

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

Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
корпуса 732.524.536

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

(шифр і назва спеціальності)

Федоревич В.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Сенчишин В.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Ткаченко І.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Окіпний І.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

РЕФЕРАТ

У першому розділі розглянуто конструкцію і використання деталі “Корпус” 732.524.536. Деталь “Корпус” 732.524.536 виготовляють із сплаву АК12, що забезпечує вимоги щодо якості поверхні корпусу, забезпечення високої теплопровідності. Для виготовлення деталі “Корпус” 732.524.536 у базовому технологічному процесі застосовано універсальне технологічне устаткування, що забезпечує задану якість оброблюваних поверхонь. Зокрема використано координатно-розточний верстат, вертикально-фрезерний верстат, вертикально-свердлильні верстати та різенарізні верстати.

У другому розділі тип виробництва деталі “Корпус” 732.524.536 середньосерійний розраховано на основі виданого завдання, зокрема вихідними даними є програма випуску $N = 8\ 000$ шт, маса корпусу $m = 0,486$ кг. Проведено проектування заготовки, що піддається механічній обробці. При цьому здійснено порівняння двох методів виготовлення заготовки литтям: під тиском у металеву пресформу та в піщано-глинисту форму. Розроблено схеми базування деталі під час виконання технологічних операцій, варіанти маршрутів обробки, розраховано припуски на обробку, підібрано обладнання. Інструменти та режими різання.

У третьому розділі для закріплення та базування деталі “Корпус” 732.524.536 на фрезерно-свердлильно-розточному верстаті з ЧПК і виконання механічної обробки на 005 програмній з ЧПК операції, зокрема розточування, свердління отворів, нарізання різьби із верхньої сторони корпусу спроектовано спеціальний пристрій.

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 похибки пристосування для механічного оброблення деталі.....	
3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування.....	
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	
4.1. Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо зниження рівня шуму на дільниці виготовлення деталі.....	
4.2. Обов'язки працівника за трудовим договором щодо охорони праці... Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки	

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі розглянуто та модифіковано технологічний процес механічного оброблення вала 09.412 при зміні типу виробництва. Деталь є базовою частиною світильника, що використовується для освітлення промислових об'єктів. Виготовляють корпус із сплаву АК12, що забезпечує вимоги щодо якості поверхні корпуса, забезпечення високої теплопровідності.

У базовому технологічному процесі застосовано універсальне технологічне устаткування, що забезпечує задану якість оброблюваних поверхонь. Зокрема використано координатно-розточний верстат, вертикально-фрезерний верстат, вертикально-свердлильні верстати та різенарізні верстати, управління якими здійснюється у ручному режимі, що підвищує тривалість штучного часу обробки деталі. Інструменти для обробки та наступного контролю поверхонь використано стандартні. Пристосування для закріплення і базування деталі на верстатах складається із ручних механізмів приводу, що знижує точність обробки та підвищує допоміжний час обробки.

Базовий технологічний процес потребує заміни з метою забезпечення програми випуску та можливості швидкого переналадження на інші деталі. Тому запропоновано внести такі зміни: для виготовлення заготовки корпуса 732.524.536, враховуючи матеріал сплав АК12, доцільно застосувати точні методи литва, що дозволяють зменшити припуски на обробку деталі, забезпечити тонкі стінки, підвищити коефіцієнт використання матеріалу; універсальні координатно-розточний верстат, вертикально-фрезерний верстат, вертикально-свердлильні верстати та різенарізні верстати доцільно замінити на верстати з ЧПК фрезерно-свердлильно-розточної групи, що забезпечує застосування принципу концентрації операцій, зменшення кількості операцій, зменшити площі, яке займає обладнання, зменшити штучний час обробки деталі; на переходах свердління малих отворів із фасками доцільно застосувати комбіновані свердла, що дозволяють виконувати свердління отвору та нарізання фаски за один перехід.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Корпус” 732.524.536 є базовою частиною світильника, що використовується для освітлення промислових об’єктів. У конструкції зазначеного світильника передбачено використання двох таких корпусів, між якими розміщено джерела світла, що захищені прозорими полікарбонатними трубками.

Основні поверхні деталі: два отвори $\varnothing 56,5H14^{(+0,74)}$; Ra12,9 – призначені для встановлення двох світлорозсіюючих захисних трубок, які захищають джерело світла та розсіюють світло; отвір $\varnothing 42,5H9^{(+0,062)}$; Ra2,5 – для встановлення трубки, через яку проводять струмопровідний кабель; три різеві отвори M6-7H; Ra6,7 – для кріплення кришки; вісім різевих отворів M4-7H; Ra6,7 – для кріплення електричних елементів світильника; чотири отвори $\varnothing 5,2H14^{(+0,3)}$; Ra12,9 – для кріплення кришки; торцева поверхня $50\pm 0,25$; Rz50 – для забезпечення щільного контакту з кришкою; два отвори $\varnothing 22H14^{(+0,52)}$; Ra12,9 – для кріплення сальників. Решта поверхонь мають допоміжну функцію.

Деталь “Корпус” 732.524.536 виготовляють із сплаву АК12, що забезпечує вимоги щодо якості поверхні корпусу, забезпечення високої теплопровідності, зменшення ваги світильника. Властивості і склад сплаву АК12 представлено у таблицях нижче.

Таблиця 1.1 – АК12: вміст хімічних елементів, %

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 – АК12: Механічні властивості

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

Основні характеристики якості поверхонь деталі “Корпус” 732.524.536, яким присвоєні порядкові номери, представлено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Основні характеристики якості поверхонь деталі “Корпус” 732.524.536

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4
1,4	Торцева поверхня $50\pm 0,25$	Не обробляється	Rz50
2	Торцева поверхня $7\pm 0,3$	Не обробляється	Rz50
3	Зовнішня поверхня $221\pm 0,5$; $222\pm 0,5$	Не обробляється	Rz50
5	Внутрішня криволінійна поверхня $74\pm 0,2$; $R182\pm 0,5$	14	Ra12,9
6-9	Чотири отвори $\varnothing 5,2H14^{(+0,3)}$; $59\pm 0,3$; $49\pm 0,25$; $85,2\pm 0,35$; $54\pm 0,3$	14	Ra12,9
10, 11	Два отвори $\varnothing 56,5H14^{(+0,74)}$; $120\pm 0,35$; $32\pm 0,18$; 2,5	14	Ra12,9
12	Отвір $\varnothing 42,5H9^{(+0,062)}$; $95\pm 0,35$; 2,5	9	Ra2,5
13-15	Три отвори глухі під різь М6-7Н; $l=17^{+0,43}$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$	14	Ra12,9
16-18	Три внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,9
19-21	Три різевих глухих отвори М6-7Н; $l=12\text{min}$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$	12	Ra6,7
22, 23	Два отвори глухі під різь М4-7Н; $l=10^{+0,36}$; $94\pm 0,35$	12	Ra6,7
24, 25	Дві внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,9
26, 27	Два різеві глухі отвори М4-7Н; $l=6\text{min}$; $94\pm 0,35$	12	Ra6,7
28, 29	Два отвори глухі під різь М4-7Н; $l=10^{+0,36}$; $30\pm 0,25$; $31\pm 0,25$; $8\pm 0,2$	12	Ra6,7
30, 31	Дві внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,9
32, 33	Два різеві глухі отвори М4-7Н; $l=6\text{min}$; $30\pm 0,25$; $8\pm 0,2$	12	Ra6,7

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
34, 35	Два отвори глухі під різь М4-7Н; $l=10^{+0,36}$; $30\pm0,25$; $74\pm0,3$	12	Ra6,7
36, 37	Дві внутрішні фаски $1\times45^\circ$	14	Ra12,9
38, 39	Два різеві глухі отвори М4-7Н; $l=6\text{min}$; $30\pm0,25$; $74\pm0,3$	12	Ra6,7
40, 41	Два отвори глухі під різь М4-7Н; $l=10^{+0,36}$; $58,5\pm0,3$; $17,5\pm0,18$	12	Ra6,7
42, 43	Дві внутрішні фаски $1\times45^\circ$	14	Ra12,9
44, 45	Два різеві глухі отвори М4-7Н; $l=6\text{min}$; $58,5\pm0,3$; $17,5\pm0,18$	12	Ra6,7
46, 47	Два отвори $\varnothing22\text{H}14^{(+0,52)}$; $24\pm0,2$	14	Ra12,9
48	Внутрішній торець $7\pm0,2$	14	Ra12,9
49	Наскрізний отвір під різь М4-7Н $\varnothing3,3^{+0,16}$; $12\pm0,5$	13	Ra 6,7
50	Внутрішня фаска $0,5\times45^\circ$	14	Ra 12,9
51	Різовий отвір М4-7Н	(7)	Ra 6,7

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Програма випуску деталей “Корпус” 732.524.536 становить $N = 8000$ шт, що відповідає середньо серійному типу виробництва. Враховуючи матеріал деталі сплав АК12, можна зробити висновок, що заготовки доцільно виготовляти методами литва, зокрема литва під тиском, оскільки такий сплав погано піддається пластичній обробці при нормальній температурі. Заготовки для деталі “Корпус” 732.524.536 є середньої складності, передбачають формування тонких стінок, бобишок і впадин. Пресформи для таких заготовок передбачають використання додаткових вставок.

Для обробки різанням поверхонь деталі є вільний доступ необхідних інструментів, наявні як глухі, так і наскрізні отвори із різьбовими поверхнями. При обробці площин можливе застосування кінцевих та торцевих фрез. Для контролю поверхонь можливе використання стандартних та спеціальних вимірювальних інструментів, зокрема калібрів.

Деталь має достатню кількість поверхонь для базування та закріплення під час обробки. Можливе також використання верстатів з ЧПК. Отже, за якісними показниками деталь є технологічною.

Проведемо також розрахунок кількісних показників технологічності деталі “Корпус” 732.524.536, використовуючи за критерії вказані нижче коефіцієнти на основі даних таблиці 1.3.

Коефіцієнт точності обробки

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{cp}}}, \quad (1.1)$$

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 24 + 12 \cdot 19 + 9 \cdot 1}{44} = 13,02;$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{13,02} = 0,92.$$

При $K_{\text{т.ч.}} = 0,92$ “Корпус” 732.524.536 технологічний.

Коефіцієнт шорсткості.

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{cp}}}, \quad (1.2)$$

$$B_{\text{cp}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{5 \cdot 1 + 4 \cdot 19 + 3 \cdot 24}{44} = 3,47,$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{3,47} = 0,29.$$

При $K_{\text{ш}}=0,29$ “Корпус” 732.524.536 технологічний.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{\text{у.е.}} = \frac{N_{\text{у.е.}}}{N_e} = \frac{40}{44} = 0,91,$$

При $K_{yc} = 0,91$ деталь “Корпус” 732.524.536 технологічний.

Отже, за якісними та кількісними показниками “Корпус” 732.524.536 є технологічним, не потребує додаткових змін, дозволяє в широких межах використовувати для механічної обробки різучі інструменти, обладнання та устаткування.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Для виготовлення деталі “Корпус” 732.524.536 у базовому технологічному процесі застосовано універсальне технологічне устаткування, що забезпечує задану якість оброблюваних поверхонь. Зокрема використано координатно-розточний верстат, вертикально-фрезерний верстат, вертикально-свердлильні верстати та різенарізні верстати, у правління яким здійснюється у ручному режимі, що підвищує тривалість штучного часу обробки деталі. Інструменти для обробки та наступного контролю поверхонь використано стандартні. Пристосування для закріплення і базування деталі на верстатах складається із ручних механізмів приводу, що знижує точність обробки та підвищує допоміжний час обробки. Усі вище характеристики вказують на дрібносерійний тип виробництва деталі “Корпус” 732.524.536.

Перелік операцій і обладнання базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 732.524.536 представлено у таблиці 1.4.

1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

За якісними та кількісними показниками “Корпус” 732.524.536 є технологічним, не потребує додаткових змін, дозволяє в широких межах використовувати для механічної обробки різучі інструменти, обладнання та устаткування. Устаткування базового технологічного процесу виготовлення корпусу 732.524.536 відповідає дрібносерійному типу виробництва.

Програма випуску деталей “Корпус” 732.524.536, що становить N = 8000 шт відповідає середньосерійному типу виробництва. Отже, базовий технологічний процес потребує заміни з метою забезпечення програми випуску та можливості швидкого переналагодження на інші деталі. Тому запропоновано внести такі зміни:

- для виготовлення заготовки корпусу 732.524.536, враховуючи матеріал сплав АК12, доцільно застосувати точні методи литва, що дозволяють зменшити припуски на обробку деталі, забезпечити тонкі стінки, підвищити коефіцієнт використання матеріалу;

- універсальні координатно-розточний верстат, вертикально-фрезерний верстат, вертикально-свердлильні верстати та різенарізні верстати доцільно замінити на верстати з ЧПК фрезерно-свердлильно-розточної групи, що забезпечує застосування принципу концентрації операцій, зменшення кількості операцій, зменшити площі, яке займає обладнання, зменшити штучний час обробки деталі;

- на переходах свердління малих отворів із фасками доцільно застосувати комбіновані свердла, що дозволяють виконувати свердління отвору та нарізання фаски за один перехід;

- також потрібно замінити ручний привід механізмів затиску пристосувань на механічний, зокрема пневматичний.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення типу виробництва

Тип виробництва деталі “Корпус” 732.524.536 розраховуємо на основі виданого завдання, зокрема вихідними даними є програма випуску $N = 8\ 000$ шт, маса корпусу $m = 0,486$ кг, трудозатрати базового технологічного процесу. Попередньо встановлено, що деталь “Корпус” 732.524.536 повинна виготовлятися в умовах середньо серійного типу виробництва. Перевірка цього фактору здійснюється розрахунково-аналітичним методом визначення типу виробництва за коефіцієнтом закріплення операцій.

Операції та трудозатрати базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 732.524.536 надано у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Операції та трудозатрати базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 732.524.536

Операція	($T_{шт.к}$), хв.	Операція	($T_{шт.к}$), хв.
005 Координатно-розточна	2,44	030 Вертикально-свердлильна	2,95
010 Вертикально-фрезерна	2,16	035 Вертикально-свердлильна	0,6
015 Вертикально-свердлильна	1,11	040 Різенарізна	1,8
020 Вертикально-свердлильна	3,57	045 Різенарізна	1,2
025 Вертикально-свердлильна	0,82		

Визначаємо кількість обладнання для обробки деталей при вказаній програмі випуску, дійсному фонді роботи обладнання $F_d=3979$ год і нормативному коефіцієнту 0,75 [1]:

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

$$m_{p005} = \frac{8000 \cdot 2,44}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,109. P_{005} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p010} = \frac{8000 \cdot 2,16}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,097. P_{010} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p015} = \frac{8000 \cdot 1,11}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,05. P_{015} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p020} = \frac{8000 \cdot 3,57}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,16. P_{020} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p025} = \frac{8000 \cdot 0,82}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,037. P_{025} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p030} = \frac{8000 \cdot 2,95}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,13. P_{030} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p035} = \frac{8000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,027. P_{035} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p040} = \frac{8000 \cdot 1,8}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,08. P_{040} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p045} = \frac{8000 \cdot 1,2}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,05. P_{045} = 1 \text{ верстат};$$

Визначаємо коефіцієнт завантаження обладнання як відношення розрахованої кількості обладнання до прийнятої кількості [1]:

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

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{0,109}{1} = 0,109;$$

$$\eta_{з.ф.010} = \frac{0,097}{1} = 0,097;$$

$$\eta_{з.ф.015} = \frac{0,05}{1} = 0,05;$$

$$\eta_{з.ф.020} = \frac{0,16}{1} = 0,16;$$

$$\eta_{з.ф.025} = \frac{0,037}{1} = 0,037;$$

$$\eta_{з.ф.030} = \frac{0,13}{1} = 0,13;$$

$$\eta_{з.ф.035} = \frac{0,027}{1} = 0,027;$$

$$\eta_{з.ф.040} = \frac{0,08}{1} = 0,08;$$

$$\eta_{з.ф.045} = \frac{0,05}{1} = 0,05.$$

Кількість операцій, на одному обладнанні [1]:

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

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,109} = 6,88. \quad O_{005} = 7 \text{ операцій};$$

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,097} = 7,73. \quad O_{010} = 8 \text{ операцій};$$

$$O_{015} = \frac{0,75}{0,05} = 15. \quad O_{015} = 15 \text{ операцій};$$

$$O_{020} = \frac{0,75}{0,16} = 4,7. \quad O_{020} = 5 \text{ операцій};$$

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,037} = 20,3. \quad O_{025} = 21 \text{ операція};$$

$$O_{030} = \frac{0,75}{0,13} = 5,77. \quad O_{030} = 6 \text{ операцій};$$

$$O_{035} = \frac{0,75}{0,027} = 27,7. \quad O_{035} = 28 \text{ операцій};$$

$$O_{040} = \frac{0,75}{0,08} = 9,4. \quad O_{040} = 10 \text{ операцій};$$

$$O_{045} = \frac{0,75}{0,05} = 15. \quad \text{Приймаємо } O_{045} = 15 \text{ операцій}.$$

Визначаємо коефіцієнт закріплення як відношення суми операцій до суми кількості обладнання [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{115}{9} = 12,78.$$

Порівнюючи із даними зі стандартів, одержуємо при $K_{3.0} = 12,78$ тип виробництва середньосерійний.

В умовах середньо серійного типу виробництва визначаємо його такт [1]:

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

$$t_B = \frac{60 \cdot 3979}{8000} = 29,84 \text{ хв.}$$

Величина партії деталей [1]:

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

$$n = \frac{8000 \cdot 5}{257} = 155,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо 156 шт.

Коректування розміру партії залежно від кількості змін [1]:

$$C = \frac{T_{\text{шт.к.сп.}} \cdot n}{476 \cdot 0,8}. \quad (2.6)$$

де C – число змін;

Визначаємо штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к.сп.}} = \frac{\sum_{i=1}^T T_{\text{шт.к.і}}}{\sum_{i=1}^T O_i}, \quad (2.7)$$

$$T_{\text{шт.к.сп.}} = \frac{16,65}{9} = 1,85 \text{ хв.}$$

$$C = \frac{T_{\text{шт.к.сп.}} \cdot n}{476 \cdot 0,8} = \frac{1,85 \cdot 156}{476 \cdot 0,8} = 0,76 \text{ зміни.}$$

Приймаємо $C = 1$ зміна.

Визначаємо уточнене значення величини партії деталей [1]:

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

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 1}{1,85} = 206 \text{ шт.}$$

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Для забезпечення виготовлення деталі “Корпус” 732.524.536 в межах програми випуску, технічних вимог до деталі, типу виробництва середньо серійного проведено проектування заготовки, що піддається механічній обробці. При цьому здійснено порівняння двох методів виготовлення заготовки литтям:

- 1) Лиття під тиском у металеву пресформу;
- 2) Лиття в піщано-глинисту форму.

Перший метод виготовлення заготовки забезпечує сьомий клас точні і перший ряд припусків. Другий метод забезпечує одинадцятий клас точності та третій ряд припусків.

Під час проектування заготовки розраховуємо її розміри з граничними відхиленнями на основі даних довідників залежно від точності виконання методу литва. За цими результатами виконуємо креслення двох методів одержання заготовки, що зображені на рис. 2.1 та 2.2.

Усі дані щодо розмірів заготовок деталі “Корпус” 732.524.536 для визначених поверхонь зібрано у таблиці 2.2.

Подальший вибір методу одержання заготовки ґрунтується на визначенні коефіцієнту використання матеріалу. Тому виникає необхідність у розрахунку об’єму та маси двох варіантів заготовки при масі готової деталі $q = 0,486$ кг.

Розрахунки ґрунтуються на основі ескізів заготовок рис. 2.1 та 2.2.

Масу заготовок визначаємо як суму маси деталі та припуску на обробку:

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

Таблиця 2.2 – Дані щодо розмірів заготовок деталі “Корпус” 732.524.536 для визначених поверхонь

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 криволінійна поверхня 74±0,2; R182±0,5	Ra12,9	1,1	1,2 × 2 = 2,4	71,6±0,55 R180,8±0,55
Отвір Ø56,5H14(+0,74)	Ra12,9	1,0	1,2 × 2 = 2,4	Ø54,1±0,5
Отвір Ø42,5H9(+0,062)	Ra2,5	1,0	2,0 × 2 = 4,0	Ø38,5±0,5
Отвір Ø22H14(+0,52)	Ra12,9	0,8	1,0 × 2 = 2,0	Ø20±0,4
Внутрішній торець 7±0,2	Ra12,9	0,64	1,0	6±0,32
2) Лиття в піщано-глинисту форму				
Внутрішня криволінійна поверхня 74±0,2; R182±0,5	Ra12,9	4,4	5,0 × 2 = 10,0	64±2,2 R177±2,2
Отвір Ø56,5H14(+0,74)	Ra12,9	4,0	5,0 × 2 = 10,0	Ø46,5±2,0
Отвір Ø42,5H9(+0,062)	Ra2,5	4,0	6,5 × 2 = 13,0	Ø29,5±2,0
Отвір Ø22H14(+0,52)	Ra12,9	3,2	4,2 × 2 = 8,4	Ø13,6±1,6
Внутрішній торець 7±0,2	Ra12,9	2,4	3,2	3,8±1,2

Маса припуску

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

Об’єми припусків на оброблюваних поверхнях.

– для лиття під тиском:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (56,5^2 - 54,1^2) \cdot 2,5}{4} \cdot 2 = 1042 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (42,5^2 - 38,5^2) \cdot 2,5}{4} = 635,85 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (22^2 - 20^2) \cdot 2,5}{4} \cdot 2 = 329,7 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр4}} = 8 \cdot \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 10}{4} = 4019,2 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр7}} = 3 \cdot \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 17}{4} = 1441,26 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр8}} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 5,2^2 \cdot 2,5}{4} = 212,3 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр9}} = (74^2 - 58 \cdot 65) \cdot 1 + (74^2 - 71,6^2) \cdot 6 = 3802,64 \text{ мм}^3.$$

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

$$V_{\text{пр}} = 1042 + 635,85 + 329,7 + 4019,2 + 1441,26 + 212,3 + 3802,64 = 11482,95 \text{ мм}^3 = \\ = 11,5 \text{ см}^3.$$

– для лиття в піщано-глинисту форму:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (56,5^2 - 46,5^2) \cdot 2,5}{4} \cdot 2 = 4042,75 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (42,5^2 - 29,5^2) \cdot 2,5}{4} = 1836,9 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (22^2 - 13,6^2) \cdot 2,5}{4} \cdot 2 = 1173,7 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр4}} = 8 \cdot \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 10}{4} = 4019,2 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр7}} = 3 \cdot \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 17}{4} = 1441,26 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр8}} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 5,2^2 \cdot 2,5}{4} = 212,3 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр9}} = (74^2 - 58 \cdot 65) \cdot 3,2 + (74^2 - 64^2) \cdot 3,8 = 10703,2 \text{ мм}^3.$$

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

$$\begin{aligned} V_{\text{пр}} &= 4042,75 + 1836,9 + 1173,7 + 4019,2 + 1441,26 + 212,3 + 10703,2 = \\ &= 23429,31 \text{ мм}^3 = 23,43 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

За формулою (2.10) визначаємо маси припусків:

— для лиття під тиском:

$$m_{\text{пр1}} = 11,5 \cdot 2,6 = 29,9 \text{ г} = 0,03 \text{ кг.}$$

— для лиття в піщано-глинисту форму:

$$m_{\text{пр2}} = 23,43 \cdot 2,6 = 60,92 \text{ г} = 0,061 \text{ кг.}$$

Визначаємо масу заготовок, отриманих двома методами:

— лиття під тиском:

$$Q_1 = 0,486 + 0,03 = 0,516 \text{ кг.}$$

— для лиття в піщано-глинисту форму:

$$Q_2 = 0,486 + 0,061 = 0,547 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{q}{Q}, \quad (2.11)$$

де $q = 0,486 \text{ кг}$ – маса деталі;

Q – маса заготовки, кг;

— для лиття під тиском:

$$K_{\text{в.м.1}} = \frac{0,486}{0,516} = 0,94.$$

— для лиття в піщано-глинисту форму:

$$K_{\text{в.м.2}} = \frac{0,486}{0,547} = 0,89.$$

Отже, для виготовлення заготовки деталі “Корпус” 732.524.536 буде використано метод литва під тиском, що дозволяє зменшити припуски на обробку деталі, забезпечити тонкі стінки, підвищити коефіцієнт використання матеріалу.

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

Варіанти маршрутів обробки деталі “Корпус” 732.524.536 зібрано у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Маршрути обробки деталі “Корпус” 732.524.536

№ 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
1,4	Торцева поверхня 50±0,25	7 клас	Rz50	заготовка	—
2	Торцева поверхня 7±0,3	7 клас	Rz50	заготовка	—
3	Зовнішня поверхня 221±0,5; 222±0,5	7 клас	Rz50	заготовка	—
5	Внутрішня криволінійна поверхня 74±0,2; R182±0,5	14	Ra12,9	Фрезерування по контуру	—
6-9	Чотири отвори Ø5,2H14 ^(+0,3) ; 59±0,3; 49±0,25; 85,2±0,35; 54±0,3	14	Ra12,9	Свердління на верстаті з ЧПК	Свердління
10, 11	Два отвори Ø56,5H14 ^(+0,74) ; 120±0,35; 32±0,18	14	Ra12,9	Розточування	Зенкерування
12	Отвір Ø42,5H9 ^(+0,062) ; 95±0,35	9	Ra2,5	Розточування напівчистове Розточування чистове	Зенкерування чистове

13-15	Три отвори глухі $\varnothing 4,95^{+0,26}$ під різь М6-7Н; $l=17^{+0,43}$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$	14	Ra12,9	Точіння напів- чистове	—
16-18	Три внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,9	Точіння напівчистове при поздовжній подачі	—
19-21	Три різевих глухих отвори М6-7Н; $l=12\text{min}$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$	12	Ra6,7	Нарізання різі різцем	—

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
22, 23	Два отвори глухі $\varnothing 3,3^{+0,12}$ під різь М4-7Н; $l=10^{+0,36}$; $94\pm 0,35$	12	Ra6,7	Точіння напівчистове	—
24, 25	Дві внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,9	Точіння напівчистове	—
26, 27	Два різеві глухі отвори М4- 7Н; $l=6\text{min}$; $94\pm 0,35$	12	Ra6,7	Точіння напівчистове	—
28, 29	Два отвори глухі $\varnothing 3,3^{+0,12}$ під різь М4-7Н; $l=10^{+0,36}$; $30\pm 0,25$; $31\pm 0,25$; $8\pm 0,2$	12	Ra6,7	Центрування Свердління	Свердління
30, 31	Дві внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,9	Свердління	Зенкування
32, 33	Два різеві глухі отвори М4- 7Н; $l=6\text{min}$; $30\pm 0,25$; $8\pm 0,2$	12	Ra6,7	Нарізання різі мітчиком	—
34, 35	Два отвори глухі $\varnothing 3,3^{+0,12}$ під різь М4-7Н; $l=10^{+0,36}$; $30\pm 0,25$; $74\pm 0,3$	12	Ra6,7	Центрування Свердління	Сверд- ління
36, 37	Дві внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,9	Свердління	Зенку- вання
38, 39	Два різеві глухі отвори М4- 7Н; $l=6\text{min}$; $30\pm 0,25$; $74\pm 0,3$	12	Ra6,7	Нарізання різі мітчиком	—
40, 41	Два отвори глухі $\varnothing 3,3^{+0,12}$ під різь М4-7Н; $l=10^{+0,36}$; $58,5\pm 0,3$; $17,5\pm 0,18$	12	Ra6,7	Центрування Свердління	Сверд- ління
42, 43	Дві внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,9	Свердління комбінованим свердлом	Зенку- вання
44, 45	Два різеві глухі отвори М4- 7Н; $l=6\text{min}$; $58,5\pm 0,3$; $17,5\pm 0,18$	12	Ra6,7	Нарізання різі мітчиком	—
46, 47	Два отвори $\varnothing 22\text{H}14^{(+0,52)}$; $24\pm 0,2$	14	Ra12,9	Розсвердлювання	Зенкер- рування

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
48	Внутрішній торець $7\pm 0,2$	14	Ra12,9	Фрезерування	
49	Наскрізний отвір під різь М4-7Н $\varnothing 3,3^{+0,16}$; $12\pm 0,5$	13	Ra 6,7	Центрування Свердління	Свердління
50	Внутрішня фаска $0,5\times 45^\circ$	14	Ra 12,9	Формування при свердлінні	Зенкування
51	Різовий отвір М4-7Н	(7)	Ra 6,7	Нарізання різі мітчиком	—

В проектному технологічному процесі виготовлення деталі “Корпус” 732.524.536 операції координатно-розточну, вертикально-фрезерні, вертикально-свердлильні і різенарізні замінено на свердлильні та програмні з ЧПК.

005. Програма з ЧПК

2. Фрезерувати остаточно внутрішню криволінійну поверхню 5 з обробкою внутрішньої торцевої поверхні 48 по контуру по програмі, витримуючи розміри $74\pm 0,2$; $R182\pm 0,5$; $7\pm 0,3$.

3. Центрувати чотири отвори 6, 7, 8, 9 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 1,61^{+0,25}$; $\varnothing 3,34^{+0,3}$; $3,52\pm 0,1$; $59\pm 0,3$; $49\pm 0,25$; $85,2\pm 0,35$; $54\pm 0,3$.

4. Свердлити чотири отвори 6, 7, 8, 9 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 5,2H14^{(+0,3)}$; $59\pm 0,3$; $49\pm 0,25$; $85,2\pm 0,35$; $54\pm 0,3$.

5. Розточити остаточно два отвори 10, 11, витримуючи розміри $\varnothing 56,5H14^{(+0,74)}$; $120\pm 0,35$; $32\pm 0,18$ послідовно по програмі.

6. Розточити попередньо отвір 12, витримуючи розміри $\varnothing 42,24H11^{(+0,16)}$; $95\pm 0,35$.

7. Розточити остаточно отвір 12, витримуючи розміри $\varnothing 42,5H9^{(+0,062)}$; $95\pm 0,35$.

9. Перевірити розміри: $\varnothing 5,2H14^{(+0,3)}$; $59\pm 0,3$; $49\pm 0,25$; $85,2\pm 0,35$; $54\pm 0,3$; $\varnothing 56,5H14^{(+0,74)}$; $120\pm 0,35$; $32\pm 0,18$; $\varnothing 42,5H9^{(+0,062)}$; $95\pm 0,35$. Контроль 30%.

010 Свердлильна з ЧПК

2. Центрувати вісім отворів 22, 23, 28, 29, 34, 35, 40, 41 під різь М4-7Н послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 1,2^{+0,1}$; $\varnothing 2,1^{+0,1}$; $1,5^{+0,1}$; $0,97^{+0,06}$; $94\pm 0,35$; $30\pm 0,25$; $31\pm 0,25$; $8\pm 0,2$; $74\pm 0,3$; $58,5\pm 0,3$; $17,5\pm 0,18$.

3. Центрувати три отвори 13, 14, 15 під різь М6-7Н послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 1,7^{+0,25}$; $\varnothing 3,34^{+0,3}$; $3,52\pm 0,1$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$.

4. Свердлими вісім отворів 22, 23, 28, 29, 34, 35, 40, 41 з формуванням восьми фасок 24, 25, 30, 31, 36, 37, 42, 43 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,12}$; $l=10^{+0,36}$; $94\pm 0,35$; $30\pm 0,25$; $31\pm 0,25$; $8\pm 0,25$; $74\pm 0,3$; $58,5\pm 0,3$; $17,5\pm 0,18$; $1\times 45^\circ$.

5. Свердлими три отвори 13, 14, 15 з формуванням трьох фасок 16, 17, 18 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=17^{+0,43}$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$; $1\times 45^\circ$.

6. Нарізати різь 26, 27, 32, 33, 44, 45, 38, 39 в восьми отворах послідовно по програмі, витримуючи розміри М4-7Н; $l=6\text{min}$; $94\pm 0,35$; $30\pm 0,25$; $31\pm 0,25$; $8\pm 0,2$; $74\pm 0,3$; $58,5\pm 0,3$; $17,5\pm 0,18$.

7. Нарізати різь 19, 20, 21 в трьох отворах послідовно по програмі, витримуючи розміри М6-7Н; $l=12\text{min}$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$.

8. Перевірити розміри: М4-7Н; $l=6\text{min}$; $94\pm 0,35$; $30\pm 0,25$; $31\pm 0,25$; $8\pm 0,2$; $74\pm 0,3$; $58,5\pm 0,3$; $17,5\pm 0,18$; М6-7Н; $l=12\text{min}$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$; $1\times 45^\circ$. Контроль 30%.

015. Вертикально-свердлильна

2. Розсвердлими отвір 46, витримуючи розміри $\varnothing 22\text{H}14^{(+0,52)}$; $24\pm 0,2$.

4. Перевірити розміри: $\varnothing 22\text{H}14^{(+0,52)}$; $24\pm 0,2$. Контроль 30%.

020. Вертикально-свердлильна

2. Розсвердлими отвір 47, витримуючи розміри $\varnothing 22\text{H}14^{(+0,52)}$; $24\pm 0,2$.

4. Перевірити розміри: $\varnothing 22\text{H}14^{(+0,52)}$; $24\pm 0,2$. Контроль 30%.

025 Вертикально-свердлильна

Свердління отвору 49 під різь М4-7Н з одночасним формуванням фаски

Операція 030 Різенарізна

Нарізання різі 51, витримуючи розмір М4-7Н.

Операція 035. Контроль.

2.5. Визначення припусків на оброблення

Припуски для оброблення різанням поверхонь деталі “Корпус” 732.524.536 записано у вигляді таблиці 2.5. Для отворів, одержання яких здійснювалось свердлінням у суцільному матеріалі припуски окремо не розраховувались, оскільки вони дорівнюють глибині різання.

Таблиця 2.5 – Припуски для оброблення різанням поверхонь деталі “Корпус” 732.524.536

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
Внутрішній торець $7\pm 0,2$					
Фрезерування чорнове кінцевою фрезою	14	Ra12,9	0,4	1,0	$7\pm 0,2$
Заготовка	7 кл.	R _z 50	0,64	–	$6\pm 0,32$
Отвір $\varnothing 22H14^{+0,52}$					
Розсвердлювання	14	Ra12,9	0,52	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 22^{+0,52}$
Заготовка	7 кл.	R _z 50	0,8	–	$\varnothing 20\pm 0,4$
Отвір $\varnothing 56,5H14^{+0,74}$					
Розточування напівчистове	14	Ra12,9	0,74	$1,2 \times 2 = 2,4$	$\varnothing 56,5^{+0,74}$
Заготовка	7 кл.	R _z 50	1,0	–	$\varnothing 54,1\pm 0,5$
Внутрішня криволінійна поверхня $74\pm 0,2$; R182$\pm 0,5$					

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
Фрезерування чорнове кінцевою фрезею	14	Ra12,9	0,4	$1,2 \times 2 = 2,4$	$74 \pm 0,2$
Заготовка	7 кл.	R _z 50	1,1	–	$71,6 \pm 0,55$

Схему розташування припусків при обробленні отвору $\varnothing 42,5H9^{(+0,062)}$ напівчистовим та чистовим розточуванням відображено на рис. 2.3

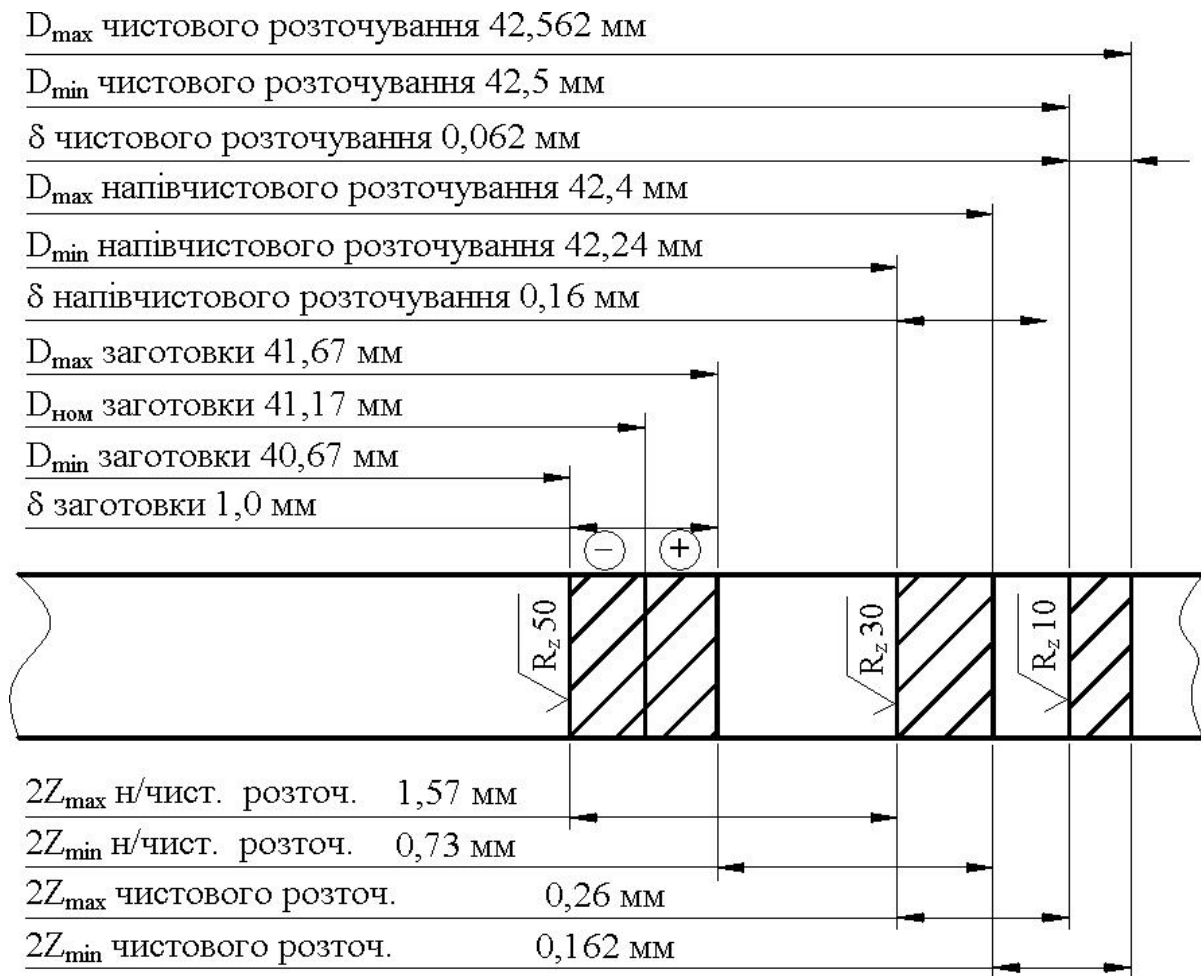


Рисунок 2.3 - Схеми розташування припусків при розточуванні отвору $\varnothing 42,5H9^{(+0,062)}$

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Проведемо розрахунки режимів різання для обробки поверхонь деталі “Корпус” 732.524.536, зокрема детальніше розглянемо перехід 4 операції 005.

005. Програмна з ЧПК

Свердлити чотири отвори 6, 7, 8, 9 послідовно за програмою, витримуючи розміри $\varnothing 5,2H14(+0,3)$; $59\pm 0,3$; $49\pm 0,25$; $85,2\pm 0,35$; $54\pm 0,3$.

Інструмент – Свердло ДС $\varnothing 5,2$; $L=132$; $l=87$.

1. Визначаємо глибину різання для переходу:

$$t = 0,5 \cdot D, \quad (2.12)$$

$$t = 0,5 \cdot 5,2 = 2,6 \text{ мм.}$$

2. Визначаємо робочий хід:

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{різ.}} + l_{\text{підв.}} + l_{\text{вріз.}} + l_{\text{пер.}}, \quad (2.13)$$

$$l_{\text{різ.}} = 2,5 \text{ мм};$$

$$l_{\text{підв.}} = 2 \text{ мм [20].}$$

$$l_{\text{вріз.}} + l_{\text{перебіг}} = 2,5 \text{ мм [20].}$$

$$L_{\text{р.х.}} = 2,5 + 2 + 2,5 = 7 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо подачу при свердлінні:

$$S_o = S_{oT} \cdot K_{Is}, \quad (2.14)$$

де $S_{oT} = 0,18 \text{ мм/об [20]}$;

$K_{Is} = 0,9$ при $l \leq 5 D$ [20].

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

4. Період стійкості свердла:

$$T = 15 \text{ хв. [20].}$$

5. Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.15)$$

де

Підставляємо числові значення у формулу (2.15):

$$V = \frac{36,3 \cdot 5,2^{0,25}}{15^{0,125} \cdot 0,162^{0,55}} \cdot 0,85 = \frac{36,3 \cdot 1,51}{1,4 \cdot 0,37} \cdot 0,85 \cdot 0,75 = 66,75 \text{ м/хв.}$$

6. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 66,75}{\pi \cdot 5,2} = 4251 \text{ хв}^{-1}.$$

За паспортом верстата приймаємо $n_d = 2000$ об/хв.

7. Уточнюємо швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (2.17)$$

$$V_d = \frac{\pi \cdot 5,2 \cdot 2000}{1000} = 32,7 \text{ м/хв.}$$

8. Крутний момент при свердлінні [20]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \text{ (Н·м)}, \quad (2.18)$$

Підставляємо числові значення у формулу (2.18):

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

9. Потужність різання, що затрачається при свердлінні:

$$N_{різ} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \text{ (кВт)}, \quad (2.19)$$

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

10. Максимальна потужність верстата з ЧПК:

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Центрувати чотири отвори 6, 7, 8, 9 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 1,62^{+0,25}$; $\varnothing 3,37^{+0,3}$; $3,52 \pm 0,1$; $59 \pm 0,3$; $49 \pm 0,25$; $85,2 \pm 0,35$; $54 \pm 0,3$	0,8	6,54	4	18	0,118	2004	25,14	235	0,111	0,15
Перехід 4 Свердлити чотири отвори 6, 7, 8, 9 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 5,2H14^{(+0,3)}$; $59 \pm 0,3$; $49 \pm 0,25$; $85,2 \pm 0,35$; $54 \pm 0,3$	2,6	7	4	21	0,165	2004	32,6	325	0,086	0,06
Перехід 5 Розточити остаточно два отвори 10, 11, витримуючи розміри $\varnothing 56,5H14^{(+0,74)}$; $120 \pm 0,35$; $32 \pm 0,18$ послідовно по програмі	1,2	7,5	1	64	0,48	1002	177,5	491	0,015	0,1
Перехід 6										
Розточити попередньо отвір 12, витримуючи розміри $\varnothing 42,24H11^{(+0,16)}$; $95 \pm 0,35$	0,535	7,5	1	64	0,48	1401	185,8	687	0,011	0,08
Перехід 7 Розточити остаточно отвір 12, витримуючи розміри $\varnothing 42,5H9^{(+0,062)}$; $95 \pm 0,35$	0,13	7,5	1	64	0,345	2001	268	691	0,011	0,02
010 Свердлильна з ЧПК										

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<p>Перехід 2</p> <p>Центрувати вісім отворів 22, 23, 28, 29, 34, 35, 40, 41 під різь М4-7Н послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 1,1^{+0,1}$; $\varnothing 2,1^{+0,1}$; $1,4^{+0,1}$; $0,94^{+0,06}$; $94\pm 0,35$; $30\pm 0,25$; $31\pm 0,25$; $8\pm 0,2$; $74\pm 0,3$; $58,5\pm 0,3$; $17,5\pm 0,18$</p>	0,5	4,26	8	17	0,081	1401	4,4	114	0,305	0,2
<p>Перехід 3</p> <p>Центрувати три отвори 13, 14, 15 під різь М6-7Н послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 1,4^{+0,25}$; $\varnothing 3,37^{+0,3}$; $3,52\pm 0,1$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$</p>	0,8	6,54	3	18	0,118	2002	25,14	235	0,085	0,15
<p>Перехід 4</p> <p>Свердлими вісім отворів 22, 23, 28, 29, 34, 35, 40, 41 з формуванням восьми фасок 24, 25, 30, 31, 36, 37, 42, 43 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,12}$; $1\times 45^\circ$; $l=10^{+0,36}$; $94\pm 0,35$; $30\pm 0,25$; $31\pm 0,25$; $8\pm 0,25$; $74\pm 0,3$; $58,5\pm 0,3$; $17,5\pm 0,18$;</p>	1,65	14	8	18	0,161	2005	20,8	325	0,35	0,03
<p>Перехід 5</p> <p>Свердлими три отвори 13, 14, 15 з формуванням трьох фасок 16, 17, 18 послідовно по програмі, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $1\times 45^\circ$; $l=17^{+0,43}$; $110\pm 0,35$; $165\pm 0,3$</p>	2,5	22	3	17	0,163	2001	31,5	324	0,194	0,06

Закінчення таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перехід 6 Нарізати різь 26, 27, 32, 33, 44, 45, 38, 39 в восьми отворах послідовно по програмі, витримуючи розміри М4-7Н; l=6min; 94±0,35; 30±0,25; 31±0,25; 8±0,2; 74±0,3; 58,5±0,3; 17,5±0,18	0,379	16,4	8	18	0,71	711	8,91	496	0,26	0,04
Перехід 7 Нарізати різь 19, 20, 21 в трьох отворах послідовно по програмі, витримуючи розміри М6-7Н; l=12min; 110±0,35; 165±0,3	0,54	27	3	27	1,0	565	10,56	561	0,16	0,06
015 Вертикально-свердлильна										
Перехід 2 Розсвердлити отвір 46, витримуючи розміри Ø22Н14 ^(+0,52) ; 24±0,2	1,0	8,7	1	42	0,31	562	38,8	169	0,051	0,1
020 Вертикально-свердлильна										
Перехід 2 Розсвердлити отвір 47, витримуючи розміри Ø22Н14 ^(+0,52) ; 24±0,2	1,0	8,7	1	42	0,31	562	38,8	169	0,051	0,1
Операція 025. Вертикально-свердлильна										
Перехід 2 Свердлити отвір 49 під різь М4-7Н з одночасним формуванням фаски 50, витримуючи розмір Ø3,3 ^{+0,16} ; 12±0,2; 0,5×45°	1,65	8	1	18	0,17	2007	20,8	322	0,03	0,03
Операція 030. Різенарізна										
Перехід 2 Нарізати різь 51, витримуючи розмір М4-7Н; 12±0,2	0,606	18,1	1	18	0,7	649	8	447	0,042	0,05

Проведемо розрахунки технічних норм часу для обробки поверхонь деталі “Корпус” 732.524.536, зокрема детальніше розглянемо операцію 005 програмну з ЧПК.

Штучний час при застосуванні верстатів з ЧПК [20]:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ц.а.}} + T_{\text{доп}}) \cdot \left(1 + \frac{K}{100}\right). \quad (2.20)$$

Тривалість автоматичного циклу [20]:

$$T_{\text{ц.а.}} = T_{\text{о.а.}} + T_{\text{доп.а.}} \cdot \quad (2.21)$$

Основна тривалість автоматичної роботи [20]:

$$T_{\text{о.а.}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i \cdot i}{S_{\text{хв.і}}}. \quad (2.22)$$

Тривалість автоматичних допоміжних ходів [20]:

$$T_{\text{доп.а.х.х.}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_{\text{х.х.і}}}{S_{\text{хв.приск}}}. \quad (2.23)$$

005 Програмна з ЧПК.

1. Основна тривалість автоматичної роботи (2.22):

$T_{\text{о.а.}} = 1,53 + 0,111 + 0,086 + 0,015 + 0,011 + 0,011 = 1,764$ хв. – обробка заготовки послідовна.

Тривалість автоматичних допоміжних ходів (2.23):

$$T_{\text{доп.а.х.х.}} = \frac{869,04 + 434,52 + 890 + 822 + 494 + 501,4}{7000} = \frac{4011}{7000} = 0,57 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{доп.а.}} = T_{\text{доп.а.х.х.}} = 0,57 \text{ хв.}$$

3. Тривалість автоматичного циклу (2.21):

$$T_{ц.а.} = 1,764 + 0,57 = 2,334 \text{ хв.}$$

4.1. Тривалість установки і зняття заготовки у пристрої:

$$T_{доп.уст.} = 0,153 + 0,094 = 0,247 \text{ хв.}$$

4.2. Час на контроль $T_{доп.вим.}$:

– вимірювання штангенциркулем розмірів:

$$- 74 \pm 0,2; \quad 59 \pm 0,3; \quad 49 \pm 0,25; \quad 85,2 \pm 0,35; \quad 54 \pm 0,3; \quad 32 \pm 0,18 \quad -$$

$$t_{1в} = 0,12 \cdot 6 = 0,72 \text{ хв.};$$

$$- 7 \pm 0,3; \quad 120 \pm 0,35; \quad 95 \pm 0,35 \quad - t_{2в} = 0,13 \cdot 3 = 0,39 \text{ хв.};$$

$$- \varnothing 5,2H14(+0,3) - t_{3в} = 0,12 \text{ хв.};$$

$$- \varnothing 56,5H14(+0,74) - t_{4в} = 0,12 \text{ хв.};$$

– Шаблоном радіусним R182±0,5 спеціальним:

$$- R182 \pm 0,5 - t_{5в} = 0,15 \text{ хв.};$$

– вимірювання калібром-пробкою: $\varnothing 42,5H9(+0,062) - t_{6в} = 0,11 \text{ хв.}$

$$T_{доп.вим.} = \sum t_{ив} = 0,72 + 0,39 + 0,12 + 0,12 + 0,15 + 0,11 = 1,61.$$

Дійсний час вимірювання (контроль 30%):

$$T_{доп.вим.дійсн.} = T_{доп.вим.} \cdot 0,3 = 1,61 \cdot 0,3 = 0,483 \text{ хв.}$$

Допоміжний час:

$$T_{доп.} = 0,247 + 0,84 + 0,483 = 1,087 \text{ хв.}$$

5. Оперативний час:

$$T_{оп.} = 2,334 + 1,087 = 3,421 \text{ хв.}$$

7. Штучний час при застосуванні верстатів з ЧПК (2.20):

$$T_{шт} = 3,421 \cdot \left(1 + \frac{30,789}{100}\right) = 4,47 \text{ хв.}$$

8. Штучно-калькуляційний час [20]:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (2.24)$$

де $n = 206$ шт.

$T_{п.з.} = 59,16$ хв.

Отже,

$$T_{шт.к.} = 4,47 + \frac{59,16}{206} = 4,76 \text{ хв.}$$

010 Свердлильна з ЧПК

Основний час: $T_{o010} = 0,305 + 0,084 + 0,35 + 0,194 + 0,26 + 0,16 = 1,353$ хв.

Штучний час знаходимо за наближеною формулою [20]:

$$T_{шт.к} = \Psi_k \cdot T_o, \quad (2.25)$$

$$T_{шт.к010} = 1,72 \cdot 1,353 = 2,33 \text{ хв.}$$

015 Вертикально-свердлильна

Основний час: $T_{o015} = 0,051$ хв.

Штучний час:

$$T_{шт.к015} = 2,1 \cdot 0,051 = 0,11 \text{ хв.}$$

020 Вертикально-свердлильна

Основний час: $T_{o020} = 0,051$ хв.

Штучний час:

$$T_{шт.к020} = 2,1 \cdot 0,051 = 0,11 \text{ хв.}$$

025 Вертикально-свердлильна

1. Основний час: $T_{o020} = 0,03$ хв.

2. Штучний час:

$$T_{шт.к020} = 3,5 \cdot 0,03 = 0,11 \text{ хв.}$$

030 Різенарізна

1. Основний час: $T_{o020} = 0,041$ хв.

2. Штучний час:

$$T_{шт.к025} = 3,5 \cdot 0,041 = 0,15 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків технічних норм часу для обробки поверхонь деталі “Корпус” 732.524.536 зібрано в таблиці 2.7.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок похибки пристосування для механічного оброблення деталі

Для закріплення та базування деталі “Корпус” 732.524.536 на фрезерно-свердлильно-розточному верстаті з ЧПК і виконання механічної обробки на 005 програмній з ЧПК операції, зокрема розточування, свердління отворів, нарізання різьби із верхньої сторони корпусу спроектовано спеціальний пристрій, що представлений у графічній частині.

Для досягнення точності обробки поверхонь базування деталі відбувається по торцю 50мм (на плиту пристрою) та прямолінійних ділянках зовнішнього контуру деталі на циліндричні пальці 15 та підпружинений упор 8. На пристрої відбувається обробка таких поверхонь: $\varnothing 5,2H14^{(+0,3)}$; $59\pm 0,3$; $49\pm 0,25$; $85,2\pm 0,35$; $54\pm 0,3$; $\varnothing 56,5H14^{(+0,74)}$; $120\pm 0,35$; $32\pm 0,18$; $\varnothing 42,5H9^{(+0,062)}$; $95\pm 0,35$.

Затиск деталі здійснюється двома прихватами, що приводяться у дію за допомогою двостороннього пневмоциліндра.

Для розрахунку похибки установки заготовки у пристрої використано таку формулу [9]:

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

Для перевірки достатньої точності пристрою використано умову забезпечення точності установки заготовки, при якій похибка установки повинна бути меншою за допустиму похибку $\Delta \varepsilon_{у, доп}$, що дорівнює допуску на оброблювані поверхні:

$$\Delta \varepsilon_y \leq \Delta \varepsilon_{у, доп}. \quad (3.2)$$

На операції 005 програмній з ЧПК умовою щодо забезпечення точності обробки є забезпечення розміщення отворів, що обробляються відносно

контурі деталі а також взаємного розміщення отворів. Точність взаємного розміщення отворів визначається точністю верстата з ЧПК та інструментів і в меншій мірі залежить від точністю пристрою.

Похибка установки в основному буде впливати на точність розташування отворів відносно контуру деталі. Допустима точність розмірів для такого випадку визначається 14 квалітетом із мінімальним допуском 0,5 мм.

Із аналізу конструкції пристрою та схеми базування встановлено, що похибка базування $\Delta\epsilon_{61}$ деталі дорівнює сумі допусків прямолінійних ділянок контуру заготовки, де реалізовується схема базування та допусків на циліндричні пальці, по яких здійснюється базування. Циліндричні пальці для базування заготовки відповідають розміру $\varnothing 14h7_{-0,018}$ (допуск на палець дорівнює 0,018 мм), допуск на прямолінійні ділянки контуру деталі дорівнює 0,4мм. Після сумування двох допусків одержуємо похибку базування $\Delta\epsilon_{61}=0,418\text{мм}$.

Похибка базування, що впливає на точність глибини отворів, дорівнює допуску торцевої поверхні $50\pm 0,25\text{мм}$: $\Delta\epsilon_{62}=0,5\text{мм}$.

Для заготовок, виготовлених методом литва під тиском із габаритними розмірами до 250 мм, похибка закріплення дорівнює $\Delta\epsilon_3 = 80 \text{ мкм}$.

Під час виготовлення деталей пристрою, їх складання та зношення під час роботи виникає похибка пристрою $\epsilon_{\text{пр}}$. Для розглянутого пристрою ця допустима похибка становить $\Delta\epsilon_{\text{пр}} = 0,02 \text{ мм}$.

На основі формули (3.1) визначаємо похибку установки деталі у пристрої:

$$\Delta\epsilon_y = \sqrt{\Delta\epsilon_6^2 + \Delta\epsilon_3^2 + \Delta\epsilon_{\text{пр}}^2} = \sqrt{0,418^2 + 0,07^2 + 0,02^2} = 0,447\text{мм}.$$

Допустима похибка установки $\Delta\epsilon_{y,\text{доп}}$ як вказано вище дорівнює 0,5, тобто:

$$\Delta\epsilon_{y,\text{доп}} = 0,5 \text{ мм}.$$

Перевіряємо умову забезпечення точності установки заготовки:

$$\Delta\epsilon_y = 0,447 \text{ мм} < \Delta\epsilon_{y,\text{доп}} = 0,5 \text{ мм}.$$

Отже, конструкція, елементи базування мають достатню точність для забезпечення заданих умов обробки отворів на 005 програмній з ЧПК операції.

3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування

Максимальний момент різання на операції 005 програмній з ЧПК виникає при розточуванні отвору $\varnothing 56,5$ мм. Для протидії цьому моменту проводиться затиск деталі двома прихватами з приводом від двостороннього пневмоциліндра. На прихватах виникають сили затиску $P_{\text{зат}}$, що призводять до виникнення моментів тертя між заготовкою та плитою пристрою та між заготовкою і прихватами, які протидіють моменту різання і усувають можливість зміщення заготовки під час механічної обробки. Розрахункова схема для такого випадку представлена на рис. 3.1.

Відповідно до розрахункової схеми рис. 3.1 записуємо рівняння рівноваги моментів під час затиску заготовки та розточування отвору:

$$P_{\text{зат1}} \cdot f_1 \cdot R + P_{\text{зат2}} \cdot f_1 \cdot R + \frac{2P_{\text{зат}} f_2 \cdot (R_2^3 - R_1^3)}{3(R_2^2 - R_1^2)} = K \cdot M_{\text{різ}} , \quad (3.3)$$

де $f_1 = f_2 = 0,2$ коефіцієнт тертя між заготовкою та базуючими і затискними елементами пристрою;

$R = 107$ мм – відстань від центру деталі до місця прикладання сили затиску;

$R_1 = 101$ мм – відстань від центру деталі до внутрішньої стінки корпусу;

$R_2 = 110,5$ мм – відстань від центру деталі до зовнішньої стінки корпусу.

Момент різання при розточуванні отвору:

$$M_{\text{різ}} = P_z \cdot r , \quad (3.4)$$

де P_z - тангенціальна складова сили різання при розточуванні, Н;

r - радіус розточування, $r = 0,02825$ м.

Тангенціальна складова сили різання [20]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.5)$$

де $t = 1,2$ мм;

$S = 0,49$ мм/об;

$V = 177,4$ м/хв.

$K_p = 1,0$ для алюмінієвих сплавів.

Підставляємо числові значення у формулу (3.5):

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,2^{1,0} \cdot 0,49^{0,75} \cdot 177,4^0 = 281,1 \text{ Н.}$$

Із формули (3.4) маємо:

$$M_{\text{різ}} = 281,1 \cdot 0,02825 = 7,94 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Коефіцієнт запасу приймаємо рівним 3,7.

Сили затиску на двох прихватах прийняті однаковими через симетричність конструкції пристрою:

$$P_{\text{зат1}} = P_{\text{зат2}}.$$

Тому із формули (3.3) виводимо рівняння:

$$P_{\text{зат}} = \frac{K \cdot M_{\text{різ}}}{2 \cdot f_1 \cdot R + 2f_2 \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3(R_2^2 - R_1^2)}}, \quad (3.6)$$

$$P_{\text{зат}} = \frac{3,7 \cdot 7940}{2 \cdot 0,2 \cdot 107 + 2 \cdot 0,2 \cdot \frac{110,5^3 - 101^3}{3(110,5^2 - 101^2)}} = 459,2 \text{ Н.}$$

Перевіряємо забезпечення сили затиску $P_{\text{зат}} = 459,2$ Н пневмоприводом пристрою:

$$P_{\text{зат}} \leq F_{\text{шт}} \cdot i. \quad (3.7)$$

де $F_{\text{шт}}$ – сила, яку створює пневмоциліндр;

i – коефіцієнт передавально-підсилюючої ланки.

Сила, яку створює пневмоциліндр [14]:

$$F_{\text{шт.}} = D_{\text{ц}}^2 \cdot p \cdot \eta, \quad (3.8)$$

де $D_{\text{ц}} = 0,045$ м;

Тиск в системі $0,4 \cdot 10^6$ Па, коефіцієнт корисної дії 0,9.

Тоді $F_{\text{шт.}} = 0,045^2 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 729$ Н.

Коефіцієнт передавально-підсилюючої ланки

$$i = \frac{l_1}{l_2} \cdot \eta. \quad (3.9)$$

Сила, яка виникає на при хватах при дії пневмоциліндра:

$$W = F_{\text{шт.}} \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot \eta, \quad (3.10)$$

де $l_1 = 50$ мм ;

$l_2 = 36$ мм ;

$\eta = 0,9$.

Тоді $W = 729 \frac{50}{36} \cdot 0,9 = 911$ Н.

Перевіряємо умову (3.7):

$$W > P_{\text{зат.}}$$

$$W = 911 \text{ Н} > P_{\text{зат.}} = 459,2 \text{ Н.}$$

Отже, конструктивні параметри спроектованого пристрою забезпечують достатні сили затиску заготовки деталі “Корпус” 732.524.536 на 005 програмній з ЧПК операції.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо 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 — широкопугловий 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. Обов'язки працівника за трудовим договором щодо охорони праці

Працівник зобов'язаний:

- знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- додержувати зобов'язань щодо охорони праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства, установи, організації;

- проходити у встановленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;

- співробітничати з власником або уповноваженим ним органом у справі організації безпечних та нешкідливих умов праці, особисто вживати посилюючих заходів щодо усунення будь-якої виробничої ситуації, яка створює загрозу його життю чи здоров'ю або людей, які його оточують, і навколишньому природному середовищу, повідомляти про небезпеку свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу.

Обов'язки працівника відповідають змісту ст.18 Закону "Про охорону праці". Вона визнає працівника зобов'язаним додержувати нормативних актів про охорону праці, правил внутрішнього трудового розпорядку в частині охорони праці, а також умови колективного і трудового договору. Навіть якщо порушення норм та умов охорони праці створює загрозу життю чи здоров'ю лише самого працівника (порушника), воно може тягти за собою весь комплекс правових засобів впливу на працівника, які допускаються

законодавством про працю (позбавлення премії, притягнення до дисциплінарної відповідальності тощо).

У випадку невиконання працівником обов'язків, передбачених статтею 159 КЗпП, при відсутності його вини, власник теж має вжити заходів. Зокрема, якщо працівник не має змоги вивчити відповідні правила та належно пройти перевірку знань з питань охорони праці, він після повторної перевірки знань підлягає звільненню згідно з п. 2 ст. 40 КЗпП, якщо немає можливості перевести працівника на іншу роботу.

Власник або уповноважений ним орган зобов'язаний за свої кошти організувати проведення попереднього (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, а також щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року.

Перелік професій, працівники яких підлягають медичному оглядові, термін і порядок його проведення встановлюються Міністерством охорони здоров'я України за погодженням із Державним комітетом України по нагляду за охороною праці.

Обов'язкові медичні огляди установлені для таких категорій працівників: а) зайнятих на важких роботах, роботах з шкідливими та небезпечними умовами праці; б) зайнятих на роботах, де є необхідність у професійному доборі; в) у віці до 21 року; г) деяких інших категорій працівників.

Власник не має права допускати працівника до роботи, якщо він зобов'язаний проходити, але своєчасно не пройшов медичний огляд. Якщо працівник ухиляється від проходження медичних оглядів, він відсторонюється від роботи без збереження заробітної плати (частина друга ст. 19 Закону "Про охорону праці"). За наявності поважних причин непроходження медичного огляду у визначений термін відсторонення від роботи здійснюється зі збереженням заробітної плати.

Ухилення працівника від проходження медичного огляду, якщо його проходження обов'язкове, є порушенням трудової дисципліни і може тягти за собою дисциплінарну відповідальність працівника аж до звільнення з роботи.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено, що корпус 732.524.536 є базовою частиною світильника, що використовується для освітлення промислових об'єктів. Виготовляють корпус із сплаву АК12, що забезпечує вимоги щодо якості поверхні корпусу, забезпечення високої теплопровідності.

У базовому технологічному процесі застосовано універсальне технологічне устаткування, що забезпечує задану якість оброблюваних поверхонь. Зокрема використано координатно-розточний верстат, вертикально-фрезерний верстат, вертикально-свердлильні верстати та різнарізні верстати, управління якими здійснюється у ручному режимі, що підвищує тривалість штучного часу обробки деталі. Інструменти для обробки та наступного контролю поверхонь використано стандартні. Пристосування для закріплення і базування деталі на верстатах складається із ручних механізмів приводу, що знижує точність обробки та підвищує допоміжний час обробки.

У проектному технологічному процесі внесено такі зміни: для виготовлення заготовки корпусу 732.524.536, враховуючи матеріал сплав АК12, застосували литво під тиском, що дозволяє зменшити припуски на обробку деталі, забезпечити тонкі стінки, підвищити коефіцієнт використання матеріалу; універсальні координатно-розточний верстат, вертикально-фрезерний верстат, вертикально-свердлильні верстати та різнарізні верстати замінено на верстати з ЧПК фрезерно-свердлильно-розточної групи, що забезпечує застосування принципу концентрації операцій, зменшення кількості операцій, зменшення площі, яке займає обладнання, зменшення штучного часу обробки деталі; на переходах свердління малих отворів із фасками застосовано комбіновані свердла, що дозволяють виконувати свердління отвору та нарізання фаски за один перехід; замінено ручний привід механізмів затиску пристосувань на пневматичний.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Кушак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.
2. Паливода Ю.Є, Дячун А.Є. Технологія виготовлення деталей класу «Порожністі циліндри» (втулки) : методичні вказівки до практичних занять та виконання індивідуальних завдань з дисциплін «Технологія обробки типових деталей та складання машин» та «Технологія машинобудування» Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 56с.
3. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277с.
4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
5. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2022. 148 с.
6. Дячун А.Є., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є., Ткаченко І.Г. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин». Тернопіль: ТНТУ, 2016. 75с.
7. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
8. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.
9. Дослідження технологічних процесів за допомогою методів математичної статистики та теорії ймовірності. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2022. 33 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. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.

12. 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.

13. Основи технології складання: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 “Прикладна механіка” / Укладачі: Ю.Є. Паливода, А.Є. Дячун. Тернопіль, 2017. 82 с.

14. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка, системи верстатних пристосувань / М.Г. Дичковський. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 121 с.

15. Дичковський М.Г. Розроблення та реалізація схем базування деталей при конструюванні пристосувань / М.Г. Дичковський, М.Д. Радик. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. 60 с.

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

17. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

18. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.

19. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. Технологія оброблення валів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 198 с.

20. 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.