

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
деталі “Корпус 732.145.129”

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

(шифр і назва спеціальності)

Антипюк А.М.
(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 “Корпус 732.145.129” студента групи МПс-41 Антипюка А.М. Керівник роботи - кандидат техн. наук, доцент Дячун А.Є.

Мета роботи – розроблення на основі базового новий технологічний процес механічного оброблення деталі “Корпус 732.145.129”, що пов’язано із зміною типу виробництва із дрібносерійного на середньосерійний.

У першому розділі проаналізовано конструктивні параметри деталі “Корпус 732.145.129” та особливості її застосування як базового елемента світильника, що використовується у різних галузях промисловості, зокрема у виробничих приміщеннях, складах.

Встановлено, що за якісними та кількісними показниками деталь “Корпус 732.145.129” є технологічною. Матеріал деталі сплав АК 12 відповідає експлуатаційним показникам промислового світильника щодо захисту електронних елементів від дії зовнішнього середовища, має стійкість до корозії.

За параметрами організації механічного оброблення, технологічним обладнанням та оснащенням, рівнем автоматизації базовий технологічний процес виготовлення деталі можна віднести до дрібносерійного типу виробництва.

У другому розділі застосовано табличний та розрахунковий методи із врахуванням програми випуску та маси корпусу для визначення типу виробництва. В умовах середньосерійного типу виробництва проведено порівняння двох способів виготовлення заготовки. Перший спосіб: лиття під тиском із застосуванням спеціального устаткування. Другий спосіб: лиття в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями.

Проведено вибір обладнання та інструментів. Розраховано припуски, режими різання та технічні норми часу. Розроблено новий технологічний процес механічного оброблення деталі “Корпус 732.145.129”

У третьому розділі для послідовного оброблення різьбових отворів М6-7Н, базування та закріплення деталі “Корпус 732.145.129” при виконанні 010 свердлильної з ЧПК операції розроблено спеціальне пристосування, що представлене у графічній частині.

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.....

2.3. Вибір технологічних баз.....

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.....

3.3. Розрахунок калібра-пробки.....

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

4.1. Особливості впливу виробничого шуму на працівників та способи зниження рівня шуму на ділянці виготовлення деталі.....

4.2. Джерела фінансування заходів із охорони праці на підприємстві.....

Висновки.....

Перелік посилань.....

Додатки

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі розроблено на основі базового новий технологічний процес механічного оброблення деталі “Корпус 732.145.129”, що пов’язано із зміною типу виробництва із дрібносерійного на середньосерійний. Деталь виконує функцію як одного із основних базових елементів світильника, що використовується у різних галузях промисловості, зокрема у виробничих приміщеннях, складах. Особливістю такого світильника є застосування у конструкції елементів захисту від виникнення пожеж та вибухів за рахунок герметичності корпусу та освітлювальної частини із відбивачем.

Матеріал деталі, що вказаний на кресленні і відповідає експлуатаційним показникам промислового світильника, є сплав АК12.

У проектний технологічний процес внесено такі зміни для зменшення штучного часу обробки корпусу: для виготовлення заготовок використано литво під тиском з метою зменшення витрат матеріалу при подальшій механічній обробці; для виконання розточування отворів, канавок, підрізання торців замінено токарно-гвинторізний верстат на токарний верстат з ЧПК; для оброблення комбінованих отворів із різьбою М4, М5, М6 замінено вертикально-свердлильні та різьбонарізні верстати на свердлильні верстати з ЧПК; для базування та затиску заготовок використано технологічне оснащення із пневмоприводом. Для затиску заготовки на токарній з ЧПК операції замінено трьохкулачковий патрон на цанговий, що дозволяє зменшити величину зминання поверхні корпусу в точках затиску.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Корпус 732.145.129” є одним із основних базових елементів світильника, що використовується у різних галузях промисловості, зокрема у виробничих приміщеннях, складах. Особливістю такого світильника є застосування у конструкції елементів захисту від виникнення пожеж та вибухів за рахунок герметичності корпусу та освітлювальної частини із відбивачем.

Корпус 732.145.129 призначений для приєднання до нього другого корпусу із ущільнювачем, кришок для періодичного огляду, сальників для герметичного приєднання кабелів, електричної та електронної частин світильника.

Основними конструктивними елементами корпусу є: внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 216H9(^{+0,115})$; $l=6$; $Ra_{2,2}$ – призначена для приєднання корпусу до другого корпусу світильника; внутрішня торцева поверхня $6\pm 0,2$; $Ra_{12,2}$; торцева поверхня $87h14(-0,87)$; $Ra_{12,2}$ – для забезпечення щільного контакту між корпусами та правильного взаємного розміщення елементів світильника; різьбові отвори $M6-7H$; $56\pm 0,3$; $Ra_{6,2}$ – для кріплення ліри, за допомогою якої здійснюється монтаж світильника; різьбові отвори $M5-7H$; $\varnothing 185\pm 0,3$; $Ra_{6,2}$ – для кріплення до іншого корпусу за допомогою гвинтів; різьбові отвори $M4-7H$; $96\pm 0,3$; $Ra_{6,2}$ – для кріплення до даного корпусу захисної таблички; два отвори $\varnothing 21,5H14(^{+0,52})$; $Ra_{12,2}$ – для кріплення сальників.

Решта поверхонь не обробляються або виконують другорядні функції.

Матеріал деталі “Корпус 732.145.129”, що вказаний на кресленні і відповідає експлуатаційним показникам промислового світильника, є алюмінієво-кремнієвий (12%) сплав АК12 з високими показниками рідкотекучості та низькою питомою густиною. У таблицях 1.1 та 1.2 на основі відкритих джерел представлено склад основних елементів та механічні властивості 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 – Механічні властивості сплаву АК12

Спосіб лиття	Вид термообробки	Густина, ρ , г/см ³	σ_p , 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

Аналіз технічних вимог деталі “Корпус 732.145.129” проведено на основі креслення деталі з нумерацією її поверхонь, визначенням розмірів із граничними відхиленнями, квалітетів точності та якісних показників поверхневого шару. Результати такого аналізу представлено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Аналіз технічних вимог деталі “Корпус 732.145.129”

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4
1	Торцева поверхня 87h14(_{-0,87})	14	Ra12,2
2	Внутрішня фаска 1×45°	14	Ra12,2
3	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 216H9(^{+0,115})$; l=6	9	Ra2,2
4, 6	Внутрішня торцева поверхня 6±0,2	14	Ra12,2
5	Виступ 2±0,1; 90°; $\varnothing 206$	14	Ra12,2
7	Зовнішня конічна поверхня $\varnothing 206$	Не підлягає обробці різанням	Rz50
8	Торцева поверхня 87	Не підлягає обробці різанням	Rz50

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
9, 10	Два отвори глухі $\varnothing 4,95^{+0,26}$ під різьбу М6-7Н; $l=12^{+0,5}$; $56\pm 0,3$	14	Ra12,2
11, 12, 16	Три внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,2
13,14	Два різьбові глухі отвори М6-7Н; 7min; $56\pm 0,3$	12	Ra6,2
15	Отвір наскрізний $\varnothing 4,95^{+0,26}$ під різьбу М6-7Н; $l=15$	14	Ra12,2
17	Різьбовий наскрізний отвір М6-7Н; $l=15$	12	Ra6,2
18-22	П'ять отворів глухих $\varnothing 4,2^{+0,18}$ під різьбу М5-7Н; $l=15$; $\varnothing 185\pm 0,3$	12	Ra12,2
23-27, 34	Внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,2
28-32	Різьбові глухі отвори М5-7Н; $l=10$; $\varnothing 185\pm 0,3$	12	Ra6,2
33	Отвір наскрізний $\varnothing 4,2^{+0,18}$ під різьбу М5-7Н; $l=10,5$; $\varnothing 185\pm 0,3$	12	Ra12,2
35	Різьбовий наскрізний отвір М5-7Н; $l=10,5$; $\varnothing 185\pm 0,3$	12	Ra6,2
36, 37	Два отвори глухі $\varnothing 3,3^{+0,12}$ під різь М4-7Н; $l=14$; $96\pm 0,3$	12	Ra6,2
38, 39	Внутрішні фаски $0,85\times 45^\circ$	14	Ra12,2
40, 41	Два різьбові глухі отвори М4-7Н; $l=9$; $96\pm 0,3$	12	Ra6,2
42, 43	Два отвори глухі $\varnothing 5H14(^{+0,3})$; $l=5$; $96\pm 0,3$	14	Ra12,2
44, 45	Два отвори наскрізні $\varnothing 21,5H14(^{+0,52})$; $l=2$; $24\pm 0,3$	14	Ra12,2

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Технологічність конструкції деталі “Корпус 732.145.129” залежить від
необхідної програми випуску 15000 шт., типу виробництва –

середньосерійного, розмірів поверхонь із граничними відхиленнями, форми та взаємного їх розташування, квалітетів точності та якісних показників поверхневого шару, додаткових технічних вимог.

Матеріал деталі сплав АК 12, тому заготовки деталі доцільно виготовляти методами литва, оскільки цей матеріал має хороші ливарні властивості. Матеріал відповідає експлуатаційним показникам промислового світильника щодо захисту електронних елементів від дії зовнішнього середовища, має стійкість до корозії та нижчу вагу при однаковому об'ємі порівняно із варіантом виготовлення із сталі. Тонкостінні елементи та ребра жорсткості корпусу можливо одержати методами точного литва, зокрема литва за виплавлюваними моделями, литва під тиском.

У конструкції деталі є достатня кількість поверхонь для виконання попередніх операцій із базуванням деталі по необроблених поверхнях та для виконання операцій із базуванням деталі по механічно оброблених поверхнях. Зокрема, основними механічно обробленими базами є отвір $\varnothing 216H9^{(+0,115)}$; $l=6$, Ra 2,2 та торцева поверхня $87h14(-0,87)$, Ra 12,2, що забезпечують реалізацію у технологічному процесі принципу постійності баз. Жорсткість корпусу є достатньою для прикладань сил затиску та різання заготовки. Для оброблення деталі можливе використання верстатів з ЧПК, універсальних різальних та вимірювальних інструментів, пристроїв із механічним приводом.

Отже, за якісними показниками “Корпус 732.145.129” є технологічним.

Кількісні показники технологічності деталі “Корпус 732.145.129” розраховано за відомими рівняннями для визначення коефіцієнтів точності, шорсткості та уніфікації на основі даних із табл. 1.3.

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_T = 1 - \frac{1}{T_p}, \quad (1.1)$$

$$T_p = \frac{\sum T_j \cdot n_j}{\sum n_j} = \frac{14 \cdot 23 + 12 \cdot 16 + 9 \cdot 1}{40} = 13,08$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{13,08} = 0,92.$$

При $K_T = 0,92 > 0,8$ “Корпус 732.145.129” є технологічним.

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_p}, \quad (1.2)$$

$$B_p = \frac{\sum B_j \cdot n_j}{\sum n_j} = \frac{5 \cdot 1 + 4 \cdot 13 + 3 \cdot 26}{40} = 3,38,$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,38} = 0,3.$$

При $K_{ш} = 0,3 > 0,16$ “Корпус 732.145.129” є технологічним.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_y = \frac{N_y}{N_r} = \frac{37}{40} = 0,93.$$

При $K_y = 0,93 > 0,6$ “Корпус 732.145.129” є технологічним.

Отже, за кількісними та якісними показниками “Корпус 732.145.129” є технологічним.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Технологічне обладнання та оснащення, що застосоване у базовому технологічному процесі механічного оброблення деталі “Корпус 732.145.129” представлено у таблиці 1.4 у послідовності виконання операцій.

Таблиця 1.4 – Технологічне обладнання та оснащення, що застосоване у базовому технологічному процесі механічного оброблення деталі “Корпус 732.145.129”

Операція	Технологічне обладнання	Технологічне оснащення
1	2	3
005 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16K20	Патрон трьохкулачковий спірально-рейковий

Закінчення таблиці 1.4

1	2	3
010, 020, 030 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2М112	Кондуктор універсально-збірний
015, 025, 035 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2М112	Пристосування універсально-збірне
040 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125	Пристосування універсально-збірне
045-055 Різенарізна	Різьбонарізний верстат 2056	Пристосування універсально-збірне

За параметрами організації механічного оброблення, технологічним обладнанням та оснащенням, рівнем автоматизації базовий технологічний процес виготовлення деталі “Корпус 732.145.129” можна віднести до дрібносерійного типу виробництва, із виготовленням малих партій деталей. Зокрема, використовуються універсальні металоріжучі верстати без систем автоматизованого управління, затиск заготовок здійснюється гвинтовими та кулачковими механізмами без застосування механічного приводу. Для виконання операцій технологічного процесу застосовуються стандартні ріжучі та вимірювальні інструменти.

1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

Проаналізовано конструктивні параметри деталі “Корпус 732.145.129” та особливості її застосування як базового елемента світильника, що використовується у різних галузях промисловості, зокрема у виробничих приміщеннях, складах.

Для оброблення деталі можливе використання верстатів з ЧПК, універсальних різальних та вимірювальних інструментів, пристроїв із механічним приводом. Тонкостінні елементи та ребра жорсткості корпусу можливо одержати методами точного литва, зокрема литва за виплавлюваними

моделями, литва під тиском.

За якісними та кількісними показниками деталь “Корпус 732.145.129” є технологічною. Матеріал деталі сплав АК 12 відповідає експлуатаційним показникам промислового світильника щодо захисту електронних елементів від дії зовнішнього середовища, має стійкість до корозії.

Основними механічно обробленими базами є отвір $\varnothing 216H9^{(+0,115)}$; $l=6$, Ra 2,2 та торцева поверхня $87h14(-0,87)$, Ra 12,2, що забезпечують реалізацію у технологічному процесі принципу постійності баз.

За параметрами організації механічного оброблення, технологічним обладнанням та оснащенням, рівнем автоматизації базовий технологічний процес виготовлення деталі “Корпус 732.145.129” можна віднести до дрібносерійного типу виробництва.

При зростанні програми випуску до 15000 шт відповідно до потреб ринку тип виробництва корпусу змінюється із дрібносерійного на середньосерійний, тому виникла потреба у зміні базового технологічного процесу на проектний із підвищенням продуктивності механічного оброблення корпусу. У проектний технологічний процес запропоновано внести такі зміни для зменшення штучного часу обробки корпусу:

- для виготовлення заготовок доцільно використовувати точні методи литва, зокрема литво під тиском з метою зменшення витрат матеріалу при подальшій механічній обробці;

- для виконання розточування отворів, канавок, підрізання торців, доцільно замінити токарно-гвинторізний верстат на токарний верстат з ЧПК;

- для оброблення комбінованих отворів із різьбою М4, М5, М6 доцільно замінити вертикально-свердлильні та різьбонарізні верстати на свердлильні верстати з ЧПК;

- для базування та затиску заготовок доцільно використовувати технологічне оснащення із пневмоприводом. Для затиску заготовки на токарній з ЧПК операції запропоновано замінити трьохкулачковий патрон на цанговий, що дозволяє зменшити величину зминання поверхні корпусу в точках затиску.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення типу виробництва

Для визначення типу виробництва деталі “Корпус 732.145.129” застосовано табличний метод із врахуванням програми випуску $N = 15\,000$ шт, що вказана у завданні та креслення деталі, де вказана маса корпусу $m = 0,75$ кг. Попередньо визначений тип виробництва – середньосерійний.

Також застосовано розрахунковий спосіб визначення типу виробництва вказаного корпусу. При розрахунках використано інформацію про штучний час на кожній із операцій базового технологічного процесу та нормативні коефіцієнти завантаження обладнання.

Інформацію про штучний час на кожній із операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус 732.145.129” представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Інформація про штучний час на кожній із операцій технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус 732.145.129”

Операція	($T_{шт.}$), хв.	Операція	($T_{шт.}$), хв.
005 Токарно-гвинторізна	1,2	035 Вертикально-свердлильна	0,4
010 Вертикально-свердлильна	0,98	040 Вертикально-свердлильна	0,8
015 Вертикально-свердлильна	0,46	045 Різенарізна	1,0
020 Вертикально-свердлильна	1,47	050 Різенарізна	1,56
025 Вертикально-свердлильна	0,7	055 Різенарізна	1,07
030 Вертикально-свердлильна	0,6		

Визначаємо необхідну кількість верстатів для кожної операції із врахуванням програми випуску $N = 15\,000$ шт. [1]:

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

де $F_d = 3979$ год;

$$\eta_{3.н.} = 0,75.$$

$$m_{p005} = \frac{15000 \cdot 1,2}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,1. P_{005} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p010} = \frac{15000 \cdot 0,98}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,08. P_{010} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p015} = \frac{15000 \cdot 0,46}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,039. P_{015} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p020} = \frac{15000 \cdot 1,47}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,123. P_{020} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p025} = \frac{15000 \cdot 0,7}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,058. P_{025} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p030} = \frac{15000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,05. P_{030} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p035} = \frac{15000 \cdot 0,4}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,034. P_{035} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p040} = \frac{15000 \cdot 0,8}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,067. P_{040} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p045} = \frac{15000 \cdot 1,0}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,084. P_{045} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p050} = \frac{15000 \cdot 1,56}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,129. P_{050} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p055} = \frac{15000 \cdot 1,07}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,09. P_{055} = 1 \text{ верстат};$$

Фактичні коефіцієнти завантаження обладнання [1]:

$$\eta_{3.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (2.2)$$

$$\eta_{3.ф.005} = \frac{0,1}{1} = 0,1;$$

$$\eta_{3.ф.010} = \frac{0,08}{1} = 0,08;$$

$$\eta_{3.\phi.015} = \frac{0,039}{1} = 0,039;$$

$$\eta_{3.\phi.020} = \frac{0,123}{1} = 0,123;$$

$$\eta_{3.\phi.025} = \frac{0,058}{1} = 0,058;$$

$$\eta_{3.\phi.030} = \frac{0,05}{1} = 0,05;$$

$$\eta_{3.\phi.035} = \frac{0,034}{1} = 0,034;$$

$$\eta_{3.\phi.040} = \frac{0,067}{1} = 0,067;$$

$$\eta_{3.\phi.045} = \frac{0,084}{1} = 0,084;$$

$$\eta_{3.\phi.050} = \frac{0,129}{1} = 0,129;$$

$$\eta_{3.\phi.055} = \frac{0,09}{1} = 0,09.$$

Кількість операцій на кожному робочому місці [1]:

$$O = \frac{\eta_{3.H.}}{\eta_{3.\phi.}}, \quad (2.3)$$

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,1} = 7,5. \quad O_{005} = 8 \text{ операцій};$$

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,08} = 9,4. \quad O_{010} = 10 \text{ операцій};$$

$$O_{015} = \frac{0,75}{0,039} = 19,2. \quad O_{015} = 20 \text{ операцій};$$

$$O_{020} = \frac{0,75}{0,123} = 6,1. \quad O_{020} = 7 \text{ операцій};$$

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,058} = 12,93. \quad O_{025} = 13 \text{ операцій};$$

$$O_{030} = \frac{0,75}{0,05} = 15. \quad O_{030} = 15 \text{ операцій};$$

$$O_{035} = \frac{0,75}{0,034} = 22,06 . O_{035} = 23 \text{ операції};$$

$$O_{040} = \frac{0,75}{0,067} = 11,2 . O_{040} = 12 \text{ операцій};$$

$$O_{045} = \frac{0,75}{0,084} = 8,9 . O_{045} = 9 \text{ операцій};$$

$$O_{050} = \frac{0,75}{0,129} = 5,8 . O_{050} = 6 \text{ операцій};$$

$$O_{055} = \frac{0,75}{0,09} = 8,3 . O_{055} = 9 \text{ операцій}.$$

Коефіцієнт закріплення операцій [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{132}{11} = 12 .$$

Для $K_{з.о.} = 12$ тип виробництва – середньосерійний.

Період виготовлення деталей [1]:

$$t_b = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (2.4)$$

$$t_b = \frac{60 \cdot 3979}{15000} = 15,92 \text{ хв.}$$

Оптимальна величина партії деталей [1]:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (2.5)$$

де $F=257$ дн.

$$n = \frac{15000 \cdot 5}{257} = 292 \text{ шт.}$$

Кількість робочих змін для виготовлення партії деталей [1]:

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

де

$$T_{\text{шкс}} = \frac{\sum_{i=1}^T T_{\text{шкі}}}{\sum_{i=1}^T O_i}, \quad (2.7)$$

$$T_{\text{шкс}} = \frac{10,24}{11} = 0,931 \text{ хв.}$$

$$C = \frac{T_{\text{шкс}} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{0,931 \cdot 292}{476 \cdot 0,8} = 0,71 \text{ зміни.}$$

Приймаємо кількість змін $C = 1$ зміна.

Величина партії деталей [1]:

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{\text{пр.}}}{T_{\text{шкс}}}, \quad (2.8)$$

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 1}{0,931} = 409 \text{ шт.}$$

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Матеріалом деталі “Корпус 732.145.129” є алюмінієвий сплав АК 12, тому заготовки деталі доцільно виготовляти методами литва, оскільки цей матеріал має хороші ливарні властивості. Тонкостінні елементи та ребра жорсткості корпуса можливо одержати методами точного литва, зокрема литва за виплавлюваними моделями, литва під тиском. Застосування способів виготовлення заготовки меншої точності потребує менших витрат на технологічну підготовку виробництва. Тому в умовах середньосерійного типу виробництва проведено порівняння двох способів виготовлення заготовки.

Перший спосіб: лиття під тиском із застосуванням спеціального устаткування.

Другий спосіб: лиття в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями.

Порівняння двох способів виготовлення заготовки здійснено на основі коефіцієнтів використання матеріалу, як відношення маси заготовок до маси деталі. Маса заготовок визначено як суму маси деталі та припусків на механічне оброблення. Для розрахунку припусків заготовок проведено їх проектування, результати якого представлено у вигляді ескізів заготовок на рис. 2.1 та 2.2.

Результати вибору припусків деталі “Корпус 732.145.129” представлено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати вибору припусків деталі “Корпус 732.145.129”

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5
1) лиття під тиском				
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 216H9^{(+0,115)}; l=6$	Ra2,2	1,4	$2,4 \times 2 = 4,8$	$\varnothing 211,2 \pm 0,7$
Торцева поверхня $87h14_{(-0,87)}$	Ra12,2	1,1	1,2	$88,2 \pm 0,55$
Отвір наскрізний $\varnothing 21,5H14^{(+0,52)}; l=2$	Ra12,2	0,8	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 19,5 \pm 0,4$
Внутрішня торцева поверхня $6 \pm 0,2$	Ra12,2	0,56	1,0	$5 \pm 0,28$ на кресленні вказується $6,2 \pm 0,28$
2) лиття в піщані форми				
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 216H9^{(+0,115)}; l=6$	Ra2,2	5,6	$8,0 \times 2 = 16,0$	$\varnothing 200 \pm 2,8$
Торцева поверхня $87h14_{(-0,87)}$	Ra12,2	4,4	5,0	$92 \pm 2,2$
Отвір наскрізний $\varnothing 21,5H14^{(+0,52)}; l=2$	Ra12,2	3,2	$4,2 \times 2 = 8,4$	$\varnothing 13,1 \pm 1,6$

Визначаємо масу заготовки як суму маси деталі та припусків:

$$Q = q + m_{\text{пр}}; \quad (2.9)$$

$$m_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot \rho, \quad (2.10)$$

де $\rho = 2,6 \text{ г/см}^3$.

Об'єми припусків:

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

де D, d, H – геометричні параметри припуску, мм.

Об'єми припусків заготовки отриманої литтям під тиском:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (222^2 - 211,2^2) \cdot 1,2}{4} = 4407,2 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (216^2 - 211,2^2) \cdot 6}{4} = 9658,14 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (211,2^2 - 200^2) \cdot 0,9}{4} = 3253,74 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{\pi \cdot 10^2 \cdot 0,9 \cdot 2}{8} = 70,65 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot (21,5^2 - 19,5^2) \cdot 2}{4} \cdot 2 = 257,48 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр6}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 2,5}{4} = 678,24 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр7}} = \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 15}{4} = 423,9 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр8}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 14}{4} = 351,68 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр9}} = 5 \cdot \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 15}{4} = 1471,87 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр10}} = \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 10,5}{4} = 206,063 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}} = \sum V_{\text{пр}_i} ;$$

$$V_{\text{пр}} = 4407,2 + 9658,14 + 3253,74 + 70,65 + 257,48 + 678,24 + 423,9 + \\ + 351,68 + 1471,87 + 206,063 = 20783,96 \text{ мм}^3 = 20,78 \text{ см}^3.$$

Об'єми припусків заготовки отриманої литтям в піщані форми:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (222^2 - 200^2) \cdot 5}{4} = 36439,7 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (216^2 - 200^2) \cdot 6}{4} = 31349,76 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (21,5^2 - 19,5^2) \cdot 2}{4} \cdot 2 = 257,48 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр4}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 2,5}{4} = 678,24 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 15}{4} = 423,9 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр6}} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 14}{4} = 351,68 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр7}} = 5 \cdot \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 15}{4} = 1471,87 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр8}} = \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 10,5}{4} = 206,063 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}} = \sum V_{\text{пр}_i} ;$$

$$V_{\text{пр}} = 36439,7 + 31349,76 + 257,48 + 678,24 + 423,9 + \\ + 351,68 + 1471,87 + 206,063 = 71178,7 \text{ мм}^3 = 71,18 \text{ см}^3.$$

Визначаємо масу припуску:

– для заготовки отриманої литтям під тиском:

$$m_{\text{пр1}} = 20,78 \cdot 2,6 = 54,028 \text{ г} = 0,054 \text{ кг}.$$

– для заготовки отриманої литтям в піщані форми:

$$m_{\text{пр2}} = 71,18 \cdot 2,6 = 185,068 \text{ г} = 0,185 \text{ кг}.$$

Визначаємо масу заготовок:

– для заготовки отриманої литтям під тиском:

$$Q_1 = 0,75 + 0,054 = 0,804 \text{ кг.}$$

– для заготовки отриманої литтям в піщані форми:

$$Q_2 = 0,75 + 0,185 = 0,935 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_B = \frac{q}{Q}, \quad (2.12)$$

– для заготовки отриманої литтям під тиском:

$$K_{B1} = \frac{0,75}{0,804} = 0,93.$$

– для лиття під тиском:

$$K_{B2} = \frac{0,75}{0,935} = 0,8.$$

Для подальшого розроблення технологічного процесу механічного оброблення деталі “Корпус 732.145.129” вибираємо заготовку із меншим коефіцієнтом використання матеріалу, тобто литво під тиском. Також цей спосіб дозволяє одержати тонкостінні елементи та ребра жорсткості корпуса.

2.3. Вибір технологічних баз

У конструкції деталі “Корпус 732.145.129” є достатня кількість поверхонь для виконання перших операцій із базуванням деталі по необроблених поверхнях та для виконання операцій із базуванням деталі по механічно оброблених поверхнях. Зокрема, основними механічно обробленими базами є отвір $\varnothing 216H9(^{+0,115})$; $l=6$, $Ra\ 2,2$ та торцева поверхня $87h14(-_{0,87})$, $Ra\ 12,2$, що забезпечують реалізацію у технологічному процесі принципу постійності баз.

Схеми базування у послідовності оброблення поверхонь Корпуса 732.145.129 представлено у таблиці 2.3.

На 005 операції токарній з ЧПК виконується базування деталі по зовнішній конічній поверхні 7 з упором в торець у цанговому патроні.

На 010 свердлильній з ЧПК операції виконується базування деталі по внутрішній циліндричній чисто обробленій поверхні 3 з упором в чисто оброблений торець 1 з орієнтацією по внутрішніх бобишках.

На 015 свердлильній з ЧПК операції виконується базування деталі по зовнішній конічній поверхні 7 з упором в торець з орієнтацією по двох бобишках.

На 025 свердлильній з ЧПК операції виконується базування деталі по внутрішній циліндричній поверхні 3 з упором в торець 1 з орієнтацією по вікну на два пальці.

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

Проектування технологічного маршруту виготовлення деталі “Корпус 732.145.129” здійснено методом синтезу на основі аналізу альтернативних варіантів оброблення поверхонь деталі, що представлені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Альтернативні варіанти оброблення поверхонь деталі “Корпус 732.145.129”

№ 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	Торцева поверхня 87h14 _(-0,87)	14	Ra12,2	Напівчистове поперечне точіння	—
2	Внутрішня фаска 1×45°	14	Ra12,2	Розточування напівчистове	—
3	Внутрішня циліндрична поверхня Ø216H9 ^(+0,115) ; l=6	9	Ra2,2	Напівчистове розточування Чистове розточування	—

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
4, 6	Внутрішня торцева поверхня $6\pm 0,2$	14	Ra12,2	Розточування напівчистове	Точіння широким профільним різцем
5	Виступ $2\pm 0,1$; 90° ; $\varnothing 206$;	14	Ra12,2	Розточування напівчистове із поперечною подачею	—
7	Зовнішня конічна поверхня $\varnothing 206$	Не підлягає механічній обробці	Rz50	Отримується литтям під тиском	—
8	Торцева поверхня 87	Не підлягає обробці лезовим інструментом	Rz50	Отримується литтям під тиском	—
9, 10	Два отвори глухі $\varnothing 4,95^{+0,26}$ під різьбу М6-7Н; $l=12^{+0,5}$; $56\pm 0,3$	14	Ra12,2	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору
11, 12, 16	Три внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,2	Свердління комбінованим свердлом	Зенкування
13, 14	Два різьбові глухі отвори М6-7Н; 7mm; $56\pm 0,3$	12	Ra6,2	Нарізання різьби мітчиком	—
15	Отвір наскрізний $\varnothing 4,95^{+0,26}$ під різьбу М6-7Н; $l=15$	14	Ra12,2	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору
17	Різьбовий наскрізний отвір М6-7Н; $l=15$	12	Ra6,2	Нарізання різьби мітчиком	—
18-22	П'ять отворів глухих $\varnothing 4,2^{+0,18}$ під різьбу М5-7Н; $l=15$; $\varnothing 185\pm 0,3$;	13	Ra12,2	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
23- 27, 34	Внутрішні фаски 1×45°	14	Ra12,2	Свердління комбінованим свердлом	Зенкування
28- 32	Різьбові глухі отвори M5-7H; 10; Ø185±0,3	12	Ra6,2	Нарізання різьби мітчиком	—
33	Отвір наскрізний Ø4,2 ^{+0,18} під різьбу M5- 7H; l=10,5; Ø185±0,3	13	Ra12,2	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору
35	Різьбовий наскрізний отвір M5-7H; l=10,5; Ø185±0,3	12	Ra6,2	Нарізання різьби мітчиком	—
36, 37	Два отвори глухі Ø3,3 ^{+0,12} під різь M4-7H; l=14; 96±0,3	12	Ra6,2	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору
38, 39	Внутрішні фаски 0,85×45°	14	Ra12,2	Свердління комбінованим свердлом	Зенкування
40, 41	Два різьбові глухі отвори M4-7H; l=9; 96±0,3	12	Ra6,2	Нарізання різьби мітчиком	—
42, 43	Два отвори глухі Ø5H14 ^(+0,3) ; l=5; 96±0,3	14	Ra12,2	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору
44, 45	Два отвори наскрізні Ø21,5H14 ^(+0,52) ; l=2; 24±0,3	14	Ra12,2	Розсвердлювання	

В результаті аналізу альтернативних варіантів оброблення поверхонь деталі “Корпус 732.145.129”, що представлені у табл. 2.4 розроблено технологічний процес для середньосерійного типу виробництва. Порівняно із базовим технологічним процесом запропоновано такі зміни: для виконання розточування отворів, канавок, підрізання торців замінено токарно-

гвинторізний верстат на токарний верстат з ЧПК; для оброблення комбінованих отворів із різьбою М4, М5, М6 замінено вертикально-свердлильні та різьбонарізні верстати на свердлильні верстати з ЧПК.

005. Токарна з ЧПК

2. Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розмір $87h14_{(-0,87)}$.
3. Розточити попередньо внутрішню циліндричну поверхню 3 з остаточною підрізанням торця 4, витримуючи розміри $\varnothing 215,58H11^{(+0,29)}$; $6\pm 0,2$.
4. Розточити остаточно внутрішній торець 6 з виступом 5, витримуючи розміри $6\pm 0,2$; $2\pm 0,1$; 90° ; $\varnothing 206$ послідовно по програмі.
5. Розточити внутрішню фаску 2, витримуючи розмір $1,21\times 45^\circ$; розточити остаточно отвір 3, витримуючи розмір $\varnothing 216H9^{(+0,115)}$ послідовно по програмі.
7. Перевірити розміри: $87h14_{(-0,87)}$; $6\pm 0,2$; $6\pm 0,2$; $2\pm 0,1$; 90° ; $\varnothing 206$; $\varnothing 216H9^{(+0,115)}$. Контроль 30%.

010. Свердлильна з ЧПК.

1. Центрувати три отвори 9, 10, 15, витримуючи розміри $\varnothing 1,6^{+0,25}$; $\varnothing 3,35^{+0,3}$; $3,52^{+0,12}$; $56\pm 0,3$ послідовно по програмі.
2. Свердлити два отвори 9, 10 з формуванням двох фасок 11, 12, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=12^{+0,5}$; $56\pm 0,3$; $1\times 45^\circ$ послідовно по програмі.
3. Свердлити отвір 15 з формуванням фаски 16, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=15$; $1\times 45^\circ$ послідовно по програмі.
4. Нарізати різьбу 13, 14, 17, витримуючи розміри М6-7Н; 7mm; $l=15$; $56\pm 0,3$ послідовно по програмі.
5. Перевірити розміри: М6-7Н; 7mm; $56\pm 0,3$; $l=15$; $1\times 45^\circ$.

015. Свердлильна з ЧПК.

1. Центрувати шість отворів 18, 19, 20, 21, 22, 33, витримуючи розміри $\varnothing 1,6^{+0,25}$; $\varnothing 3,35^{+0,3}$; $3,52^{+0,12}$; $\varnothing 185\pm 0,3$ послідовно по програмі.
2. Свердлити шість отворів 18, 19, 20, 21, 22, 33 з одночасним формуванням фасок 23, 24, 25, 26, 27, 34, витримуючи розміри $\varnothing 4,2^{+0,18}$; $l=15$;

$l=10,5$; $\varnothing 185\pm 0,3$; $1\times 45^\circ$ послідовно по програмі.

3. Нарізати різьбу 28, 29, 30, 31, 32, 35, витримуючи розміри М5-7Н; $l=10$; $l=10,5$; $\varnothing 185\pm 0,3$ послідовно по програмі.

4. Перевірити розміри: М5-7Н; $l=15$; $l=10$; $l=10,5$; $\varnothing 185\pm 0,3$; $1\times 45^\circ$. Контроль 30%.

020. Свердлильна з ЧПК.

1. Центрувати два отвори 36, 37, витримуючи розміри $\varnothing 1,0^{+0,10}$; $\varnothing 2,12^{+0,12}$; $2,27^{+0,06}$; $96\pm 0,3$ послідовно по програмі.

2. Свердлити два отвори 36, 37 з одночасним формуванням фасок 38, 39 та два отвори 42,43 комбінованим свердлом, витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,12}$; $l=14$; $0,85\times 45^\circ$; $\varnothing 5H14(^{+0,3})$; $l=5$; $96\pm 0,3$ послідовно по програмі.

3. Нарізати різьбу 40, 41, витримуючи розміри М4-7Н; $l=9$; $96\pm 0,3$ послідовно по програмі.

4. Перевірити розміри: М4-7Н; $l=9$; $96\pm 0,3$; $l=14$; $\varnothing 5H14(^{+0,3})$; $l=5$; $1\times 45^\circ$. Контроль 30%.

025. Вертикально-свердлильна.

1. Розсвердлити отвір 44, витримуючи розміри $\varnothing 21,5H14(^{+0,52})$; $l=2$; $24\pm 0,3$.

2. Повернути деталь в поворотному пристосуванні на 105° .

3. Розсвердлити отвір 45, витримуючи розміри $\varnothing 21,5H14(^{+0,52})$; $l=2$; $24\pm 0,3$.

5. Перевірити розміри: $\varnothing 21,5H14(^{+0,52})$; $l=2$; $24\pm 0,3$. Контроль 30%.

030. Контроль.

2.5. Визначення припусків на оброблення

Припуски для операцій технологічного процесу механічного оброблення деталі “Корпус 732.145.129” розраховано табличним методом із поділом

припусків для попередньої та чистової обробки з метою одержання заданої точності та шорсткості поверхонь деталі із заготовки, що виготовляється литвом під тиском. Результати визначення припусків представлено у табл. 2.5.

Оброблення поверхні $\varnothing 216H9(^{+0,115})$ виконується на токарному верстаті з ЧПК в патроні цанговому спеціальному з базуванням по зовнішній конічній поверхні 7 з упором в торець 8 з електромеханічним затиском. Результати розрахунків операційних припусків для цієї поверхні зображено на рис. 2.3.

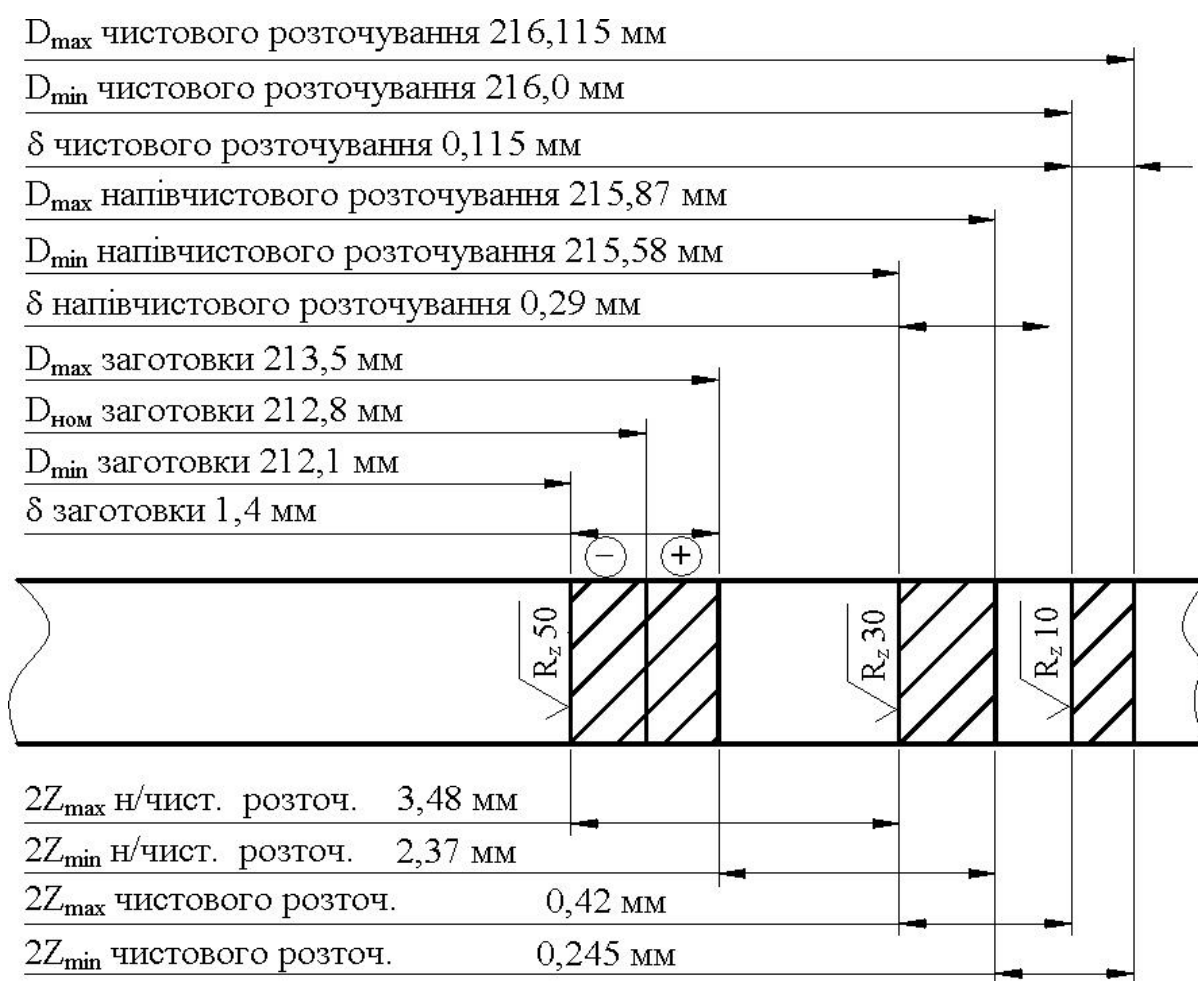


Рисунок 2.3 – Результати розрахунків припусків оброблення поверхні $\varnothing 216H9(^{+0,115})$

Відповідно до даних рис. 2.3 проведено зміни розміру поверхні 3 заготовки, що дорівнює $\varnothing 212,8 \pm 0,7$.

Габаритні розміри заготовки: $\varnothing 222 \pm 0,7 \times 88,2 \pm 0,55$.

Таблиця 2.5 – Припуски для операцій технологічного процесу механічного оброблення деталі “Корпус 732.145.129”

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
Торцева поверхня 87h14 _(-0,87)					
Напівчистове точіння	14	Ra12,2	0,87	1,2	87 _{-0,87}
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	1,1		88,2±0,55
Отвір наскрізний Ø21,5H14 ^(+0,52) ; l=2					
Розсвердлювання	14	Ra12,2	0,52	1,0 × 2 = 2,0	Ø21,5 ^{+0,52}
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	0,8	–	Ø19,5±0,4
Внутрішня торцева поверхня 6±0,2					
Розточування напівчистове	14	Ra12,2	0,2	1,0	6±0,2
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	0,56	–	5±0,28

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Проведемо розрахунок режимів різання одного із переходів оброблення деталі “Корпус 732.145.129” на 010 свердлильній з ЧПК операції.

Перехід 3.

Свердлити два отвори 9, 10 з формуванням двох фасок 11, 12, витримуючи розміри Ø4,95^{+0,26}; l=12^{+0,5}; 56±0,3; 1×45° послідовно по програмі.

Інструмент – Свердло комбіноване спеціальне d=5; 1×90°; D=7; l=12; L=132.

1. Глибина різання для свердління:

$$t = 0,5 \cdot D, \quad (2.13)$$

$$t = 0,5 \cdot 5,0 = 2,5 \text{ мм.}$$

2. Довжина робочого ходу:

$$L_{px} = l_{pz} + l_{пв} + l_{вз} + l_{пр}, \quad (2.14)$$

$$l_{pz} = 12 \text{ мм};$$

$$l_{пв} + l_{вз} = 3,5 \text{ мм [14].}$$

$$l_{перевіг} = 0 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x.} = 12 + 3,5 = 15,5 \text{ мм.}$$

3. Подача при свердлінні [14]:

$$S_o = S_{o1} \cdot K_{ls}, \quad (2.15)$$

$$\text{де } S_{o1} = 0,18 \text{ мм/об [14];}$$

$$K_{ls} = 0,9 \text{ при } l \leq 5 D \text{ [14].}$$

$$S_o = 0,18 \cdot 0,9 = 0,162 \text{ мм/об.}$$

4. Період стійкості свердла $T_M = 15 \text{ хв. [14].}$

5. Швидкість різання при свердлінні [14]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.16)$$

де $C_v = 36,3$; $y = 0,55$; $m = 0,125$; $q = 0,25$; $K = 0,75$ при одинарному заточуванні свердла [14].

$$K_v = 0,85.$$

$$V = \frac{36,3 \cdot 5^{0,25}}{15^{0,125} \cdot 0,162^{0,55}} \cdot 0,85 = \frac{36,3 \cdot 1,5}{1,4 \cdot 0,37} \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 66,75 \text{ м/хв.}$$

6. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.17)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 66,75}{\pi \cdot 5} = 4251 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо із паспорту верстата $n_d = 2000 \text{ об/хв.}$

7. Коректуємо швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (2.18)$$

$$V_d = \frac{\pi \cdot 5 \cdot 2000}{1000} = 31,4 \text{ м/хв.}$$

8. Крутний момент при свердлінні [14]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.19)$$

де $K_p = 1,0$ [14];

$C_m = 0,005$; $y = 0,8$; $q = 2,0$ [14];

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 5^{2,0} \cdot 0,162^{0,8} \cdot 1,0 = 0,3 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

9. Потужність різання при свердлінні [14]:

$$N_{св} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (2.20)$$

$$N_{св} = \frac{0,3 \cdot 2000}{9750} = 0,06 \text{ кВт.}$$

10. Потужність основного приводу свердлильного верстата з ЧПК, що використовується на 010 операції становить $N_{шп} = 2,96 \text{ кВт}$. Умова забезпечення потужності приводу для свердління виконується:

$$N_{св} \leq N_{шп}, \quad (2.21)$$

$$N_{різ} = 0,06 \text{ кВт} < N_{шп} = 2,96 \text{ кВт.}$$

11. Основний час свердління:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_o \cdot n} \cdot i, \quad (2.22)$$

$$T_o = \frac{15,5}{0,162 \cdot 2000} \cdot 2 = 0,1 \text{ хв.}$$

де $i = 2$ – кількість отворів, що формуються при свердлінні.

Режими різання усіх операції технологічного процесу механічного

оброблення деталі “Корпус 732.145.129” представлено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Режими 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 Токарна з ЧПК										
Перехід 2 Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розмір 87h14 _(-0,87)	1,2	12,6	1	62	0,31	561	390,6	169	0,075	3,4
Перехід 3										
Розточити попередньо внутрішню циліндрич- ну поверхню 3 з оста- точним підрізанням тор- ця 4, витримуючи роз- міри Ø215,58H11 ^(+0,29) ; 6±0,2	1,0	11	1	62	0,21	356	241	72	0,155	3,6
Перехід 4 Розточити остаточно внутрішній торець 6 з виступом 5, витримуючи розміри 6±0,2; 2±0,1; 90°; Ø206 послідовно по програмі	1,0	23	1	62	0,21	566	362,4	114	0,205	3,4
Перехід 5 Розточити внутрішню фаску 2, витримуючи розмір 1,21×45°; розточити остаточно отвір 3, витримуючи розмір Ø216H9 ^(+0,115) послідовно по програмі	0,105	11	1	62	0,121	901	611	109	0,102	0,8
010 Свердлильна з ЧПК										
Перехід 2 Центрувати три отвори 9, 10, 15, витримуючи розміри Ø1,6 ^{+0,25} ; Ø3,35 ^{+0,3} ; 3,52 ^{+0,12} ; 56±0,3 послідовно по програмі	0,8	6,52	3	17	0,118	2002	25,14	236	0,084	0,15

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 3 Свердлити два отвори 9, 10 з формуванням двох фасок 11, 12, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; l=12 ^{+0,5} ; 56±0,3; 1×45° послідовно по програмі	2,5	15,5	2	17	0,164	2002	31,41	326	0,1	0,06
Перехід 4 Свердлити отвір 15 з формуванням фаски 16, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; l=15; 1×45° послідовно по програмі	2,5	18,5	1	17	0,164	2002	31,41	326	0,06	0,06
Перехід 5 Нарізати різьбу 13, 14, 17, витримуючи розміри М6-7H; 7min; l=15; 56±0,3 послідовно по програмі	0,54	17	2	17	1,0	561	10,57	561	0,125	0,04
		36	1							
015 Свердлильна з ЧПК										
Перехід 2 Центрувати шість отворів 18, 19, 20, 21, 22, 33, витримуючи розміри $\varnothing 1,6^{+0,25}$; $\varnothing 3,35^{+0,3}$; 3,52 ^{+0,12} ; $\varnothing 185 \pm 0,3$ послідовно по програмі	0,8	6,52	6	17	0,117	2002	25,14	236	0,17	0,15
Перехід 3 Свердлити шість отворів 18, 19, 20, 21, 22, 33 з одночасним формуванням фасок 23, 24, 25, 26, 27, 34, витримуючи розміри $\varnothing 4,2^{+0,18}$; l=15; l=10,5; $\varnothing 185 \pm 0,3$; 1×45° послідовно по програмі	2,1	18,5	5	17	0,151	1401	18,7	212	0,51	0,05
		14	1							

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 4 Нарізати різьбу 28, 29, 30, 31, 32, 35, витримуючи розміри М5-7Н; l=10; l=10,5; Ø185±0,3 послідовно по програмі	0,433	23	5	17	0,8	561	8,9	449	0,32	0,05
		27	1							
020 Свердлильна з ЧПК										
Перехід 2 Центрувати два отвори 36, 37, витримуючи розміри Ø1,0 ^{+0,10} ; Ø2,12 ^{+0,12} ; 2,27 ^{+0,06} ; 96±0,3 послідовно по програмі	0,5	4,27	2	17	0,081	1402	4,4	114	0,077	0,2
Перехід 3 Свердлити два отвори 36, 37 з одночасним формуванням фасок 38, 39 та два отвори 42,43 комбінованим свердлом, витримуючи розміри Ø3,3 ^{+0,12} ; l=14; 0,85×45°; Ø5Н14(^{+0,3}); l=5; 96±0,3 послідовно по програмі	1,65	24	2	22	0,166	2002	20,8	326	0,15	0,03
Перехід 4 Нарізати різь 40, 41, витримуючи розміри М4-7Н; l=9; 96±0,3 послідовно по програмі	0,379	22	2	17	0,71	712	8,8	498	0,09	0,04
025 Вертикально-свердлильна										
Перехід 2 Розсвердлити отвір 44, витримуючи розміри Ø21,5Н14(^{+0,52}); l=2; 24±0,3	1,0	8	1	42	0,3	561	37,7	169	0,05	0,1

Закінчення таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 3										
Повернути деталь в поворотному пристосуванні на 105°										
Перехід 4										
Розсвердлити отвір 45, витримуючи розміри Ø21,5H14(^{+0,52}); l=2; 24±0,3	1,0	8	1	41	0,3	562	37,9	169	0,05	0,1

Детальні розрахунки технічних норм часу на 015 операцію свердлильну з ЧПК представлено нижче. Для інших операцій використано наближений спосіб розрахунків.

Розрахунок штучного часу для свердлильних верстатів з ЧПК [1]:

$$T_{ш} = (T_{ц} + T_{д}) \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right), \quad (2.23)$$

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

$$T_{ц} = T_{о} + T_{д}, \quad (2.24)$$

$T_{о}$ – основний час свердлильного верстата з ЧПК в автоматичному режимі;

$$T_{о} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i \cdot i}{S_i}, \quad (2.25)$$

$T_{д}$ – допоміжний час автоматичного режиму;

$$T_{д} = T_{ді} + T_{дх}, \quad (2.26)$$

де $T_{ді}$ – час заміни інструмента в автоматичному режимі;

$$T_{ді} = (T_{п} + T_{ф}) \cdot k, \quad (2.27)$$

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

$T_{ф}$ – час фіксації інструмента у заданій позиції; $T_{ф} = 0,016$ хв.

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

$$T_{\text{дх}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_{\text{xi}}}{S_{\text{п}}}, \quad (2.28)$$

де $S_{\text{п}}$ – подача прискореного ходу свердлильного верстата з ЧПК;

$S_{\text{п}}=3800$ мм/хв.

010 Свердлильна з ЧПК.

1. Основний час свердлильного верстата з ЧПК в автоматичному режимі:

$$T_{\text{o015}} = 0,17 + 0,51 + 0,32 = 1,0 \text{ хв.}$$

2. Допоміжний час автоматичного режиму (2.26):

- час зміни інструмента в автоматичному режимі:

$$T_{\text{ді}} = (0,016 + 0,016) \cdot 4 = 0,128 \text{ хв.}$$

– час допоміжних ходів (2.28):

$$T_{\text{дх}} = \frac{2074,5}{3800} = 0,55 \text{ хв.}$$

Отже,

$$T_{\text{д}} = 0,128 + 0,55 = 0,678 \text{ хв.}$$

3. Час циклу свердлильного верстата з ЧПК (2.24):

$$T_{\text{ц}} = 1,0 + 0,678 = 1,678 \text{ хв.}$$

4. Час для контролю розмірів:

- $\varnothing 185 \pm 0,3$ – штангенциркулем $t_{1\text{в}} = 0,06$ хв;

- 15; 10; 10,5 – штангенглибиноміром $t_{2\text{в}} = 0,067 \cdot 11 = 0,737$ хв;

- $1 \times 45^\circ$ – кутоміром універсальним $t_{3\text{в}} = 0,08 \cdot 6 = 0,48$ хв;

– М5-7Н – калібром-пробкою різьбовим (М5-7Н) 8221-3028 –
 $t_{4\text{в}} = 0,05 \cdot 6 = 0,3$ хв.

$$T_{\text{дв}} = \sum t_{\text{ив}} = 0,06 + 0,737 + 0,48 + 0,3 = 1,577 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{дв30}} = T_{\text{дв}} \cdot 0,3 = 1,577 \cdot 0,3 = 0,473 \text{ хв.}$$

Загальний допоміжний час:

$$T_{\text{доп.}} = 0,12 + 0,57 + 0,473 = 1,163 \text{ хв.}$$

5. Оперативний час:

$$T_{\text{оп.}} = T_{\text{ц}} + T_{\text{доп.}}, \quad (2.29)$$

$$T_{\text{оп.}} = 1,678 + 1,163 = 2,841 \text{ хв.}$$

6. Штучний час (2.23):

$$T_{\text{ш015}} = 2,841 \cdot \left(1 + \frac{19,9}{100}\right) = 3,41 \text{ хв.}$$

7. Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{ш}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (2.30)$$

де $n = 409$ шт, $T_{\text{пз}} = 28,35$ хв.

$$T_{\text{шк015}} = 3,41 + \frac{28,35}{409} = 3,48 \text{ хв.}$$

010 Токарна з ЧПК.

Основний час $T_{\text{o005}} = 0,075 + 0,155 + 0,205 + 0,102 = 0,537$ хв.

Штучно-калькуляційний час [1]:

$$T_{\text{шк}} = \Psi_{\text{к}} \cdot T_{\text{o}}. \quad (2.31)$$

$$T_{\text{шк005}} = 2,14 \cdot 0,537 = 1,15 \text{ хв.}$$

010 Свердлильна з ЧПК операція

1. Основний час: $T_{\text{o010}} = 0,084 + 0,1 + 0,06 + 0,125 = 0,369$ хв.

$$T_{\text{шк}010} = 2,3 \cdot 0,369 = 0,85 \text{ хв.}$$

020 Свердлильна з ЧПК операція

$$1. \text{ Основний час: } T_{o020} = 0,076 + 0,15 + 0,09 = 0,316 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шк}020} = 2,3 \cdot 0,316 = 0,73 \text{ хв.}$$

025 Вертикально-свердлильна операція

$$1. \text{ Основний час: } T_{o025} = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шк}025} = 2,5 \cdot 0,1 = 0,25 \text{ хв.}$$

Технічні норми часу на усі операції представлено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні норми часу оброблення деталі “Корпус 732.145.129”

Номер та назва операції	T _о , хв	Допоміжний час, T _д хв			T _{оп} , хв	T _{ц.а} , хв	Час обслуговування, T _{об} , хв			T _{шт} , хв.	T _{п.з.} , хв.	n, шт	T _{шт.к.} , хв
		T _у	T _{пер.}	T _{вим.}			T _{тех.об.}	T _{орг.об.}	T _{відп.}				
005 Токарна з ЧПК	0,537	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	409	1,15
010 Свердлильна з ЧПК	0,369	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,85
015 Свердлильна з ЧПК	1,0	0,12	0,57	0,473	2,841	1,678	0,199			3,41	28,35		3,48
020 Свердлильна з ЧПК	0,316	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,73
025 Вертикально-свердлильна	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,25

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі

Для послідовного оброблення різбових отворів М6-7Н, базування та закріплення деталі “Корпус 732.145.129” при виконанні 010 свердлильної з ЧПК операції розроблено спеціальне пристосування, що представлено у графічній частині. Пристосування встановлюється на свердлильному верстаті з ЧПК, при цьому забезпечується вільний доступ інструментів до оброблюваних поверхонь з мінімальною довжиною траєкторії їх переміщень.

Для забезпечення точного встановлення заготовки при обробленні отворів М6-7Н використано схему базування, що позбавляє заготовку шести степеней вільності: по внутрішній циліндричній поверхні $\varnothing 216H9$ мм на циліндричний диск бази поз. 3, по торцю 87мм на площину бази поз. 3, позбавлення останньої степені вільності виконується по внутрішніх бобишках за допомогою пазів в базі поз. 3.

Затиск заготовки здійснюється за рахунок подачі стиснутого повітря у пневмоциліндр, переміщення поршня 2 із штоком 23 і клином вліво. Останній через ролик 25, повзун 28, гвинт 11, хрестовину 10 переміщує прихвати 6 вниз до деталі, прикладаючи до торців деталі зусилля затиску.

Розраховуємо теоретичну похибку установки заготовки [15]:

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

Точність установки визначається умовою забезпечення необхідної точності поверхонь, що піддаються механічній обробці, що полягає в одержанні розмірів, які знаходяться в межах встановленого кресленням допуску [15]:

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

На операції 010 свердлильній з ЧПК здійснюється оброблення трьох отворів в розміри М6-7Н; 7mm; $56 \pm 0,3$; $l=15$; $1 \times 45^\circ$. При цьому потрібно забезпечити їх взаємне розміщення в межах допуску 0,6 мм та розміщення відносно стінок і конструктивних елементів корпусу в межах допуску до 0,3 мм, що визначається 14 квалітетом точності. Точність взаємного розміщення отворів залежить від точності позиціювання системи керування та виконавчих елементів свердлильного верстата з ЧПК.

На основі вибраної схеми базування на циліндричний диск по отвору деталі похибка базування Δ_{61} дорівнює максимальному зазору між поверхнею отвору заготовки та циліндричною поверхнею бази.

Циліндрична поверхня бази виготовлена з точністю за сьомим квалітетом із розміром $\varnothing 216f7_{-0,096}^{-0,050}$ мм, а розмір отвору заготовки, по якому виконується базування за дев'ятим квалітетом - $\varnothing 216H9^{+0,115}$ мм. Тому максимальний зазор між поверхнею отвору заготовки та циліндричною поверхнею бази:

$$D_m = 216 + 0,115 = 216,115 \text{ мм.}$$

$$d_{mi} = 216 + (-0,096) = 215,904 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{61} = 216,115 - 215,904 = 0,211 \text{ мм.}$$

Похибка базування у вертикальному напрямку дорівнює допуску торцевої поверхні $87_{-0,87}$, тобто $\Delta_{62} = 0,87 \text{ мм.}$

Похибка закріплення при затиску заготовки двома прихватами із торцевої сторони із пневмоприводом $\Delta_3 = 80 \text{ мкм.}$

Похибка пристосування $\Delta_{\pi} = 0,02 \text{ мм.}$

Розраховуємо похибку установки (3.1):

$$\Delta_y = \sqrt{0,211^2 + 0,08^2 + 0,02^2} = 0,226 \text{ мм.}$$

Допустима похибка установки $\Delta \varepsilon_{10}$ дорівнює допуску розміщення отворів, що піддаються формуванню відносно стінок і конструктивних елементів корпусу,

тобто $\Delta \varepsilon_{10} = 0,3 \text{ мм}$.

Перевіряємо умову (3.2): $\Delta \varepsilon_1 = 0,226 \text{ мм} \leq \Delta \varepsilon_{10} = 0,3 \text{ мм}$. Отже, точність установки заготовки забезпечує необхідну точність взаємного розташування отворів та їх розміщення відносно стінок і конструктивних елементів корпусу.

3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі

Для проектування пристрою, описано вище, виникає необхідність у розрахунку силових параметрів, що виникають в процесі затиску заготовки деталі “Корпус 732.145.129” при нарізанні різьби М6-7Н на 010 свердлильній з ЧПК операції, коли створюється максимальний момент різання, а відповідно і навантаження на елементи затиску пристрою.

Схему для розрахунку силових параметрів, що виникають в процесі затиску заготовки та оброблення її поверхонь зображено на рис. 3.1.

Для стійкого затиску заготовки корпусу у пристрої при нарізанні різьби М6-7Н на свердлильній з ЧПК операції необхідно, щоб крутний момент різання M_p , під час нарізання різьби був меншим за суму моментів сил тертя M_t , що виникають між заготовкою та площиною бази, а також між заготовкою та затискними елементами:

$$kM_p = \sum M_t, \quad (3.3)$$

де k - коефіцієнт запасу.

Момент різання під час нарізання різьби М6-7Н [14]:

$$M_p = M_{pt} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (3.4)$$

де $M_{pt} = 6,3 \text{ Н·м}$ [14];

$K_1 = 0,5$ для М5-7Н [14].

$K_2 = 0,4$ для сплаву АК12 [14].

$$M_p = 2 \cdot 6,3 \cdot 0,5 \cdot 0,4 = 2 \cdot 1,26 = 2,52 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Сума моментів сил тертя M_T , що виникають між заготовкою та площиною бази, а також між заготовкою та затискними елементами:

$$\sum M_T = 2Q \left(R \cdot f_1 + \frac{f_2 \cdot (R_2^3 - R_1^3)}{3(R_2^2 - R_1^2)} \right), \quad (3.5)$$

де Q – сила затиску заготовки одним прихватом;

$f_1 = f_2 = 0,2$ – коефіцієнти тертя між заготовкою та площиною бази, а також між заготовкою та затискними елементами відповідно;

$R = 106 \text{ мм}$; $R_1 = 108 \text{ мм}$; $R_2 = 111 \text{ мм}$ відповідно до розрахункової схеми рис. 3.1.

Із рівняння (3.5) одержуємо силу затиску заготовки одним прихватом:

$$Q = \frac{k \cdot M_p}{2 \left(f_1 \cdot R + f_2 \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3(R_2^2 - R_1^2)} \right)}, \quad (3.6)$$

$$Q = \frac{3,7 \cdot 2520}{2 \cdot \left(0,2 \cdot 108 + 0,2 \cdot \frac{111^3 - 106^3}{3(111^2 - 106^2)} \right)} = 143,7 \text{ Н}.$$

Для забезпечення затиску заготовки необхідно, щоб сила W , яка передається від поршня пневмоциліндра через шток, клин, ролик, повзун, гвинт, хрестовину, прихвати до заготовки була більшою за 143,7 Н. Тобто повинна виконуватись умова:

$$2QK \leq W, \quad (3.7)$$

де $K = 1,5$ – коефіцієнт запасу.

Відповідно до розрахункової схеми рис. 3.1, наявності у конструкції пристрою клинового передавально-підсилюючого механізму, розраховуємо

силу W , яка передається від поршня пневмоциліндра через шток, клин, ролик, повзун, гвинт, хрестовину, прихвати до заготовки за формулою:

$$W = \frac{F_1}{\left(\operatorname{tg} \left(\beta + \operatorname{arctg} \left(\varphi \cdot \frac{d}{D} \right) \right) + \operatorname{tg} \varphi_1 \right)}, \quad (3.8)$$

де β - кут клина, $\beta=10^\circ$;

d – внутрішній діаметр ролика, $d=12\text{мм}$;

D – зовнішній діаметр ролика, $D=24\text{мм}$;

φ_1 – кут тертя між штоком поршня пневмоциліндра та втулкою.

Сила, що створюється пневмоциліндром при подачі стиснутого повітря [15]:

$$F_1 = 0,785 \cdot (D_1^2 - d_1^2) \cdot p \cdot \eta_1, \quad (3.9)$$

де D_1 , d_1 – зовнішній та внутрішній діаметри поршня.

За формулою (3.9), враховуючи конструктивні параметри пневмоциліндра, знаходимо:

$$F_1 = 0,785 \cdot (0,1^2 - 0,032^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 2536 \text{ Н}.$$

Розраховуємо силу W , яка передається від поршня пневмоциліндра через механізми пристрою до прихватів:

$$W = \frac{2536}{\left(\operatorname{tg} \left(10 + \operatorname{arctg} \left(6 \cdot \frac{12}{24} \right) \right) + \operatorname{tg} 6 \right)} = 4474 \text{ Н}.$$

Перевіряємо умову (3.7) затиску заготовки:

$$2KQ = 431,1 \text{ Н} < W = 4474 \text{ Н}.$$

Отже, конструктивні параметри пристрою забезпечують затиск заготовки деталі “Корпус 732.145.129” при виконанні 010 свердлильної з ЧПК операції.

3.3. Розрахунок калібра-пробки

Під час проектування технологічного процесу для контролю отвору $\varnothing 216\text{H}9(^{+0,115})$ на 005 токарній з ЧПК операції запропоновано використовувати калібр-пробку двосторонню. Визначимо граничні розміри прохідної та непрохідної частин такого інструменту.

Максимальні розміри прохідної та непрохідної частин інструменту [16]:

$$\text{ПР}_{\max} = D_{\min} + A + \frac{H}{2}, \quad (3.10)$$

$$\text{HE}_{\max} = D_{\max} + \frac{H}{2}, \quad (3.11)$$

де $A = 12$ мкм;

$H = 5$ мкм.

Мінімальний розмір отвору $\varnothing 216\text{H}9(^{+0,115})$:

$$D_{\min} = D + EI, \quad (3.12)$$

$$D_{\min} = 216 + 0 = 216 \text{ мм.}$$

Максимальний розмір отвору $\varnothing 216\text{H}9(^{+0,115})$:

$$D_{\max} = D + ES, \quad (3.14)$$

$$D_{\max} = 216 + 0,115 = 216,115 \text{ мм.}$$

Максимальний розмір прохідної частини інструменту (3.10):

$$\text{ПР}_{\max} = 216 + 0,012 + \frac{0,005}{2} = 216,037 \text{ мм.}$$

На кресленні позначено $\varnothing 216,037_{-0,005}$ ПР.

Максимальний розмір непрохідної частини інструменту (3.11):

$$HE_{\max} = 216,115 + \frac{0,005}{2} = 216,115 \text{ мм.}$$

На кресленні позначаємо $\varnothing 216,11175_{-0,005} HE$.

Схема розташування полів допусків калібра-пробки для контролю отвору $\varnothing 216H9(^{+0,115})$ представлена на рис. 3.2.

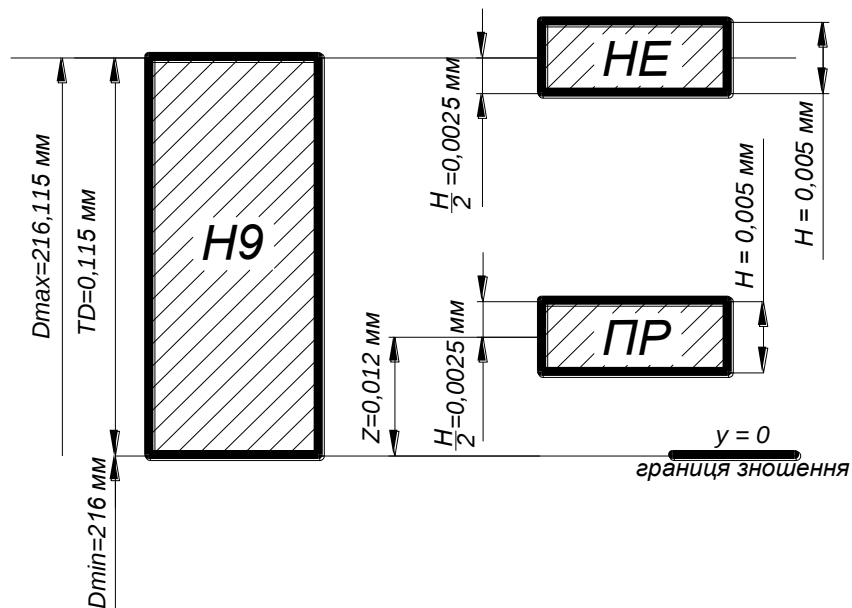


Рисунок 3.2. – Схема розташування полів допусків калібра-пробки для контролю отвору $\varnothing 216H9(^{+0,115})$.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Особливості впливу виробничого шуму на працівників та способи зниження рівня шуму на ділянці виготовлення деталі

Шум як професійний фактор спостерігається у промисловості, на транспорті, у сільському господарстві тощо. З кожним роком збільшується кількість професій, пов'язаних із шумом, а зростаюча спеціалізація праці веде до збільшення тривалості його впливу на людину.

У машинобудуванні високий рівень шуму спостерігається при обробці металів різанням. Найвищий рівень шуму — у цехах холодного висаджування (101-105 дБ), цвяхівних (104-110 дБ), полірування швів (115-117 дБ), токарно-револьверних (84-88 дБ), фрезерних верстатів (93-95 дБ). На робочих місцях ковалів-штампувальників рівень шуму становить 110-115 дБ. Інтенсивний шум з'являється при обрубуванні та очищенні лиття, роботі пневматичних інструментів тощо

Вплив шуму на організм людини часто посилюється й іншими виробничими факторами: вібрацією, інфра- і ультразвуком, несприятливим мікрокліматом, токсичними речовинами, випромінюванням тощо. На сучасному виробництві шум часто є причиною зниження рівня працездатності, підвищення рівня загальної і професійної захворюваності, частоти виробничих травм.

Шум як стрес-фактор є загальнобіологічним подразником, який негативно впливає на всі органи і системи організму. У разі тривалого систематичного впливу шуму може виникнути патологія з переважним ураженням слуху, центральної нервової і серцево-судинної систем. В основі змін лежить складний механізм нервово-рефлекторних і нейрогормональних порушень, які можуть призвести до порушення регуляторних процесів з боку центральної нервової системи.

Вплив шуму на організм умовно поділяють на специфічний, що викликає зміни в органі слуху, і неспецифічний, який викликає зміни в інших органах і

системах. Шум є однією з найчастіших причин зниження слуху нейросенсорного характеру, приглухуватості — поширеного виду патології.

Тривалий шум через провідні шляхи слухового аналізатора впливає на відділи головного мозку, порушуючи процеси вищої нервової діяльності людини. Спостерігаються зміни функціонального стану нервової системи у вигляді астеничних реакцій та астено-вегетативного синдрому з характерними скаргами на головний біль, швидку стомлюваність, подразливість, порушення сну, загальне нездужання, зниження працездатності тощо.

У працівників з невеликим стажем роботи зміни з боку нервової системи спостерігаються частіше, ніж у слуховому аналізаторі. У них з'являється головний біль, апатія, підвищуються стомлюваність, подразливість. У працівників із стажем роботи 10 років і більше ці зміни посилюються, виявляються стійкі ознаки астено-вегетативного синдрому за гіпертонічним, гіпотонічним і кардіальним типами. В окремих випадках спостерігаються зміни психомоторної працездатності, емоційної сфери і розумової діяльності працівників, сповільнюється швидкість психічних реакцій, послаблюється пам'ять, знижується темп розумової праці, її якість і продуктивність; порушуються концентрація уваги, точність і координація рухів; змінюються секреторна і моторна функції травного каналу; порушується обмін речовин (основний, білковий, вуглеводний, жировий, електролітний тощо); змінюється функціональний стан серцево-судинної системи. Ступінь вираженості гіпертензивної дії шуму і порушень гемодинаміки залежить від інтенсивності, тривалості, спектра дії, а також від індивідуальних особливостей людини і супутніх факторів виробничого середовища.

За санітарними нормами шум класифікується так:

- за характером спектра — широкосмуговий з безперервним спектром більш як одна октава і тональний, у спектрі якого спостерігаються значні дискретні тони;
- за характеристикою часу — постійний, рівень звуку якого за восьмигодинний робочий день змінюється щонайбільше на 5 дБ, і непостійний, рівень звуку якого за робочий день такої самої тривалості змінюється більш як на 5 дБ.

Непостійний шум, у свою чергу, поділяється на:

- коливний, рівень звуку якого безперервно змінюється;
- переривчастий, рівень звуку якого східчасто змінюється (на 5 дБ і більше), причому тривалість інтервалів, протягом яких рівень звуку залишається постійним, становить 1 с і більше;
- імпульсний, що складається з одного або кількох звукових сигналів, кожний тривалістю менше 1 с.

За санітарними нормами 80 дБ — допустимий рівень шуму на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємства.

Боротьба з шумом на виробництві є однією з найскладніших проблем, оскільки джерела шуму різноманітні й потребують комплексу заходів технічного, організаційного і медичного характеру на всіх стадіях проектування, будівництва, експлуатації машин і устаткування. Відомі три основні напрямки боротьби з шумом:

1. Зменшення рівня шуму у джерелі виникнення, застосування раціональних конструкцій, нових матеріалів і технологічних процесів.
2. Звукоізоляція устаткування за допомогою глушників, резонаторів, кожухів, захисних конструкцій, оздоблення стін, стелі, підлоги тощо.
3. Використання засобів індивідуального захисту.

Дуже часто як супутній фактор шуму на робочих місцях виникає вібрація, тому система профілактичних засобів зниження шуму є комплексною проблемою загального захисту працюючих від механічних коливань.

Технологічні заходи охоплюють характеристику і розміщення устаткування і машин, вимоги до розрахунку характеристик шуму на стадії проектування, обмеження шуму звукопоглинаючих конструкцій і екранів, фільтровентиляційних установок, заміну технологічних процесів і механізмів на менш шумні, обладнання звукоізолюючих кабін операторів, дистанційне керування обладнанням, автоматизацію виробничих процесів зі зменшенням кількості операторів тощо.

У боротьбі з аеродинамічним шумом (вихлопи і всмоктування повітря пневматичними інструментами, компресорами, вентиляторами тощо) застосовують глушники різної конструкції, які поглинають шум вихлопу або

всмоктування повітря, газів і парів. Вибір типу глушника залежить від рівня і спектрального складу шуму. Для гасіння високочастотного шуму застосовують активні глушники, в основу яких покладено принцип звукової енергії, для гасіння низькочастотного шуму — реактивні глушники, що працюють як акустичний фільтр.

4.2. Джерела фінансування заходів із охорони праці на підприємстві

Чинним законодавством передбачено, що фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем, але фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах.

Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка від суми реалізованої продукції.

На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і становлять не менше 0,2 відсотка від фонду оплати праці.

Серед стимулюючих заходів, передбачених Законом, слід відзначити:

- визначення можливості запровадження пільгового оподаткування цільових витрат на заходи щодо охорони праці;

- започаткування принципів диференціації внесків на державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та профзахворювань із застосуванням заохочувальних тарифів для підприємств з належною організацією роботи і високим рівнем охорони праці (і навпаки — збільшення тарифів для підприємств з незадовільним станом умов і безпеки праці);

- заходи індивідуального заохочення працівників за активну роботу та ініціативу у вирішенні проблем охорони праці (повинні відображатися у

колективному договорі і включати підвищення розміру заробітної плати, призначення премії, в тому числі запровадження спеціальних премій за досягнення в галузі безпеки праці, разових за конкретно виконану роботу,

винахідництво і раціоналізаторські пропозиції; різні види морального заохочення).

Кошти фонду охорони праці підприємства використовуються лише на виконання комплексних заходів, забезпечуючи досягнення встановлених нормативів з охорони праці, узгоджених з місцевими органами Держпромгірнадзора, а також на подальше підвищення рівня охорони праці на виробництві.

Ці кошти повинні витрачатись на ремонтні й інші роботи, пов'язані з підтримкою основних фондів (включаючи інженерно-технічні засоби безпеки; засоби колективного та індивідуального захисту працюючих) в належному технічному стані, на придбання спецодягу, молока, мийних засобів; надання передбачених пільг і компенсацій працюючим, упорядкованість та озеленення території, а також на природоохоронні заходи.

Витрачати кошти, передбачені на заходи по охороні праці, на інші цілі забороняється.

Суми витрат з охорони праці, що належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено, що деталь “Кільце 716.486.005” виконує функцію як одного із основних базових елементів світильника, що використовується у різних галузях промисловості, зокрема у виробничих приміщеннях, складах. Особливістю такого світильника є застосування у конструкції елементів захисту від виникнення пожеж та вибухів за рахунок герметичності корпусу та освітлювальної частини із відбивачем. Матеріал деталі, що вказаний на кресленні і відповідає експлуатаційним показникам промислового світильника, є сплав АК12.

За параметрами організації механічного оброблення, технологічним обладнанням та оснащенням, рівнем автоматизації базовий технологічний процес виготовлення деталі “Корпус 732.145.129” можна віднести до дрібносерійного типу виробництва.

При зростанні програми випуску до 15000 шт відповідно до потреб ринку тип виробництва корпусу змінився із дрібносерійного на середньосерійний, тому замінено базовий технологічного процесу на проектний із підвищенням продуктивності механічного оброблення корпусу. У проектний технологічний процес внесено для зменшення штучного часу обробки корпусу такі зміни: для виготовлення заготовок використано литво під тиском з метою зменшення витрат матеріалу при подальшій механічній обробці; для виконання розточування отворів, канавок, підрізання торців замінено токарно-гвинторізний верстат на токарний верстат з ЧПК; для оброблення комбінованих отворів із різьбою М4, М5, М6 замінено вертикально-свердлильні та різьбонарізні верстати на свердлильні верстати з ЧПК; для базування та затиску заготовок використано технологічне оснащення із пневмоприводом. Для затиску заготовки на токарній з ЧПК операції замінено трьохкулачковий патрон на цанговий, що дозволяє зменшити величину зминання поверхні корпусу в точках затиску.

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., Малафеев 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.
16. Кухарський О. М. Методичні вказівки на тему “Проектування калібра-пробки, калібра-скоби” для виконання конструкторської частини дипломного проекту. Тернопіль, 2005.