra12,1	0,2	$1,6 \times 2 = 3,2$	$\varnothing 186^{+1,15}$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	1,4	—	$\varnothing 182,8 \pm 0,7$
Лиски 228h14 _(-1,15)					
Фрезерування чорнове	14	Ra12,1	1,15	2,0	228 _{-1,15}
Фрезерування чорнове	14	Ra12,1	1,15	2,0	230 _{-1,15}
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	1,4	$2,0 \times 2 = 4,0$	232 $\pm 0,7$
Чотири отвори $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; l=5					
Розсвердлювання	14	Ra12,1	0,36	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 9^{+0,36}$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	0,64	—	$\varnothing 7 \pm 0,32$

За результатами розрахунків вносимо зміну розміру поверхні 3 заготовки, який складає $\varnothing 131,1 \pm 0,6$. Габаритні розміри заготовки: $\varnothing 198 \pm 0,7 \times 74,4 \pm 0,55$.

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Проведемо розрахунок режимів різання оброблення деталі “Кільце 716.486.005” на 010 токарній з ЧПК операції.

005 Токарна з ЧПК.

Перехід 4.

Розточити остаточно внутрішню циліндричну поверхню 3, витримуючи розмір $\varnothing 137^{+0,1}$.

Інструмент для розточування - різець з механічним кріпленням чотирьохгранної пластини ВК3, d=32мм, φ=92°.

1. Глибина різання:

$$t = 0,265 \text{ мм.}$$

2. Довжина робочого ходу для розточування отвору [14]:

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{р.}} + l_{\text{пі.}} + l_{\text{вр.}} + l_{\text{пе.}}, \quad (2.13)$$

де $l_{\text{р.}} = 46 \text{ мм};$

$$l_{\text{вр., пі.}} = 3 \text{ мм [14].}$$

$$l_{\text{пе.}} = 1 \text{ мм [14].}$$

Підставляємо знайдені значення (2.13):

$$L_{\text{р.х.}} = 46 + 3 + 1 = 50 \text{ мм.}$$

3. Подача при чистовому розточуванні:

$$S = 0,08 \text{ мм/об [14].}$$

4. Стійкість різця:

$$T = 60 \text{ хв [14].}$$

5. Швидкість різання [6]:

$$V = \frac{C_{v1}}{T^{m1} \cdot t^{x1} \cdot S^{y1}} \cdot K_{v1} \cdot 0,9, \quad (2.14)$$

де $C_{v1} = 485$; $x1 = 0,12$; $y1 = 0,25$; $m1 = 0,28$ [14];

$$K_{v1} = 2,25 [14].$$

Підставляємо значення у формулу (2.14):

$$V = \frac{485}{60^{0,28} \cdot 0,265^{0,12} \cdot 0,08^{0,25}} \cdot 2,25 \cdot 0,9 = \frac{485 \cdot 2,25 \cdot 0,9}{3,147 \cdot 0,85 \cdot 0,53} = 693 \text{ м/хв.}$$

Згідно літератури [14] приймаємо швидкість різання для чистового розточування заготовки з алюмінієвого сплаву з параметром шорсткості Ra2,5 $V = 600 \text{ м/хв.}$

6. Частот обертання шпинделя [14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.15)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 600}{\pi \cdot 137} = 1395 \text{ хв}^{-1}.$$

7. Приймаємо частоту обертання шпинделя: $n_2 = 1400 \text{ хв}^{-1}$.

8. Коректуємо швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_2}{1000}, \quad (2.16)$$

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 137 \cdot 1400}{1000} = 602,3 \text{ м/хв.}$$

9. Тангенціальна сила різання [14]:

$$P_z = 10 \cdot C_{p1} \cdot t^{x1} \cdot S^{y1} \cdot V^{n1} \cdot K_{p1}, \quad (2.17)$$

де $C_{p1} = 40$; $x1 = 1,0$; $y1 = 0,75$; $n1 = 0$ [14];

$K_{p1} = 1$ [14].

Підставляємо дані у формулу (2.17):

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 0,265^{1,0} \cdot 0,08^{0,75} \cdot 602,3^0 = 10 \cdot 40 \cdot 0,265 \cdot 0,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 15,9 \text{ Н.}$$

10. Потужність різання:

$$N_c = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.18)$$

$$N_c = \frac{15,9 \cdot 602,3}{1020 \cdot 60} = 0,16 \text{ кВт.}$$

11. Перевіряємо можливість забезпечення потужності різання на шпинделі верстата при потужності головного двигуна 10 кВт:

$$N_s = 10 \cdot 0,8 = 8,0 \text{ кВт};$$

$$N_c = 0,16 \text{ кВт} < N_s = 8 \text{ кВт.}$$

11. Основний час розточування отвору:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S_o \cdot n}, \quad (2.19)$$

$$T_o = \frac{50}{0,08 \cdot 1400} = 0,45 \text{ хв.}$$

Режими різання на інші операції та переходи технологічного процесу виготовлення деталі “Кільце 716.486.005” представлено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Режими різання технологічного процесу виготовлення деталі “Кільце 716.486.005”

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _м , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна з ЧПК										
Перехід 2 Підрізати остаточно торець 9, витримуючи розміри 73,2 _{-0,74}	1,2	28,6	1	65	0,77	251	183	196	0,15	5,9
Перехід 4 Розточити остаточно внутрішню циліндрич- ну поверхню 3, витри- муючи розмір Ø137 ^{+0,1}	0,265	50	1	65	0,08	1401	602,4	114	0,45	0,16
Перехід 3 Розточити остаточно внутрішню фаску 10, поверхню 11, радіусну поверхню 12 з остато- чним підрізанням внут- рішнього торця 13, розточити остаточно поверхню 14 з остато- чним підрізанням торця 15, розточити поперед- ньо поверхню 3 послі- довно по програмі, в. розміри 2×45°; Ø186 ^{+1,15} ; R9; 19±0,2; Ø148 ^{+1,0} ; 26±0,2; Ø136,47 ^{+0,25}	2,0 1,6 1,1 1,2 2,685	98,5	1	65	0,61	451	262,8	271	0,37	6,2
010 Токарна з ЧПК										
Перехід 2 Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розміри 72 _{-0,74}	1,2	13,6	1	65	0,79	356	171	276,8	0,05	5,9

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Фрезерувати остаточно лиску 20, витримуючи розмір 228 _{-1,15}	2,0	27	1	101	Sz= 0,1 мм/зуб S=1,2 мм/об	1604	251,4	1922	0,014	4,1
Перехід 5 Поворот деталі на 90°										
Перехід 6 Фрезерувати остаточно лиску 21, витримуючи розмір 230 _{-1,15}	2,0	27	1	101	Sz= 0,1 мм/зуб S=1,2 мм/об	1604	251,4	1922	0,014	4,1
Перехід 7 Поворот деталі на 90°										
Перехід 8 Фрезерувати остаточно лиску 22, витримуючи розмір 228 _{-1,15}	2,0	27	1	101	Sz= 0,1 мм/зуб S=1,2 мм/об	1604	251,4	1922	0,014	4,1
020 Вертикально-свердлильна										
Перехід 2										
Розсвердлити чотири отвори 24-27 по кон- дуктору одночасно, витримуючи розміри Ø9 ^{+0,36} ; l=5; Ø210±0,2	1,0	11	1	21	0,51	1401	51	701	0,016	1,42
025 Свердлильна з ЧПК										
Перехід 2 Центрувати отвір 16, витримуючи розмір Ø1,6 ^{+0,10} ; Ø4,0 ^{+0,12} ; 2; 1,52H12 ^(+0,1) .	0,8	6,52	1	17	0,14	1402	17,7	169	0,04	0,15
Перехід 3 Свердлити отвір 16, витримуючи розміри Ø4,95 ^{+0,26} ; l=14; 25±0,2	2,5	18	1	17	0,14	1402	24	184	0,1	1,8
Перехід 4 Зенкувати фаску 17, витримуючи розміри 1×45°	1,0	4	1	17	0,1	1401	37	141	0,03	0,16

Закінчення таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 5 Нарізати різьбу 18, витримуючи розміри М6-7Н; l=10; 25±0,2	0,866	25	1	20	1,0	562	10,58	564	0,045	0,06

Технічні норми часу на 005 операцію токарну з ЧПК визначено розрахунковим методом, а для інших операцій – наближеним методом.

Штучний час для токарних верстатів з ЧПК [1]:

$$T_{ш} = (T_{ц} + T_{д}) \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right), \quad (2.20)$$

де $T_{ц}$ – час виконання автоматичного циклу верстата з ЧПК;

$$T_{ц} = T_{о} + T_{д}, \quad (2.21)$$

$T_{о}$ – основний час виконання автоматичного циклу верстата з ЧПК;

$$T_{о} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i \cdot i}{S_i}, \quad (2.22)$$

L_i – довжина обробки i -тої поверхні, мм;

S_i – подача, мм/хв;

$T_{д}$ – допоміжний автоматичний час;

$$T_{д} = T_{ді} + T_{дх}, \quad (2.23)$$

де $T_{ді}$ – час автоматичної заміни інструмента;

$$T_{ді} = (T_{п} + T_{ф}) \cdot k, \quad (2.24)$$

де $T_{п}$ – час повороту револьверної головки; $T_{п} = 0,016$ хв.

k – кількість позицій револьверної головки;

$T_{ф}$ – час фіксації револьверної головки; $T_{ф} = 0,016$ хв.

$T_{\text{дх}}$ – час допоміжних ходів;

$$T_{\text{дх}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_{\text{xi}}}{S_{\text{п}}}, \quad (2.25)$$

де L_{xi} – довжина допоміжного ходу;

$S_{\text{п}}$ – подача прискореного ходу; $S_{\text{п}}=5000$ мм/хв.

005 Токарна з ЧПК.

1. Визначаємо основний час виконання автоматичного циклу верстата з ЧПК:

$$T_o = 0,15 + 0,37 + 0,45 = 0,97 \text{ хв.}$$

2. Визначаємо допоміжний автоматичний час (2.23):

- час автоматичної заміни інструмента

$$T_{\text{ді}} = (0,016 + 0,016) \cdot 3 = 0,096 \text{ хв.}$$

– час допоміжних ходів (2.25):

$$T_{\text{дх}} = \frac{552}{5000} = 0,11 \text{ хв.}$$

Отже,

$$T_{\text{д}} = 0,096 + 0,11 = 0,206 \text{ хв.}$$

3. час виконання автоматичного циклу верстата з ЧПК (2.21):

$$T_{\text{ц}} = 0,97 + 0,206 = 1,176 \text{ хв.}$$

4. Час для контролю розмірів:

- $73,2_{-0,74}^{+1,0}$; $\varnothing 148^{+1,0}$ – штангенциркулем $t_{1\text{в}} = 0,17 + 0,14 = 0,31 \text{ хв.};$
- $19 \pm 0,2$; $26 \pm 0,2$ – штангенглибиноміром $t_{2\text{в}} = 0,14 + 0,16 = 0,3 \text{ хв.};$
- $\varnothing 186^{+1,15}$ – штангенциркулем $t_{3\text{в}} = 0,26 \text{ хв.};$
- $2 \times 45^\circ$ – кутоміром $t_{4\text{в}} = 0,2 \text{ хв.};$
- R9 – шаблоном радіусним $t_{5\text{в}} = 0,11 \text{ хв.};$

– $\varnothing 137^{+0,1}$ – калібром-пробкою ПР (137Н9) – $t_{6B} = 0,5$ хв.;

– $\varnothing 137^{+0,1}$ – калібром-пробкою НЕ (137Н9) – $t_{7B} = 0,5$ хв.

$$T_{дв} = \sum t_{iB} = 0,31 + 0,3 + 0,26 + 0,2 + 0,11 + 0,5 + 0,5 = 2,18 \text{ хв.}$$

$$T_{дв30} = T_{дв} \cdot 0,3 = 2,18 \cdot 0,3 = 0,654 \text{ хв.}$$

Загальний допоміжний час:

$$T_{доп.} = 0,13 + 0,5 + 0,654 = 1,284 \text{ хв.}$$

5. Оперативний час:

$$T_{оп.} = T_{ц} + T_{доп.}, \quad (2.26)$$

$$T_{оп.} = 1,176 + 1,284 = 2,46 \text{ хв.}$$

6. Штучний час (2.20):

$$T_{шт} = 2,46 \cdot \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 2,66 \text{ хв.}$$

7. Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (2.27)$$

де $n = 560$ шт, $T_{пз} = 31,35$ хв.

$$T_{шк005} = 2,66 + \frac{31,35}{560} = 2,72 \text{ хв.}$$

010 Токарна з ЧПК.

Основний час $T_o = 0,04 + 0,021 + 0,1 + 0,21 + 0,2 + 0,25 = 0,821$ хв.

Штучно-калькуляційний час [1]:

$$T_{шт.к} = \Psi_k \cdot T_o. \quad (2.28)$$

$$T_{шк010} = 2,5 \cdot 0,821 = 2,05 \text{ хв.}$$

015 Вертикально-фрезерна операція

1. Основний час: $T_{o015} = 0,014 \cdot 4 = 0,056$ хв.

2. Допоміжний час на поворот пристосування: $T_{д015} = 0,05 \cdot 3 = 0,15$ хв.

$$T_{шк015} = 3,84 \cdot (0,056 + 0,15) = 0,8 \text{ хв.}$$

020 Вертикально-свердлильна операція

1. Основний час: $T_{o020} = 0,016$ хв.

$$T_{шк020} = 3,5 \cdot 0,016 = 0,06 \text{ хв.}$$

025 Свердлильна з ЧПК операція

1. Основний час: $T_{o025} = 0,04 + 0,1 + 0,03 + 0,045 = 0,215$ хв.

$$T_{шк025} = 4 \cdot 0,215 = 0,86 \text{ хв.}$$

Результати розрахунку норм часу представлено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні норми часу виготовлення деталі “Кільце 716.486.005”

Номер та назва операції	T _о , хв	Допоміжний час, T _д хв			T _{оп} , хв	Час обслуговування, T _{об} , хв			T _ш , хв.	T _{пз} , хв.	п, шт	T _{шк} , хв
		T _у .	T _{пер}	T _{вим}		T _{тех.об.}	T _{орг.об.}	T _{відп.}				
005 Токарна з ЧПК	0,97	0,13	0,5	0,654	2,46	0,1968			2,94	31,35	560	2,72
010 Токарна з ЧПК	0,821	—	—	—	—	—	—	—	—	—		2,05
015 Вертикально-фрезерна	0,206	—	—	—	—	—	—	—	—	—	560	0,8
020 Вертикально-свердлильна	0,016	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,06
025 Свердлильна з ЧПК	0,215	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,86

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі

Для токарної обробки поверхонь деталі “Кільце 716.486.005” на 010 токарній з ЧПК операції спроектовано спеціальний патрон, що встановлюється на токарному верстаті з ЧПК. Використання стандартного патрона обмежено конфігурацією та малою жорсткістю в радіальному напрямку заготовки. Перевагою такого патрона є забезпечена можливість затиску заготовки із торцевої сторони.

Конструкція патрона забезпечує виконання переходів технологічного процесу виготовлення кільця, при цьому останнє базується на зрізану базу поз. 15 по внутрішній циліндричній поверхні $\varnothing 137H9$ та по торцю 72мм. Затиск заготовки здійснюється по зовнішній радіусній торцевій поверхні трьома Г-подібними прихватами, що приводяться у дію за допомогою електромеханічного приводу токарного верстата з ЧПК.

Похибка установки заготовки [15]:

$$\Delta \varepsilon_1 = \sqrt{\Delta_6^2 + \Delta_3^2 + \Delta_{\text{пр}}^2}. \quad (3.1)$$

Необхідна точність установки заготовки забезпечується, якщо похибка установки є меншою за допуск поверхні, що піддається обробці у патроні [15]:

$$\Delta \varepsilon_1 \leq \Delta \varepsilon_{10}. \quad (3.2)$$

На 010 токарній з ЧПК операції технологічним процесом передбачено проточування циліндричної поверхні $\varnothing 147h14_{(-1,0)}$; зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 149,8_{-0,29}$, нарізання різьби M150×2-8g.

Для розрахунку похибки установки заготовки у патроні розроблено розрахункову схему (рис. 3.1). У схемі зображено наявність зазору між циліндричною базою патрона та поверхнею кільця, по якій здійснюється

базування.

Похибка базування дорівнює максимальному зазору між циліндричною базою патрона та поверхнею кільця, по якій здійснюється базування:

$$\Delta_{\sigma} = S_{\max}. \quad (3.3)$$

Максимальний зазор між циліндричною базою патрона та поверхнею кільця, по якій здійснюється базування:

$$S_{\max} = D_m - d_{mi}, \quad (3.4)$$

де D_m – максимальний розмір циліндричної поверхні кільця, по якій здійснюється базування;

d_{mi} – мінімальний розмір циліндричної бази патрона.

$$D_m = D_n + ES_1 \quad (3.5)$$

де D_n – номінальний розмір циліндричної поверхні кільця, по якій здійснюється базування;

ES_1 – верхнє відхилення циліндричної поверхні кільця, по якій здійснюється базування.

$$d_{mi} = d_n + ei_2, \quad (3.6)$$

де d_n – номінальний розмір циліндричної бази патрона;

ei_2 – нижнє відхилення циліндричної бази патрона.

Розмір циліндричної поверхні кільця, по якій здійснюється базування $\varnothing 137H9(^{+0,1})$.

Розмір циліндричної бази патрона – $\varnothing 137f7(^{-0,043}_{-0,083})$.

Максимальний зазор між циліндричною базою патрона та поверхнею кільця

$$D_m = 137 + 0,1 = 137,1 \text{ мм.}$$

$$d_{mi} = 137 + (-0,083) = 136,917 \text{ мм.}$$

$$S_{max} = 137,1 - 136,917 = 0,183 \text{ мм.}$$

Похибка базування:

$$\Delta \varepsilon_{бр.} = 0,183 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення при торцевому затиску заготовки $\Delta_z = 70 \text{ мкм.}$

Похибка пристосування $\Delta_n = 50 \text{ мкм.}$

Розраховуємо похибку установки:

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{183^2 + 70^2 + 50^2} = 202 \text{ мкм.} = 0,202 \text{ мм.}$$

Визначаємо допустиму похибку при проточуванні циліндричної поверхні $\varnothing 149,8_{-0,29}$:

$$\Delta \varepsilon_{y, \text{доп.}} = \delta, \quad (3.7)$$

де δ – допуск розміру, $\delta = 0,29 \text{ мм.}$

Перевіряємо виконання умови (3.2):

$$0,202 \text{ мм} < 0,29 \text{ мм.}$$

Отже, необхідна точність установки заготовки забезпечується.

3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі

Проведемо розрахунок силових параметрів процесу затиску заготовки деталі “Кільце 716.486.005” для чорнового проточування поверхні $\varnothing 149,8_{-0,29}$ на 010 токарній з ЧПК операції із виникненням максимальних величин сили різання та навантажень на елементи патрона.

Схему для розрахунку силових параметрів процесу затиску заготовки зображено на рис. 3.2.

Для забезпечення надійного затиску заготовки у патроні при її проточуванні на токарній з ЧПК операції необхідно, щоб крутний момент,

створений силами різання M_p , був меншим за момент сил тертя M_T між заготовкою, затискними елементами та базовою плитою:

$$kM_p = \sum M_T, \quad (3.8)$$

де k - коефіцієнт запасу.

Крутний момент, створений силами різання:

$$M_p = P_z \cdot r_1, \quad (3.9)$$

де P_z – тангенціальна сила різання;

$r_1=74,9$ мм – радіус заготовки, по якому проходить проточування.

Момент сил тертя між заготовкою, затискними елементами та базовою плитою:

$$\sum M_T = Q \left(R \cdot f_1 + \frac{2f_2 \cdot (R_2^3 - R_1^3)}{3(R_2^2 - R_1^2)} \right), \quad (3.10)$$

де Q – сила на Г-подібних прихватах;

$f_1 = f_2 = 0,2$ – коефіцієнти тертя;

$R_1=94$ мм, $R_2=99$ мм – граничні радіуси контакту між кільцем та базовою плитою патрона;

$R=91$ мм – радіус затиску кільця Г-подібними прихватами.

На основі рівнянь (3.8) – (3.11) одержуємо:

$$Q = \frac{kP_z r_1}{f_1 R + 2f_2 \frac{R_2^3 - R_1^3}{3(R_2^2 - R_1^2)}}. \quad (3.11)$$

Коефіцієнт запасу $k=3,42$.

Тангенціальна сила різання під час чорнового проточування поверхні кільця [14]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.12)$$

де $C_p = 40$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = 0$ [14];

$t = 1,0$ мм – глибина різання;

$S = 0,78$ мм/об – подача різання;

$V = 265,6$ м/хв – швидкість різання;

$K_p = 1,0$.

Підставляємо дані у формулу (3.12):

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,0^{1,0} \cdot 0,78^{0,75} \cdot 265,6^0 \cdot 1 = 332 \text{ Н.}$$

За формулою (3.11) одержимо:

$$Q = \frac{3,42 \cdot 332 \cdot 74,9}{0,2 \cdot 91 + 2 \cdot 0,2 \cdot \frac{99^3 - 94^3}{3 \cdot (99^2 - 94^2)}} = 2267 \text{ Н.}$$

Для надійного затиску заготовки необхідно, щоб сила на штоці електромеханічного приводу верстата з ЧПК була більшою за 2267 Н.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Інструкції з охорони праці на підприємстві. Основні вимоги і порядок розроблення

Інструкція з охорони праці - нормативний акт, що містить обов'язкові для дотримання працівниками вимоги з охорони праці (ОП) при виконанні ними робіт певного виду або за певною професією на робочих місцях, у виробничих приміщеннях, на території підприємства та будівельних майданчиках або в інших місцях, де за дорученням власника чи уповноваженого ним органу виконуються ці роботи, трудові або службові обов'язки.

Інструкції діляться на:

- 1) інструкції, що стосуються державних міжгалузевих нормативних актів про ОП;
- 2) примірні інструкції;
- 3) інструкції, що діють на підприємстві.

Інструкції, що стосуються державних міжгалузевих нормативних актів про охорону праці, розробляються для персоналу, який здійснює вибухові роботи, обслуговує електричні установки та пристрої, вантажопідіймальні машини та ліфти, котельні установки, резервуари, що перебувають під тиском, і для інших працівників, правила безпеки праці яких встановлено міжгалузевими нормативними актами про ОП, затвердженими органами державного нагляду за ОП.

Дотримання вимог цих інструкцій є обов'язковим для працівників відповідних професій або при виконанні відповідних видів робіт на всіх підприємствах незалежно від їх підпорядкованості, форми власності та виду діяльності.

Примірні інструкції затверджуються міністерствами чи іншими органами виконавчої влади, виробничими, науково-виробничими та іншими об'єднаннями підприємств, що мають відповідні повноваження, за погодженням з органами державного нагляду за ОП, до компетенції яких належать ці інструкції чи окремі їх вимоги, і Національним НДІ охорони праці.

Ці інструкції можуть використовуватися як підґрунтя для розроблення інструкцій, що діють на підприємстві.

Інструкції, що діють на підприємстві, належать до нормативних актів про ОП, що діють у межах конкретного підприємства. Такі інструкції розробляються на підставі чинних державних міжгалузевих та галузевих нормативних актів про ОП, примірних інструкцій та технологічної документації підприємства з урахуванням конкретних умов виробництва і вимог безпеки, викладених в експлуатаційній та ремонтній документації підприємств — виробників обладнання, що використовується на цьому підприємстві. Вони затверджуються роботодавцем та є обов'язковими для дотримання працівниками відповідних професій або при виконанні відповідних робіт лише на цьому підприємстві.

Інструкціям, що розробляються та затверджуються на підприємствах, присвоюються порядкові номери службами ОП цих підприємств. У назві такої інструкції стисло зазначається, для якої професії чи виду робіт її призначено, наприклад: «Інструкція з охорони праці для електрозварника», «Інструкція з охорони праці при роботі з ручним електроінструментом».

Ці інструкції мають відповідати чинному законодавству України, вимогам державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про ОП: правил, норм, стандартів, інших нормативних та організаційно-методичних документів про ОП, на підставі яких вони розробляються. Крім того, інструкції повинні містити лише ті вимоги з ОП, дотримання яких обов'язкове самими працівниками. Порухення працівником цих вимог має розглядатися як порушення трудової дисципліни, за яке до нього може бути застосовано стягнення відповідно до чинного законодавства.

Інструкції, що діють на підприємстві, розробляються з урахуванням вимог Положення № 9.

Інструкції мають містити такі розділи:

- загальні положення;
- вимоги безпеки перед початком роботи;
- вимоги безпеки під час виконання роботи;
- вимоги безпеки після закінчення роботи;

— вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

За необхідності до інструкції можна включити й інші розділи.

Розроблення (перегляд) необхідних інструкцій, що діють на підприємстві, здійснюється безпосередніми керівниками робіт (начальником виробництва, цеху, дільниці, відділу, лабораторії та інших відповідних їм підрозділів підприємства), що несуть відповідальність за своєчасне виконання цієї роботи.

Перегляд інструкцій, що діють на підприємстві, провадиться у строки, передбачені державними нормативними актами про ОП, на підставі яких вони розроблені, але не рідше одного разу на 5 років, а для професій чи видів робіт з підвищеною небезпекою — не рідше одного разу на 3 роки.

Для нових виробництв, що вводяться в дію вперше, допускається розроблення тимчасових інструкцій, що діють на підприємстві. Тимчасові інструкції підлягають оформленню, погодженню та затвердженню в порядку, установленому Положенням № 9. Такі інструкції можуть розроблятися як за професіями, так і за видами робіт і вводяться в дію на строк до прийняття зазначених виробництв в експлуатацію державною приймальною комісією.

Інструкція, що діє на підприємстві, набуває чинності з дня її затвердження, якщо інше не передбачено наказом роботодавця, але разом з тим її має бути введено в дію до впровадження нового технологічного процесу (початку виконання робіт), обладнання або до початку роботи нового виробництва і лише після відповідного навчання працівників.

Інструкції, уведені в дію на цьому підприємстві, реєструються службою ОП у журналі реєстрації.

Уведені в дію інструкції видаються (тиражуються) або придбаваються у вигляді брошур (для видачі працівникам на руки) чи односторонніх аркушів або плакатів (для вивішування на робочих місцях або виробничих дільницях).

Видача інструкцій керівникам структурних підрозділів (служб підприємства) здійснюється службою ОП з одночасною реєстрацією в журналі обліку видачі інструкцій.

4.2. Техніка безпеки при роботі на свердлильних та токарних верстатах

До виконання робіт на металообробних верстатах допускаються особи, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та одержали посвідчення на право виконання робіт.

До самостійного виконання робіт допускаються особи, які пройшли стажування протягом 2–15 змін під керівництвом бригадира (майстра) або досвідченого працівника. Виконується тільки та робота, яка доручена відповідним нарядом (крім екстремальних та аварійних ситуацій), не можна передоручати її іншим особам.

Не допускається перебування сторонніх осіб у робочій зоні.

Не можна приступати до роботи на технічно несправних або з знятими захисними пристроями верстатах, з несправною сигналізацією, контрольними пристроями, з пошкодженим контуром заземлення. При обробці на верстатах довгих деталей (більше довжини робочого стола) необхідно обладнувати ззаду й спереду верстата спеціальні пристрої у вигляд опорних столів з роликами, щоб матеріал не звисав.

Не можна користуватись несправним інструментом, інвентарем і пристроями. Верстати, стелаж, столи, шафи, тумбочки та інше обладнання повинні бути міцними, стійкими і мати висоту, зручну для роботи.

Очищення, змащення, регулювання й ремонт верстатів здійснюється тільки після повної їх зупинки.

Спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту повинні відповідати умовам і характеру виконуваної роботи.

Не можна приступати до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

Протягом роботи потрібно слідкувати за самопочуттям. При появі стомленості, сонливості, раптового болю треба припинити виконання роботи.

Необхідно виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку та правила пожежної безпеки. Не можна використовувати пожежний інвентар не за призначенням.

Під час виконання робіт на працівників можуть діяти небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Фізичні небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини й механізми, що рухаються; рухомі частини виробничого обладнання; вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому масці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухомість повітря;
- підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може пройти через тіло людини;
- відсутність або недостатність природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- гострі краї, задирки й шорсткість на поверхнях конструкцій, інструменту й обладнання.

Психофізіологічні небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- фізичні перевантаження (статичні й динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Отримайте від керівника робіт вказівки про порядок і безпечні прийоми виконання роботи.

Одягніть і заправте спецодяг. Упевніться, що він прилягає, не має елементів, що звисають, які можуть бути захоплені деталями, що обертаються або рухаються.

Огляньте робоче місце. Проходи повинні бути вільними, підлога чистою, сухою, без виїмок і нерівностей. Перевірте наявність і справність підніжної дерев'яної решітки. Перевірте освітленість робочого місця. Світло спрямуйте на ріжучий інструмент зліва.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено, що деталь “Кільце 716.486.005” використовується як один із елементів світлодіодного промислового світильника для виробничих підприємств, складів, шахт тощо, що характеризуються підвищеним вмістом вологості та/або запиленості і призначена для приєднання скляного розсіювача, кришки світильника та розміщення в ній електричних та електронних елементів світильника. Матеріалом деталі, що вказаний на кресленні, є сплав АК12.

Базовий технологічний процес механічного оброблення деталі “Кільце 716.486.005” відповідає дрібносерійному типу виробництва і має характерні параметри, пов’язані із організацією виробництва і забезпеченням технологічним устаткуванням. Продуктивність базового технологічного процесу є не достатньою для забезпечення річної програми випуску, що відповідає середньосерійному типу виробництва, тому проведено зміни технологічного процесу.

Запропоновано запровадити такі зміни: використано точний метод виготовлення заготовки – литво під тиском на основі застосування прес-форм і спеціальних ливарних машин; для виконання токарної обробки деталі замінено токарно-револьверні верстати на токарні верстати з ЧПК; свердлильні операції виконуються на свердлильних верстатах з ЧПК, із застосуванням комбінованих сверدل для одночасного свердління отворів та формування на них фасок; чотири отвори діаметром 9 мм обробляються одночасно, застосовуючи багатопиндельну свердлильну головку.

Вказані зміни дозволяють підвищити продуктивність оброблення деталі “Кільце 716.486.005” із зменшенням штучного часу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Кушак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.
2. Пилипець М.І., Комар Р.В. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин. Тернопіль, 2019. 58 с.
3. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. 148 с.
4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
5. Добрянський С. С., Малафєєв Ю. М. Методичні вказівки до лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни «Проектування та виробництво заготовок» Частина І. Розробка креслення та технології виготовлення литої заготовки. К.: НТУУ «КПІ», 2012. 71 с.
6. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
7. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.
8. Розмірні ланцюги: навчально-методичний посібник / Укладачі : Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Капаціла Ю.Б, Ткаченко І.Г. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 132 с.
9. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
10. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисциплін “Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин ” та “Технологія машинобудування” для студентів спеціальностей 131 “Прикладна механіка” і 133 “Галузеве машинобудування” на тему “Структура технологічного процесу. Принципи побудови технологічних операцій” / Укладачі : Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. - Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 53 с.

11. Дячун А. Є. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.
12. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.
13. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.
14. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.
15. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.