

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 09.127

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

(шифр і назва спеціальності)

Дільний Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник
(підпис) Дячун А.Є.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
(підпис) Дячун А.Є.
(прізвище та ініціали)

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

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

“Розроблення технологічного процесу механічного оброблення корпусу 09.127”
студента групи МП-41 Дільного Д.О. Керівник роботи - кандидат техн. наук,
доцент Дячун А.Є.

Мета роботи – вдосконалити базовий технологічний процес механічного оброблення корпусу 09.127.

У першій частині, визначено, що за кількісними та якісними показниками деталь “Корпус” 09.127 є технологічною. Проведено аналіз креслення та технічних вимог деталі. Після аналізу базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 09.127 встановлено, що за особливостями використання універсального обладнання без засобів автоматизації, оснащення із ручним затиском та стандартних ріжучих і вимірювальних інструментів базовий технологічний процес відповідає дрібносерійному типу виробництва.

Річна програма випуску 55000 шт, що вказана у завданні, відповідає великосерійному типу виробництва, тому у проектному технологічному процесі запроваджено зміни для підвищення продуктивності виготовлення корпусів.

У другій частині визначено тип виробництва – великосерійний на основі розрахунку коефіцієнта закріплення операцій.

Коефіцієнт використання матеріалу для лиття під тиском у прес-форму є вищим ніж для лиття в кокіль, тому для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 09.127 вибрано лиття під тиском у прес-форму. Проведено вибір обладнання, інструментів, розраховано припуски, режими різання та технічні норми часу. Розроблено технологічний процес механічного оброблення корпусу 09.127.

У третій частині для механічного оброблення осьовими інструментами отворів деталі “Корпус” 09.127 на 010 агрегатній операції розроблено та виконано складальне креслення спеціального затискного пристрою.

У четвертій частині 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.....	
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	
4.1. Інструкції з охорони праці на підприємстві: ключові вимоги та процедура розроблення.....	
4.2. Вимоги техніки безпеки під час експлуатації свердлильних та токарних верстатів.....	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки	

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі проведено технологічне проектування процесу механічного оброблення деталі “Корпус” 09.127 для умов великосерійного типу виробництва. Деталь застосовується як базовий елемент промислового світильника, що використовується для загального освітлення виробничих приміщень металургійної, видобувної промисловості, коксохімічних, цементних та інших підприємств і виготовляється із сплаву АК12.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі “Корпус” 09.127 за особливостями використання універсального обладнання без засобів автоматизації, оснащення із ручним затиском та стандартних ріжучих і вимірювальних інструментів відповідає дрібносерійному типу виробництва.

Річна програма випуску, що вказана у завданні, відповідає великосерійному типу виробництва. Тому при розробленні проектного технологічного процесу необхідно внести такі зміни: для виготовлення заготовки із вказаними показниками якості поверхонь, тонкими стінками та ребрами жорсткості можливе застосування методів литва із підвищеною точністю, зокрема, литва під тиском, що сприяє зменшенню кількості переходів механічного оброблення заготовки; для закріплення деталі при підрізанні торця на токарній операції доцільно застосовувати спеціальний цанговий патрон, що збільшує площу контакту між затискними елементами та заготовкою та зменшує величину її деформування; для свердління малих отворів та нарізання в них різьби доцільно використовувати агрегатні верстати з поворотним столом, багатоінструментальними наладками та багатошпиндельними насадками; для свердління малих отворів із фасками доцільно використовувати комбіновані свердла із швидкоріжучої сталі.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Корпус” 09.127 застосовується як базовий елемент промислового світильника, що використовується для загального освітлення виробничих приміщень металургійної, видобувної промисловості, коксохімічних, цементних та інших підприємств.

Основне призначення деталі – це забезпечення просторового розміщення та захисту внутрішніх компонентів світильника.

Основними конструктивними елементами для виконання функціональних характеристик вказаного корпусу є: різьбові отвори М6-7Н, через які кріпиться відбивач при допомозі байонетних пазів, що забезпечує легке його знімання при монтажі та експлуатації. Отвір $\varnothing 15\text{H}7$ використовується для кріплення драйвер управління світильника. Отвір $\varnothing 14\text{H}14$ служить для закріплення кабеля, який проходить крізь нього в корпус. Отвори $\varnothing 5\text{H}14$ призначені для з'єднання даної деталі із корпусом світильника при допомозі гвинтів та гайок, що забезпечує легке його знімання при монтажі та експлуатації. Торець $120\text{h}14_{(-0,87)}$ призначений для точного з'єднання корпусу із ковпаком. На торці виконано канавку для встановлення ущільнюючого кільця.

Інші поверхні не підлягають механічній обробці, визначають конструкцію корпусу та забезпечують його жорсткість, технічні вимоги та одержуються при виготовленні заготовки методом литва.

Деталь “Корпус” 09.127 для забезпечення вимог до промислового світильника виготовляється із сплаву АК12, в основі якого є елементи алюміній та кремній. Основними характеристиками сплаву АК 12, що визначають його перевагу над іншими матеріалами є його корозійна стійкість, хороші ливарні властивості та мала питома густина. Вміст кремнію у сплаві коливається в межах 12%. У таблицях 1.1 та 1.2 наведено інформацію про хімічний склад та характеристики механічних випробувань 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 – Характеристики механічних випробувань 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
під тиском	відпал		147	2,0	50

1.2. Аналіз технічних вимог деталі

Одним із перших етапів проектування технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 09.127 є проведення аналізу технічних вимог та параметрів поверхонь деталі. Після аналізу вказаних вимог визначено точність та шорсткість поверхонь деталі, з присвоєними номерами. Дані аналізу представлено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Аналіз показників якості поверхонь деталі “Корпус” 09.127

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість, мкм
1	2	3	4
1	Торцева поверхня 120h14 _(-0,87)	14	Ra12,5
2	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 14H14^{(+0,43)}$; l=3,5;	14	Ra12,5
3	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 16H14^{(+0,43)}$; l=1;	14	Ra 12,5
4	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 15H7^{(+0,018)}$; l=2;	7	Ra 1,6

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
5, 6, 7	Три глухих отвори $\varnothing 4,95H12^{(+0,12)}$ під різь М6-7Н; $l=16$; $\varnothing 136\pm 0,5$; $120^\circ\pm 30'$	12	Ra12,5
8, 9, 10	Три внутрішні фаски $1\times 45^\circ$	14	Ra12,5
11, 12, 13	Три глухі різеві отвори М6-7Н; 13max ; $\varnothing 136\pm 0,5$; $120^\circ\pm 30'$	12	Ra6,3
14, 15	Два наскрізні отвори $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$; $l=2$; $\varnothing 31\pm 0,3$	14	Ra12,5
16, 17	Два наскрізні отвори $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$; $l=2$; $34\pm 0,3$	14	Ra12,5

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Визначальним при аналізі технологічності деталі “Корпус” 09.127 є програма випуску 55000 шт., що відповідає великосерійному типу виробництва. Також враховано вимоги щодо точності, шорсткості поверхонь, їх доступності для механічного оброблення та інші технічні вимоги.

Матеріал корпусу сплав АК 12 має добрі ливарні властивості та корозійну стійкість, малу питому густину. Усе це зумовлено експлуатаційними вимогами до промислових світильників, що встановлюють в агресивних середовищах. Також матеріал деталі дозволяє забезпечувати герметичності корпусу при якісному виготовленні заготовки литтям. Для виготовлення заготовок із вказаного матеріалу можливе використання різноманітних методів литва, в тому числі із високими показниками точності.

Корпус включає достатню кількість поверхонь для базування та закріплення при виконанні чорнового та чистового механічного оброблення. Не зважаючи на тонкі стінки, жорсткість деталі забезпечено за рахунок наявності 12 ребер жорсткості, рівномірно розподілених по колу на конічній поверхні,

тому можливе прикладання сил затиску пристроями із механічним приводом та виконання процесу різання металу. Для забезпечення параметрів точності оброблення поверхонь деталі на першій операції доцільно проводити підрізання торця, що буде основною базою на наступних операціях. Тому перша операція буде включати оброблення торця 1 витримуючи розмір $120_{-0,87}$.

Для оброблення отворів деталі та підрізання торця можливе використання стандартних інструментів, зокрема різців, свердл та мітчиків, а також високопродуктивного обладнання, зокрема автоматів та напівавтоматів.

Відповідно за якісними показниками деталь “Корпус” 09.127 є технологічною.

Крім цього проведено розрахунок технологічності деталі “Корпус” 09.127 за трьома кількісними показниками: коефіцієнтом точності, коефіцієнтом шорсткості та коефіцієнтом уніфікації за відомими методиками та даними із креслення та табл. 1.3.

Коефіцієнт точності обробки:

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

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 10 + 12 \cdot 6 + 7 \cdot 1}{17} = 12,88;$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{12,88} = 0,92.$$

При $K_{\text{т.ч.}} = 0,92 > 0,8$ деталь “Корпус” 09.127 є технологічною.

Коефіцієнт шорсткості:

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

$$B_{\text{cp}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{5 \cdot 1 + 4 \cdot 3 + 3 \cdot 13}{17} = 3,29,$$

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

При $K_{ш}=0,3 > 0,16$ деталь “Корпус” 09.127 є технологічною.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{y.e.} = \frac{N_{y.e.}}{N_e} = \frac{14}{17} = 0,82.$$

При $K_{ye}=0,82 > 0,6$ деталь “Корпус” 09.127 є технологічною.

На основі даних розрахунків та критеріїв, за кількісними показниками деталь “Корпус” 09.127 є технологічною.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Послідовність операції базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 09.127 та технологічне устаткування для їх виконання представлено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Послідовність операції базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 09.127

Операція	Технологічне обладнання	Технологічне оснащення
1	2	3
005 Токарно- гвинторізна	Токарно гвинторізний верстат моделі 1А616	7112 – 4538 Оправка 7112 – 4505 Притискач
010 Вертикально - свердлильна	Вертикально – свердлильний верстат моделі 2Н118	Кондуктор спеціальний
015 Вертикально - свердлильна	Вертикально – свердлильний верстат моделі 2М112	Кондуктор спеціальний
020 Вертикально - свердлильна	Вертикально – свердлильний верстат моделі 2М112	7861 – 4893 Підставка спеціальна
025 Вертикально - свердлильна	Вертикально – свердлильний верстат моделі 2М112	7861 – 4893 Підставка спеціальна

Закінчення таблиці 1.4

1	2	3
030 Різьбонарізна	Різьбонарізний верстат моделі 2056	7861 – 4893 Підставка спеціальна
035 Вертикально - свердлильна	Вертикально – свердлильний верстат моделі 2Н118	7356 – 4764 Кондуктор спеціальний
040 Вертикально - свердлильна	Вертикально – свердлильний верстат моделі 2Н118	7861- 4888 Підставка спеціальна
045 Вертикально - свердлильна	Вертикально – свердлильний верстат моделі 2Н118	7861- 4888 Підставка спеціальна

Після аналізу базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 09.127 встановлено, що за особливостями використання універсального обладнання без засобів автоматизації, оснащення із ручним затиском та стандартних ріжучих і вимірювальних інструментів базовий технологічний процес відповідає дрібносерійному типу виробництва. Для свердління отворів використано спеціальні пересувні та накладні кондуктори. Для операцій виготовлення деталі використовуються стандартні універсальні ріжучі (різці, свердла, zenківки, мітчики) та вимірювальні інструменти.

1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

У першій частині проаналізовано креслення та технічних вимоги до деталі “Корпус” 09.127 як базового елемента промислового світильника, що використовується для загального освітлення виробничих приміщень металургійної, видобувної промисловості, коксохімічних, цементних та інших підприємств.

Розглянуто можливості використання різних способів для досягнення поставлених вимог, а також напрями розроблення проектного технологічного процесу механічного оброблення корпусу та способи виготовлення заготовки. За якісними та кількісними показниками деталь “Корпус” 09.127 є

технологічною.

Матеріал корпусу сплав АК 12 має добрі ливарні властивості та корозійну стійкість, малу питому густину. Усе це зумовлено експлуатаційними вимогами до промислових світильників, що встановлюють в агресивних середовищах. Також матеріал деталі дозволяє забезпечувати герметичності корпусу при якісному виготовленні заготовки литтям. Для виготовлення заготовок із вказаного матеріалу можливе використання різноманітних методів литва, в тому числі із високими показниками точності.

Для забезпечення параметрів точності оброблення поверхонь деталі на першій операції доцільно проводити підрізання торця, що буде основною базою на наступних операціях. Тому перша операція буде включати оброблення торця і витримуючи розмір $120_{-0,87}$.

Для оброблення отворів деталі та підрізання торця можливе використання стандартних інструментів, зокрема різців, свердл та мітчиків, а також високопродуктивного обладнання, зокрема автоматів та напівавтоматів.

Після аналізу базового технологічного процесу виготовлення деталі встановлено, що за особливостями використання універсального обладнання без засобів автоматизації, оснащення із ручним затиском та стандартних ріжучих і вимірювальних інструментів базовий технологічний процес відповідає дрібносерійному типу виробництва.

Річна програма випуску 55000 шт відповідає великосерійному типу виробництва. Тому при розробленні проектного технологічного процесу необхідно внести такі зміни:

- для виготовлення заготовки із вказаними показниками якості поверхонь, тонкими стінками та ребрами жорсткості можливе застосування методів литва із підвищеною точністю, зокрема, литва під тиском, що сприяє зменшенню кількості переходів механічного оброблення заготовки;

- для закріплення деталі при підрізанні торця на токарній операції доцільно застосовувати спеціальний цанговий патрон, що збільшує площу контакту між затискними елементами та заготовкою та зменшує величину її

деформування;

- для свердління малих отворів та нарізання в них різьби доцільно використовувати агрегатні верстати з поворотним столом, багатоінструментальними наладками та багатошпиндельними насадками;

- для свердління малих отворів із фасками доцільно використовувати комбіновані свердла із швидкоріжучої сталі.

Зміни базового технологічного процесу дозволяють підвищити продуктивність виготовлення деталі “Корпус” 09.127 для умов великосерійного типу виробництва.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення типу виробництва

Визначаючи тип виробництва виготовлення деталі “Корпус” 09.127 із програмою випуску $N = 55000$ шт., враховано її складність та масу $m = 0,45$ кг. Для цього використано табличний метод. Визначений тип виробництва великосерійний.

Визначаючи тип виробництва аналітичним методом для розроблення проектного технологічного процесу, використовували дані штучного часу на кожну із операцій базового технологічного процесу та розраховували коефіцієнт закріплення операцій.

Перелік операцій базового технологічного процесу та тривалість штучного часу при виготовленні деталі “Корпус” 09.127 представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 09.127

Операція	Тшт., хв.
005 Токарно-гвинторізна	0,6
010 Вертикально-свердлильна	0,63
015 Вертикально- свердлильна	0,67
020 Вертикально-свердлильна	1,26
025 Вертикально-свердлильна	0,77
030 Різьбонарізна	1,0
035 Вертикально-свердлильна	0,46
040 Вертикально-свердлильна	0,65
045 Вертикально-свердлильна	0,61

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

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

де F_d – час на роботу обладнання, $F_d = 3979$ год;

$$\eta_{3.H.} = 0,75.$$

$$m_{p005} = \frac{55000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,18. P_{005} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p010} = \frac{55000 \cdot 0,63}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,19. P_{010} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p015} = \frac{55000 \cdot 0,67}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,205. P_{015} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p020} = \frac{55000 \cdot 1,26}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,39. P_{020} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p025} = \frac{55000 \cdot 0,77}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,24. P_{025} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p030} = \frac{55000 \cdot 1,0}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,307. P_{030} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p035} = \frac{55000 \cdot 0,46}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,14. P_{035} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p040} = \frac{55000 \cdot 0,65}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,2. P_{040} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p045} = \frac{55000 \cdot 0,61}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,19. P_{045} = 1 \text{ верстат.}$$

Фактичні коефіцієнти завантаження обладнання [1]:

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

$$\text{Для операції 005} - \eta_{3.\phi1} = \frac{0,18}{1} = 0,18;$$

$$\text{Для операції 010} - \eta_{3.\phi2} = \frac{0,19}{1} = 0,19;$$

$$\text{Для операції 015} - \eta_{3.\phi3} = \frac{0,205}{1} = 0,205;$$

$$\text{Для операції 020} - \eta_{3.\phi4} = \frac{0,39}{1} = 0,39;$$

$$\text{Для операції 025} - \eta_{3.\phi5} = \frac{0,24}{1} = 0,24;$$

$$\text{Для операції 030} - \eta_{з.ф6} = \frac{0,307}{1} = 0,307;$$

$$\text{Для операції 035} - \eta_{з.ф7} = \frac{0,14}{1} = 0,14;$$

$$\text{Для операції 040} - \eta_{з.ф8} = \frac{0,2}{1} = 0,2;$$

$$\text{Для операції 045} - \eta_{з.ф9} = \frac{0,19}{1} = 0,19.$$

Кількість операцій, що виконуються на робочому місці [1]:

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

$$Q_{005} = \frac{0,75}{0,18} = 4,2, \text{ приймаємо } Q_{005} = 5 \text{ операцій};$$

$$Q_{010} = \frac{0,75}{0,19} = 4,0, \text{ приймаємо } Q_{010} = 4 \text{ операції};$$

$$Q_{015} = \frac{0,75}{0,205} = 3,66, \text{ приймаємо } Q_{015} = 4 \text{ операції};$$

$$Q_{020} = \frac{0,75}{0,39} = 1,92, \text{ приймаємо } Q_{020} = 2 \text{ операції};$$

$$Q_{025} = \frac{0,75}{0,24} = 3,13, \text{ приймаємо } Q_{025} = 4 \text{ операції};$$

$$Q_{030} = \frac{0,75}{0,307} = 2,44, \text{ приймаємо } Q_{030} = 3 \text{ операції};$$

$$Q_{035} = \frac{0,75}{0,14} = 5,4, \text{ приймаємо } Q_{035} = 6 \text{ операцій};$$

$$Q_{040} = \frac{0,75}{0,2} = 3,75, \text{ приймаємо } Q_{040} = 4 \text{ операції};$$

$$Q_{045} = \frac{0,75}{0,19} = 4,0, \text{ приймаємо } Q_{045} = 4 \text{ операції}.$$

Коефіцієнт закріплення операцій [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{36}{9} = 4.$$

Для $K_{з.о.} = 4,0$ тип виробництва – великосерійний.

Визначаємо період виготовлення деталей [1]:

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

$$t_b = \frac{60 \cdot 3979}{55000} = 4,34 \text{ хв.}$$

Величина однієї партії деталей [1]:

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

де $F=257$ днів

$$n = \frac{55000 \cdot 5}{257} = 1070 \text{ шт.}$$

Кількість робочих змін [1]:

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

де

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

$$T_{шкс} = \frac{6,65}{9} = 0,74 \text{ хв.}$$

$$C = \frac{0,74 \cdot 1070}{476 \cdot 0,8} = 2,08 \text{ зміни.}$$

Приймаємо $C_{пр} = 2$ змін.

Величина партії деталей [1]:

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

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 2}{0,74} = 1029 \text{ шт.}$$

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Матеріал деталі “Корпус” 09.127 сплав АК 12 має добрі ливарні властивості та корозійну стійкість, малу питому густину. Для виготовлення заготовок із вказаного матеріалу можливе використання різноманітних методів литва, в тому числі із високими показниками точності.

Порівняння двох варіантів виготовлення заготовок корпусу виконано за коефіцієнтом використання матеріалу. Розглянуто такі способи виготовлення заготовки:

- 1) лиття під тиском у прес-форму;
- 2) лиття в кокіль.

Для першого способу виготовлення заготовки: 6 клас точності розмірів; 1 ряд припусків. Для другого способу виготовлення заготовки: 7 клас точності розмірів; 2 ряд припусків.

Проектуємо заготовки, що одержуються при виготовленні двома вказаними методами, при цьому визначено припуски на механічне оброблення та розміри поверхонь із допусками. При розрахунку маси заготовок знаходили маси припусків та додавали їх до маси готової деталі 0,45 кг.

Дані про припуски деталі “Корпус” 09.127 представлено у таблиці 2.2.

Креслення двох варіантів виготовлення заготовки представлено на рис. 2.1 (лиття під тиском у прес-форму) та на рис. 2.2 (лиття в кокіль).

Таблиця 2.2 – Дані про припуски деталі “Корпус” 09.127

Оброблювана поверхня	Параметр шорсткості	Допуск заготовки, мм.	Загальний припуск, мм.	Розмір заготовки з граничним відхиленням
1) лиття під тиском у прес-форму				
120h14	Rz 50	0,8	1,0	121±0,4
2) лиття в кокіль				
120h14	Rz 200	1,2	1,6	121,6 ± 0,6

Для визначення маси заготовки додавали маси припусків та до маси готової деталі:

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

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

де $\rho = 2,6 \text{ г/см}^3$.

Розраховуємо 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 за номінальними розмірами, мм.

Для лиття під тиском у прес-форму:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (116^2 - 110,38^2) \cdot 1}{4} = 998,72 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (162^2 - 156^2) \cdot 1}{4} = 1497,78 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot 15^2 \cdot 2}{4} = 353 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 2}{4} = 157 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 18}{4} 3 = 1059 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр6}} = \frac{\pi \cdot 14^2 \cdot 3,5}{4} = 538,51 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр7}} = \frac{\pi \cdot 18^2 \cdot 1}{4} = 254,34 \text{ мм}^3.$$

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

$$V_{\text{пр1}} = 998,72 + 1497,78 + 353 + 157 + 1059 + 538,51 + 254,34 = 4858,35 \text{ мм}^3 = 4,86 \text{ см}^3.$$

Для лиття в кокіль:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (116^2 - 112,6^2) \cdot 1,6}{4} = 976,213 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (162^2 - 156^2) \cdot 1,6}{4} = 2396,448 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot 15^2 \cdot 2}{4} = 353 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 2}{4} 4 = 157 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 18}{4} 3 = 1059 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр6}} = \frac{\pi \cdot 14^2 \cdot 3,5}{4} = 538,51 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр7}} = \frac{\pi \cdot 18^2 \cdot 1}{4} = 254,34 \text{ мм}^3.$$

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

$$V_{\text{пр2}} = 976,213 + 2396,448 + 353 + 157 + 1059 + 538,51 + 254,34 = 5734,51 \text{ мм}^3 = 5,74 \text{ см}^3.$$

Визначаємо масу припуску:

– для під тиском у прес-форму:

$$m_{\text{пр1}} = 4,86 \cdot 2,6 = 12,636 \text{ г} \approx 0,013 \text{ кг.}$$

– для лиття в кокіль:

$$m_{\text{пр2}} = 5,74 \cdot 2,6 = 14,924 \text{ г} \approx 0,015 \text{ кг.}$$

Визначаємо масу заготовок:

– для під тиском у прес-форму:

$$Q_1 = 0,45 + 0,013 = 0,463 \text{ кг.}$$

– для лиття в кокіль:

$$Q_2 = 0,45 + 0,015 = 0,465 \text{ кг.}$$

Оскільки товщина стінки під час литва в кокіль більша на 1 мм, ніж для литва під тиском і складає 3 мм, то вага заготовки для литва в кокіль зростає на 50%. Тобто $Q_2 = 0,465 + \frac{0,45 \cdot 50}{100} = 0,69 \text{ кг.}$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в}} = \frac{q}{Q}, \quad (2.12)$$

– для під тиском у прес-форму:

$$K_{\text{в.м.1}} = \frac{0,45}{0,463} = 0,97;$$

– для лиття в кокіль:

$$K_{\text{в.м.2}} = \frac{0,45}{0,69} = 0,65.$$

Отже, коефіцієнт використання матеріалу для лиття під тиском у прес-форму є вищим ніж для лиття в кокіль, тому для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 09.127 вибираємо лиття під тиском у прес-форму.

2.3. Вибір технологічних баз

Для механічного оброблення поверхонь деталі “Корпус” 09.127 використовуються як чорнові так і чистові бази. На першій операції здійснюється оброблення торця 1, який є базою на наступних операціях. Також при базуванні використовується внутрішні конічна поверхня, що одержується литвом під тиском.

На першій операції як базові поверхні використовуються зовнішня конусна поверхня та необроблений торець із затиском у цанзі.

На другій та четвертій операціях як базові поверхні використовуються торцева поверхня 1, внутрішня конусна поверхня та внутрішня плоска впадина із пневмозатиском.

На третій операції як базові поверхні використовуються необроблений торець, отвір 4 та отвір 14 з пневмозатиском.

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

Для проектування технологічного процесу механічного оброблення деталі “Корпус” 09.127 розроблено два варіанти оброблення поверхонь. Базуючись на цих варіантах, сформовано остаточний маршрут, що забезпечує параметри якості оброблених поверхонь із мінімальними переходами, використанням агрегатних верстатів-напівавтоматів та принципу концентрації операцій.

Варіанти оброблення поверхонь деталі “Корпус” 09.127 представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Варіанти оброблення поверхонь деталі “Корпус” 09.127

№ 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 120h14 _(-0,87)	14	Ra12,5	Напівчистове точіння поперечною подачею	—
2	Внутрішня циліндрична поверхня Ø14H14 ^(+0,43) ; l=3,5;	14	Ra12,5	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
3	Внутрішня циліндрична поверхня Ø16H14 ^(+0,43) ; l=1;	14	Ra 12,5	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
4	Внутрішня циліндрична поверхня Ø15H7 ^(+0,018) ; l=2;	7	Ra 1,6	Свердління по кондуктору Зенкерування Розвертання чорнове Розвертання чистове	Центрування Свердління Зенкерування Розвертання чорнове Розвертання чистове
5, 6, 7	Три глухих отвори Ø4,95H12 ^(+0,12) під різь М6-7H; l=16; Ø108±0,3; 120°±30'	12	Ra12,5	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
8, 9, 10	Три внутрішні фаски 1×45°	14	Ra12,5	Утворюється при свердлінні комбінованим свердлом	Зенкування

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
11, 12, 13	Три глухих різьбових отвори М6-7Н; 13max; $\varnothing 136 \pm 0,5$; $120^\circ \pm 30'$	12	Ra6,3	Нарізання різьби мітчиком	—
14, 15	Два наскрізні отвори $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$; l=2; $\varnothing 31 \pm 0,3$	14	Ra12,5	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
16, 17	Два наскрізні отвори $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$; l=2; $34 \pm 0,3$	14	Ra12,5	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління

Із варіантів оброблення поверхонь деталі сформовано операційну технологію, що відповідає великосерійному типу виробництва. Для закріплення деталі при підрізанні торця на токарно-револьверній операції застосовується спеціальний цанговий патрон, що збільшує площу контакту між затискними елементами та заготовкою та зменшує величину її деформування. Для свердління малих отворів та нарізання в них різьби використовуються агрегатні верстати з поворотним столом, багатоінструментальними наладками та багатошпindelними насадками. Для свердління малих отворів із фасками використовуються комбіновані свердла із швидкоріжучої сталі.

005 Токарно-револьверна операція

Підрізати остаточно торець 1, витримуючи розмір $120_{-0,87}$.

Перевірити розмір $120_{-0,87}$. Контроль 30%.

010. Агрегатна

1. Встановити заготовку, закріпити.

2. Свердлити отвір 4 по кондуктору, витримуючи розмір $\varnothing 14^{+0,18}$.

3. Зенкерувати отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 14,86^{+0,07}$.

4. Розвернути попередньо отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 14,961^{+0,027}$.

5. Розвернути остаточно отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 15^{+0,018}$.

6. Свердлити одночасно два отвори 14, 15 з двохшпindelьної свердлильної головки по кондуктору, витримуючи розміри $\varnothing 5^{+0,3}$; $l=2$; $\varnothing 31 \pm 0,3$.

7. Свердлити одночасно два отвори 16, 17 з двохшпindelьної свердлильної головки по кондуктору, витримуючи розміри $\varnothing 5^{+0,3}$; $l=2$; $34 \pm 0,3$.

8. Розкріпити деталь, зняти.

9. Перевірити розміри: $\varnothing 15^{+0,018}$; $\varnothing 5^{+0,3}$; $l=2$; $\varnothing 31 \pm 0,3$; $34 \pm 0,3$.

Контроль 30%.

015 Агрегатна

1. Свердлити одночасно три отвори 5, 6, 7 з одночасним формуванням трьох фасок 8, 9, 10 з трьохшпindelьної свердлильної головки по кондуктору, витримуючи розміри $\varnothing 4,95H12(^{+0,12})$ під різь М6-7Н; $l=16$; $\varnothing 136 \pm 0,5$; $120^\circ \pm 30'$; $1 \times 45^\circ$.

2. Нарізати різьбу одночасно в трьох отворах 11, 12, 13 з трьохшпindelьної різьнарізної головки, витримуючи розміри М6-7Н; $13_{\max}$; $\varnothing 136 \pm 0,5$; $120^\circ \pm 30'$.

020. Вертикально-свердлильна

1. Свердлити два отвори 2 і 3 комбінованим свердлом по кондуктору, витримуючи розміри $\varnothing 14^{+0,43}$; $l=3,5$; $\varnothing 16^{+0,43}$; $l=1$.

Операція 025 Контроль.

2.5. Визначення припусків на оброблення

Використовуючи табличний та аналітично-розрахунковий методи, визначено припуски механічного оброблення деталі “Корпус” 09.127 у розробленому технологічному процесі. Результати розрахунків представлено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Припуски оброблення деталі “Корпус” 09.127

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 120h14(-0,87), Ra12,5					
Напівчистове точіння поперечною подачею	14	Ra12,5	0,87	1,0	120 _{-0,87}
Заготовка	шостий клас	Rz 50	0,8	—	121±0,4
Внутрішня циліндрична поверхня Ø14H14(+0,43); Ra12,5					
Свердління по кондуктору	14	Ra12,5	0,43	7,0 × 2 = 14,0	Ø14 ^{+0,43}
Заготовка	шостий клас	Rz 50	—	—	Суцільний матеріал
Внутрішня циліндрична поверхня Ø4,95H12(+0,12); Ra12,5					
Свердління по кондуктору	14	Ra12,5	0,12	2,475 × 2 = 4,95,0	Ø4,95 ^{+0,12}
Заготовка	шостий клас	Rz 50	—	—	Суцільний матеріал
Внутрішня циліндрична поверхня Ø5H14(+0,3); Ra12,5					
Свердління по кондуктору	14	Ra12,5	0,3	2,5 × 2 = 5,0	Ø5 ^{+0,3}
Заготовка	шостий клас	Rz 50	—	—	Суцільний матеріал
Внутрішня циліндрична поверхня Ø15H7(+0,018); l=2; Ra1,6					
Розвертання чистове	7	Ra1,6	0,018	0,0195 × 2 = 0,039	Ø15 ^{+0,018}
Розвертання попереднє	8	Ra3,2	0,027	0,0505 × 2 = 0,101	Ø14,961 ^{+0,027}
Зенкерування	9	Ra6,3	0,07	0,43 × 2 = 0,86	Ø14,86 ^{+0,07}
Свердління	12	Ra12,5	0,18	7 × 2 = 14	Ø14 ^{+0,18}
Заготовка	шостий клас	Rz 50	—	7,5 × 2 = 15,0	Суцільний матеріал

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання оброблення деталі “Корпус” 09.127 проведено для 010 агрегатної операції.

Операція 010 Агрегатна

1. Глибини різання на всіх позиціях агрегатного верстата:

Позиція 2: $t_2 = 7,0$ мм.

Позиція 3: $t_3 = 0,43$ мм.

Позиція 4: $t_4 = 0,0505$ мм.

Позиція 5: $t_5 = 0,0195$ мм.

Позиція 6: $t_6 = 2,5$ мм.

Позиція 7: $t_7 = 2,5$ мм.

2. Довжина робочого ходу на всіх позиціях [14]:

$$L_{p.x.} = l_{різ.} + l_{підв.} + l_{вріз.} + l_{перебігу} + l_{дод.}, \quad (2.13)$$

Позиція 2: $l_{різ.2} = 2$ мм; $l_{підв, вріз.,пер.2} = 6$ мм;

$$L_{p.x. 2} = 2 + 6 = 8 \text{ мм.}$$

Позиція 3: $l_{різ. 3} = 2$ мм; $l_{підв, вріз.,пер.3} = 3$ мм;

$$L_{p.x. 3} = 2 + 3 = 5 \text{ мм.}$$

Позиція 4: $l_{різ. 4} = 2$ мм; $l_{підв, вріз.,пер.4} = 15$ мм.

$$L_{p.x. 4} = 2 + 15 = 17 \text{ мм.}$$

Позиція 5: $l_{різ. 5} = 2$ мм; $l_{підв, вріз.,пер.5} = 15$ мм.

$$L_{p.x. 5} = 2 + 15 = 17 \text{ мм.}$$

Позиція 6: $l_{різ. 6} = 2$ мм; $l_{підв, вріз., перебігу 6} = 3$ мм.

$$L_{p.x. 6} = 2 + 3 = 5 \text{ мм.}$$

Позиція 7: $l_{різ. 7} = 2$ мм; $l_{підв, вріз., перебігу 7} = 3$ мм.

$$L_{p.x. 7} = 2 + 3 = 5 \text{ мм.}$$

Аналізуючи вище проведені розрахунки, вибираємо найбільше значення робочого ходу силової головки $L_{p.x. 3,4} = 17$ мм.

3. Подача інструментів на всіх позиціях:

Позиція 2: $S_{02} = 0,35$ мм/об.

Позиція 3: $S_{03} = 0,4$ мм/об.

Позиція 4: $S_{04} = 0,6$ мм/об.

Позиція 5: $S_{05} = 0,5$ мм/об.

Позиція 6: $S_{06} = 0,3$ мм/об.

Позиція 7: $S_{07} = 0,3$ мм/об.

4. Період стійкості інструментів [14]:

$$T_p = T_M \cdot \lambda, \quad (2.14)$$

де $T_M = 150$ хв. (8 інструментів в наладці);

λ – коефіцієнт часу різання.

Коефіцієнт часу різання:

$$\lambda = \frac{L_{\text{різ.}}}{L_{\text{р.х.}}}, \quad (2.15)$$

$$\lambda_2 = \frac{2}{8} = 0,25;$$

$$\lambda_3 = \frac{2}{5} = 0,4;$$

$$\lambda_4 = \frac{2}{17} = 0,12;$$

$$\lambda_5 = \frac{2}{17} = 0,12;$$

$$\lambda_6 = \frac{2}{5} = 0,4;$$

$$\lambda_7 = \frac{2}{5} = 0,4.$$

Тоді стійкість інструментів за формулою (2.14):

$$T_{p2} = 150 \cdot 0,25 = 37,5 \text{ хв};$$

$$T_{p3} = 150 \cdot 0,4 = 60 \text{ хв.};$$

$$T_{p4} = 150 \cdot 0,12 = 18 \text{ хв.}$$

$$T_{p5} = 150 \cdot 0,12 = 18 \text{ хв.}$$

$$T_{p6} = 150 \cdot 0,4 = 60 \text{ хв.}$$

$$T_{p7} = 150 \cdot 0,4 = 60 \text{ хв.}$$

5. Швидкість різання.

Позиція 2 [14]:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3. \quad (2.16)$$

Де $V_{T2} = 43 \text{ м/хв. [14]}$;

$K_1 = 1,0$ для сплаву АК12;

$K_2 = 1,0$ при стійкості інструмента 60 хв;

$K_3 = 1,0$ при відношенні довжини до діаметру до 5 [10];

$$V_2 = 43 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 43 \text{ м/хв.}$$

Позиція 3:

$V_{T3} = 53 \text{ м/хв. [14]}$;

$K_1 = 1,0$ для сплаву АК12;

$K_2 = 1,0$ при стійкості інструмента 60 хв;

$K_3 = 1,0$ при відношенні довжини до діаметру до 5;

$$V_3 = 53 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 53 \text{ м/хв.}$$

Позиція 4:

$$V_4 = 15 \text{ м/хв.}$$

Позиція 5:

$$V_5 = 8 \text{ м/хв.}$$

Позиція 6:

$$V_2 = 42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 42 \text{ м/хв.}$$

Позиція 7:

$$V_2 = 42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 42 \text{ м/хв.}$$

6. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1} \quad (2.17)$$

Позиція 2:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 43}{\pi \cdot 14} = 978 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д2\max} = 1000 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 3:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 53}{\pi \cdot 14,86} = 1136 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д3} = 1140 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 4:

$$n_4 = \frac{1000 \cdot 15}{\pi \cdot 15} = 318 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д4} = 320 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 5:

$$n_5 = \frac{1000 \cdot 8}{\pi \cdot 15} = 157 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д5} = 160 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 6:

$$n_6 = \frac{1000 \cdot 42}{\pi \cdot 5} = 2675 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д6\max} = 2000 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 7:

$$n_7 = \frac{1000 \cdot 42}{\pi \cdot 5} = 2675 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д7\max} = 2000 \text{ хв}^{-1}$.

7. Хвилинна подача інструментів:

$$S_M = S_o \cdot n, \quad (2.18)$$

Позиція 2:

$$S_{m2} = 0,35 \cdot 1000 = 350 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 3:

$$S_{m3} = 0,4 \cdot 1140 = 456 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 4:

$$S_{m4} = 0,6 \cdot 320 = 192 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 5:

$$S_{m5} = 0,5 \cdot 160 = 80 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 6:

$$S_{m6} = 0,3 \cdot 2000 = 600 \text{ мм/хв.}$$

Позиція 7:

$$S_{m7} = 0,3 \cdot 2000 = 600 \text{ мм/хв.}$$

Приймаємо хвилинну подачу силової головки за найменшим розрахованим значенням, тобто по $S_{m5} = 80 \text{ мм/хв.}$

8. Коректуємо частоту обертання інструментів відповідно до хвилинної подачі S_{m5} :

$$n = \frac{S_{m5}}{S_o}, \text{ хв}^{-1} \quad (2.19)$$

Позиція 2:

$$n_2 = \frac{80}{0,35} = 228 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д2} = 230 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 3:

$$n_3 = \frac{80}{0,4} = 200 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д3} = 200 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 4:

$$n_4 = \frac{80}{0,6} = 133 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д4} = 135 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 5:

$$n_5 = \frac{80}{0,5} = 160 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д5} = 160 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 6:

$$n_6 = \frac{80}{0,3} = 267 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д6} = 270 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція 7:

$$n_7 = \frac{80}{0,3} = 267 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{д7} = 270 \text{ хв}^{-1}$.

9. Осьове зусилля для кожної силової головки:

Позиція 2 [14]:

$$P_o = P_{\text{табл.}} \cdot K_p, \quad (2.20)$$

де $P_{\text{табл.1}} = 658,56 \text{ Н}$;

$K_p = 1,0$ для сплаву АК12.

$$P_{o2} = 658,56 \cdot 1,0 = 658,56 \text{ Н}.$$

Позиція 3:

$P_{\text{табл.3}} = 240 \text{ Н}$;

$K_p = 1,0$ – для сплаву АК12.

$$P_{o3} = 240 \cdot 1,0 = 2600 \text{ Н}.$$

Позиція 4: на даній позиції визначаємо крутний момент різання [14]:

$$M_{\text{кр}} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100}, \quad (2.21)$$

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

$t = 0,0505 \text{ мм}$;

$S_z = S / z = 0,6 / 8 = 0,075 \text{ мм/зуб}$ – подача на зуб;

$$z = 8;$$

$$D = 14,961 \text{ мм};$$

$$M_{\text{кр4}} = \frac{40 \cdot 0,0505^{1,0} \cdot 0,075^{0,75} \cdot 14,961 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 0,02 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Позиція 5: на даній позиції визначаємо крутний момент за формулою (2.21):

$$C_p = 40; x = 1,0 C = 0,75 ;$$

$$t = 0,0195 \text{ мм};$$

$$S_z = S / z = 0,5 / 8 = 0,0625 \text{ мм/зуб} - \text{подача на зуб};$$

$$z = 8;$$

$$D = 15 \text{ мм};$$

$$M_{\text{кр4}} = \frac{40 \cdot 0,0195^{1,0} \cdot 0,0625^{0,75} \cdot 15 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 0,06 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Позиція 6: визначаємо осьове зусилля, враховуючи два свердла в наладці:

$$P_{\text{табл.}} = 750 \text{ Н};$$

$$P_{\text{об}} = 750 \cdot 2 = 1500 \text{ Н}.$$

Позиція 7: визначаємо осьове зусилля, враховуючи два свердла в наладці:

$$P_{\text{табл.}} = 750 \text{ Н};$$

$$P_{\text{об}} = 750 \cdot 2 = 1500 \text{ Н}.$$

11. Потужність різання на всіх позиціях [14]:

$$N_{\text{різ}} = N_{\text{табл.}} K_N \cdot \frac{n}{1000}, \quad (2.22)$$

$$\text{Позиція 2: } N_{\text{табл.2}} = 1,6 \text{ кВт}.$$

$$N_{\text{різ2}} = 1,6 \cdot 1,0 \cdot \frac{230}{1000} = 0,37 \text{ кВт}.$$

$$\text{Позиція 3: } N_{\text{табл.3}} = 0,36 \text{ кВт}.$$

$$N_{\text{різ3}} = 0,36 \cdot 1,0 \cdot \frac{200}{1000} = 0,072 \text{ кВт}.$$

Позиція 4 [14]:

$$N_{\text{різ}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \text{ кВт} \quad (2.23)$$

$$N_{\text{різ4}} = \frac{0,02 \cdot 135}{9750} = 0,01 \text{ кВт}.$$

Позиція 5 (2.23):

$$N_{\text{різ5}} = \frac{0,06 \cdot 160}{9750} = 0,01 \text{ кВт}.$$

Позиція 6 (2.22):

$$N_{\text{табл.6}} = 0,21 \text{ кВт}.$$

$$N_{\text{різ6}} = 2,0 \cdot 0,21 \cdot 1,0 \cdot \frac{270}{1000} = 0,12 \text{ кВт}.$$

Позиція 7: $N_{\text{табл.7}} = 0,21 \text{ кВт}.$

$$N_{\text{різ7}} = 2,0 \cdot 0,21 \cdot 1,0 \cdot \frac{270}{1000} = 0,12 \text{ кВт}.$$

12. Сумарна потужність агрегатного верстата:

$$N_{\Sigma} = \frac{\sum N_{\text{різ.i}}}{\eta}, \quad (2.24)$$

де $\eta = 0,75$ – коефіцієнт корисної дії верстата.

$$N_{\Sigma} = \frac{0,37 + 0,072 + 0,01 + 0,01 + 0,12 + 0,12}{0,75} = \frac{0,702}{0,75} = 0,94 \text{ кВт}.$$

13. Основний час на кожній позиції:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}} \cdot i}{S_o \cdot n}, \quad (2.25)$$

Позиція 2:

$$T_{o2} = \frac{8 \cdot 1}{0,35 \cdot 230} = 0,1 \text{ хв}.$$

Позиція 3:

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розвернути попередньо отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 14,961^{+0,027}$	0,0505	17	1	18	0,6	135	21,5	80	0,21	0,01
Позиція 5										
Розвернути остаточно отвір 4, витримуючи розмір $\varnothing 15^{+0,018}$	0,0195	17	1	118	0,5	160	20,7	80	0,213	0,01
Позиція 6										
Свердлити одночасно два отвори 14, 15 з двохшпindelної свердлильної головки по кондуктору, витримуючи розміри $\varnothing 5^{+0,3}$; $l=2$; $\varnothing 31 \pm 0,3$	2,5	5	1	60	0,3	270	3	80	0,062	0,12
Позиція 7										
Свердлити одночасно два отвори 16, 17 з двохшпindelної свердлильної головки по кондуктору, витримуючи розміри $\varnothing 5^{+0,3}$; $l=2$; $34 \pm 0,3$	2,5	5	1	60	0,3	270	3	80	0,062	0,12
Операція 015. Агрегатна										
Позиція 2										
Свердлити одночасно три отвори 5, 6, 7 з одночасним формуванням трьох фасок 8, 9, 10 з трьохшпindelної свердлильної головки по кондуктору, витримуючи розміри $\varnothing 4,95H12^{(+0,12)}$ під різь М6-7Н; $l=16$; $1 \times 45^\circ$	2,5	19	1	150	0,34	600	9,42	206	0,092	0,12

Закінчення таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позиція 3										
Нарізати різьбу одночасно в трьох отворах 11, 12, 13 з трьох-шпіндельної різенарізної головки, витримуючи розміри М6-7Н; 13max; $\varnothing 136 \pm 0,5$; $120^\circ \pm 30'$	0,54	24	1	91,2	1,0	206	3,9	206	0,12	0,05
Операція 020. Вертикально-свердлильна										
Позиція 2										
Свердлити два отвори 2 і 3 комбінованим свердлом по кондуктору, витримуючи розміри $\varnothing 14^{+0,43}$; $l=3,5$; $\varnothing 16^{+0,43}$; $l=1$	7,0 1,0	11	1	60	0,35	860	43	301	0,04	0,6

Розрахунок технічних норм часу проведено детально для 010 агрегатної операції, а для решти трьох операцій – за табличними даними.

Штучний час роботи агрегатного верстата:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{ц}} + T_{\text{доп.}} + T_{\text{тех.обсл.}} + T_{\text{орг.обсл.}} + T_{\text{відп.}}, \quad (2.26)$$

Час циклу агрегатного верстата:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{р.х.}} + t_{\text{х.х.}}, \quad (2.27)$$

де $t_{\text{р.х.}}$ – час на виконання робочого ходу;

$t_{\text{х.х.}}$ – час прискорених переміщень.

Час робочого ходу дорівнює основному часу лімітованої позиції 5
 $t_p = 0,213 \text{ хв.} = 12,78 \text{ с.}$

Час прискорених переміщень дорівнює сумі часу швидкого ходу 5 с. та часу повороту стола 2,2 с. за паспортними даними.

$$t_{x.x.} = 5 + 2,2 = 7,2 \text{ с} = 0,12 \text{ хв.}$$

Час циклу верстата:

$$T_{ц010} = 12,78 + 7,2 = 19,98 \text{ с} = 0,333 \text{ хв.}$$

Час на допоміжні переходи:

– час на встановлення та зняття деталі в пристосуванні: $t_{вст.зн.} = 0,07 \text{ хв.}$ [1];

– час на вимірювання:

$\varnothing 14^{+0,18}$; $\varnothing 14,86^{+0,07}$; $\varnothing 31 \pm 0,3$; $34 \pm 0,3$ – вимірювання штангенциркулем –
 $t_{вим.1} = 0,12 \cdot 4 = 0,48 \text{ хв.}$ [1].

$\varnothing 5^{+0,26}$ – вимірювання калібром-пробкою двостороннім двоохграничним –
 $t_{вим.2} = 0,06 \cdot 4 = 0,24 \text{ хв.}$ [1].

$\varnothing 15^{+0,018}$ – час на вимірювання калібром-пробкою двостороннім двоохграничним –
 $t_{вим.3} = 0,06 \text{ хв.}$ [1].

Сумарний час на вимірювання:

$$T_{доп.вим.} = 0,48 + 0,24 + 0,06 = 0,78 \text{ хв.}$$

Час на вимірювання при 30%-му контролі:

$$T_{доп.вим.дійсн.} = T_{доп.вим.} \cdot 0,3 = 0,78 \cdot 0,3 = 0,234 \text{ хв.}$$

Отже, допоміжний час на вимірювання $T_{доп.вим.дійсн.} = 0,234 \text{ хв.}$ є меншим за час робочого циклу верстата $T_{ц} = 0,333 \text{ хв.}$ Тому цей час не враховується при розрахунку штучного часу.

Час на технічне обслуговування [1]:

$$T_{тех.обсл.} = t_p \cdot 2\% = 0,213 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ хв.}$$

Час на організаційне обслуговування [1]:

$$T_{орг.обсл.} = T_{ц} \cdot 2,4\% = 0,333 \cdot 0,024 = 0,008 \text{ хв.}$$

Час на особисті потреби [1]:

$$T_{відп.} = T_{ц} \cdot 6\% = 0,333 \cdot 0,06 = 0,02 \text{ хв.}$$

Штучний час роботи агрегатного верстата (2.26):

$$T_{\text{шт.010}} = 0,333 + 0,01 + 0,004 + 0,008 + 0,02 = 0,375 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт.}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (2.29)$$

де $n = 1029$ шт.

$T_{\text{п.з.}} = 47,3$ хв.

$$T_{\text{шт.к010}} = 0,375 + \frac{47,3}{1029} = 0,421 \text{ хв.}$$

005 Токарно-револьверна операція.

Основний час: $T_{005} = 0,06$ хв.

Штучний час [1]:

$$T_{\text{шт.}} = \Psi_{\text{к}} \cdot T_{\text{о}}, \quad (2.30)$$

$$T_{\text{шт.005}} = 1,35 \cdot 0,06 = 0,082 \text{ хв.}$$

015 Агрегатна операція.

Основний час: $T_{015} = 0,212$ хв.

Штучний час (2.30):

$$T_{\text{шт015}} = 1,97 \cdot 0,212 = 0,42 \text{ хв.}$$

020 Вертикально-свердлильна операція.

Основний час: $T_{020} = 0,04$ хв.

Штучний час (2.30):

$$T_{\text{шт.к020}} = 1,3 \cdot 0,04 = 0,052 \text{ хв.}$$

У таблиці 2.7 представлено результати розрахунку норм часу.

Таблиця 2.7 – Технічні норми часу виготовлення деталі “Корпус” 09.127

Номер та назва операції	T _о , хв	Допоміжний час, T _д хв			Час швидких переміщень, хв	Час циклу верстата, T _ц хв	Час обслуго- вування, 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 Токарно- револьверна	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1029	0,082
010 Агрегатна	0,213	0,07	0,01	0,234	0,12	0,333	0,004	0,008	0,02	0,375	47,3		0,421
015 Агрегатна	0,212	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,42
020 Вертикаль- но- свердлильна	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,052

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі

Для механічного оброблення осьовими інструментами отворів деталі “Корпус” 09.127 на 010 агрегатній операції розроблено та виконано складальне креслення спеціального затискного пристрою, який встановлюють на поворотному столі агрегатного верстата. Кількість таких пристроїв на верстаті дорівнює кількості позицій у технологічній наладці, тобто семи. Така схема дозволяє значно підвищити продуктивність праці та зменшити кількість обладнання за рахунок одночасного оброблення шести деталей.

Розроблений пристрій призначений для базування та закріплення деталі при обробленні отвору $\varnothing 15^{+0,018}$ за декілька переходів та чотирьох отворів $\varnothing 5^{+0,3}$.

Деталь базують пристосуванні по внутрішній конічній поверхні $\varnothing 110\text{мм}$ та по торцю 120 мм на базу поз. 27, орієнтація деталі виконується по внутрішньому пазу 22мм за допомогою призматичної вставки поз. 19.

Затиск деталі виконують передачею зусилля штоком від пневмоциліндра через клино-плунжерний механізм, два важелі, два прихвати до поверхні деталі. Клин 16 переміщує плунжери 17, які через регулювальні гвинти 46 повертають важелі 21 навколо осей 29, при цьому прихвати 27 передають зусилля деталі, затискаючи її у пристрої. Замикання усіх механізмів та повернення у вихідне положення виконується пружиною розтягу 24. Креслення пристрою представлено у графічній частині.

Похибка встановлення заготовки деталі “Корпус” 09.127 у пристрої знаходимо за формулою [15]:

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

Необхідна точність встановлення заготовки у пристрої буде забезпечена, якщо похибка встановлення заготовки буде меншою за допуск розмірів деталі, які досягають при обробленні [15]:

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

Точність взаємного розміщення отворів $\varnothing 5$ мм визначається точністю переміщення робочих елементів агрегатного верстата, точністю багатошпіндельних свердлильних головок і кондукторів а також величиною деформації інструментів. Допуск на розміщення отворів знаходиться в межах 0,6 мм.

При здійсненні аналізу конструкції пристосування, схеми базування деталі по конусній поверхні та особливостей його виготовлення визначено, що похибка базування $\Delta \varepsilon_{61}$ визначається як максимальний зазор між конусними поверхнями бази 27 та корпусу. Цей зазор одержується в результаті припасування бази 27 по конусному отвору корпусу і дорівнює максимальному значенню 0,2 мм. Тоді похибка базування становить $\Delta \varepsilon_{61}=0,2$ мм.

Похибка закріплення при торцевому затиску заготовки $\Delta_3 = 120$ мкм.

Похибка пристосування $\Delta_{\pi} = 25$ мкм.

Розраховуємо похибку встановлення заготовки деталі “Корпус” 09.127 у пристрої:

$$\Delta \varepsilon_1 = \sqrt{0,2^2 + 0,12^2 + 0,025^2} = 0,235 \text{ мм.}$$

Визначаємо допустиму похибку при свердлінні чотирьох отворів $\varnothing 5H14^{(+0,3)}$; $\varnothing 31 \pm 0,3$:

$$\Delta \varepsilon_{10} = \delta_{\min}, \quad (3.3)$$

де $\delta_{\min}$ – допуск розміру розташування отворів, $\delta = 0,6$ мм.

Перевіряємо виконання умови (3.2):

$$0,235 \text{ мм} < 0,6 \text{ мм}.$$

Отже, необхідна точність встановлення заготовки у пристрої буде

забезпечена.

3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі

Розрахунок силових параметрів при затиску заготовки деталі “Корпус” 09.127 проведемо для свердління отвору $\varnothing 14$ мм на 010 агрегатній операції із виникненням найбільших значень моменту різання свердлом. На інших позиціях верстата виникають менші навантаження.

На рис. 3.1 зображено розрахункову схему, яку використано для розрахунку силових параметрів при затиску заготовки та свердлінні отвору.

Заготовка базується на конічній базі. Затиск заготовки здійснюється двома прихватами з приводом від одного пневмоциліндра через клин, два плунжери та два важелі. При взаємодії прихватів із заготовкою на кожному із них у місці контакту виникають сили затиску $P_{заті}$ заготовки, які можна визначити як сила тертя, а відповідно і моменти тертя між прихватом та заготовкою, та між базою пристрою та заготовкою із коефіцієнтом тертя $f_1=f_2=0,2$. На заготовку діє крутний момент $M_{різ}$ при здійсненні процесу різання свердлом, що може призвести до обертового руху заготовки навколо бази.

Рівняння рівноваги моментів відносно центральної осі симетрії заготовки та конічної бази:

$$P_{зат1} \cdot f_1 \cdot R + P_{зат2} \cdot f_1 \cdot R + \frac{2P_{зат} f_2 \cdot (R_2^3 - R_1^3)}{3(R_2^2 - R_1^2)} = K \cdot M_{різ} , \quad (3.4)$$

де R – радіус затиску заготовки. Із креслення одержано: $R = 77$ мм.

Момент різання при свердлінні отвору $\varnothing 14$ мм [14]:

$$M_{різ} = 10 \cdot C_M \cdot D_3^q \cdot S^y \cdot K_p , \quad (3.5)$$

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

Рисунок 3.1. - розрахункову схему, яку використано для розрахунку силових параметрів при затиску заготовки деталі “Корпус” 09.127

S – подача свердла, $S=0,35$ мм/об;

$D_3=14$ мм – діаметр свердла;

K_p – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки.

$$K_p = K_{mp}, K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22. [14].$$

Відповідно, момент різання $M_{кр}$, що виникає при свердлінні отвору $\varnothing 14$ мм:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 14^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 1,22 = 5,16 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Коефіцієнт запасу $K = 2,5$.

Оскільки $P_{зат1} = P_{зат2}$, сила затиску на одному прихваті:

$$P_{зат} = \frac{K \cdot M_{різ}}{2 \cdot f_1 \cdot R + 2f_2 \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3(R_2^2 - R_1^2)}}, \quad (3.6)$$
$$P_{зат} = \frac{2,5 \cdot 5160}{2 \cdot 0,2 \cdot 77 + 2 \cdot 0,2 \cdot \frac{81^3 - 55^3}{3(81^2 - 55^2)}} = 289,5 \text{ Н}.$$

Перевіряємо умову затиску заготовки:

$$P_{зат} \leq W, \quad (3.7)$$

де W – сила створена пристроєм при затиску заготовки.

На основі розрахункової схеми рис. 3.1, з врахуванням клинового та важельного механізмів, отримано формулу для визначення сили створеної пристроєм при затиску заготовки:

$$W = \left(\frac{F_1}{2 \operatorname{tg}(\beta + \varphi)} \frac{l_1}{l_2} - \frac{P_s l_3}{l_2} \right) \cdot \eta, \quad (3.8)$$

де $\beta = 10^\circ$ кут клина.

φ – кут тертя $\varphi = 11^\circ$;

l_1 – довжина нижньої частини важеля; $l_1 = 63$ мм;

l_2 – довжина верхньої частини важеля; $l_2 = 59$ мм;

l_3 – довжина частини важеля, до якої закріплено пружину; $l_3 = 112$ мм;

P_s – сила розтягу пружини; $P_s = 50$ Н.

η – ККД, $\eta = 0,9$.

F_1 – сила на штоці пневмоциліндра.

Сила на штоці пневмоциліндра [15]:

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

де $D_1 = 100$ мм діаметр циліндра;

Із формули (3.9) отримано:

$$F_1 = 0,785 \cdot 0,1^2 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 2826 \text{ Н.}$$

Тоді

$$W = \left(\frac{2826}{2 \operatorname{tg}(10 + 11)} \frac{63}{59} - \frac{50 \cdot 112}{59} \right) \cdot 0,9 = 3452 \text{ Н.}$$

Перевіряємо виконання умови (3.7): $P_{\text{зат}} = 289,5 \text{ Н} < W = 3452 \text{ Н}$. Оскільки умова (3.7) виконується, відповідно затиск заготовки деталі “Корпус” 09.127 буде забезпечено.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Інструкції з охорони праці на підприємстві: ключові вимоги та процедура розроблення

Інструкція з охорони праці є внутрішнім нормативним документом, що містить обов'язкові до виконання працівниками технічні та організаційні вимоги щодо безпечного виконання трудових функцій у межах визначеної професії або виду робіт. Вимоги цієї інструкції поширюються на робочі місця, виробничі зони, території підприємства, будівельні майданчики та інші об'єкти, де виконуються трудові обов'язки за дорученням роботодавця або уповноваженого ним органу.

Інструкції з охорони праці класифікуються на три категорії:

1. Інструкції, що базуються на державних міжгалузевих нормативно-правових актах з охорони праці.
2. Примірні інструкції.
3. Локальні інструкції, що розробляються безпосередньо на підприємстві.

Інструкції, розроблені на основі державних міжгалузевих нормативів, призначені для персоналу, задіяного у вибухонебезпечних роботах, експлуатації електроустановок, підйомно-транспортного обладнання, котельних агрегатів, обладнання, що працює під тиском, тощо. Їх затверджують органи державного нагляду за охороною праці, і вони є обов'язковими для всіх суб'єктів господарювання незалежно від форми власності чи відомчої належності.

Примірні інструкції затверджуються центральними органами виконавчої влади, галузевими асоціаціями, науково-виробничими об'єднаннями та іншими уповноваженими структурами. Їх погоджують з державними органами нагляду та Національним науково-дослідним інститутом охорони праці. Такі інструкції слугують шаблоном для розробки підприємницьких локальних інструкцій.

Локальні інструкції, що діють безпосередньо на підприємстві, є

нормативними актами внутрішнього рівня, адаптованими до специфіки технологічного процесу, умов виробництва та використовуваного обладнання. Вони створюються на основі чинних міжгалузевих, галузевих нормативів з охорони праці, примірних інструкцій, технічної документації (експлуатаційної, ремонтної), технологічних процесів та технічних регламентів підприємства. Такі інструкції затверджуються роботодавцем і є обов'язковими до виконання лише в межах конкретного виробничого середовища.

Кожна інструкція має індексацію (присвоєння унікального номеру) службою охорони праці підприємства. У заголовку чітко зазначається професійна категорія або вид робіт, для яких вона призначена, наприклад: «Інструкція з охорони праці для електрозварника» «Інструкція з охорони праці під час роботи з ручним електроінструментом»

Структурно інструкція повинна відповідати діючому законодавству України та нормативно-правовій базі з охорони праці (ДНАОП, ДСТУ, галузеві правила та стандарти). Вона має включати виключно ті вимоги, дотримання яких є безпосереднім обов'язком працівника. Порухення інструкції трактується як порушення трудової дисципліни та тягне за собою застосування заходів дисциплінарного впливу згідно з чинним трудовим законодавством.

Структурні розділи інструкції:

- Загальні положення;
- Вимоги безпеки до початку роботи;
- Вимоги безпеки під час виконання технологічних операцій;
- Вимоги безпеки після завершення робіт;
- Дії у разі аварійних або нестандартних ситуацій.

За потреби структура інструкції може бути доповнена додатковими розділами, відповідно до специфіки об'єкта або процесу.

Процедура розроблення та перегляду інструкцій:

Розробка (або оновлення) інструкцій здійснюється безпосередньо керівниками виробничих підрозділів (начальники цехів, дільниць, відділів, лабораторій), які несуть персональну відповідальність за актуальність і

своєчасність оновлення документації.

Перегляд інструкцій проводиться відповідно до вимог державних нормативів з охорони праці, не рідше одного разу на 5 років, а для робіт підвищеної небезпеки — не рідше одного разу на 3 роки.

Для нових виробничих потужностей, що вводяться в експлуатацію вперше, дозволяється розроблення тимчасових інструкцій, які діють до моменту прийняття виробництва державною приймальною комісією. Тимчасові інструкції затверджуються в порядку, установленому Положенням № 9.

Інструкція набирає чинності з дати її затвердження роботодавцем (якщо не передбачено інше розпорядчим документом), але має бути уведена в дію до початку експлуатації нового технологічного обладнання або процесу, і лише після проходження працівниками відповідного навчання та інструктажу.

Інструкції підлягають реєстрації службою охорони праці в Журналі реєстрації інструкцій, а їх видання (тиражування) здійснюється у вигляді брошур (для особистого користування працівників) або інформаційних листів/плакатів — для розміщення на робочих місцях.

Видача інструкцій керівникам структурних одиниць здійснюється службою охорони праці з обов'язковим записом у Журналі обліку видачі інструкцій.

4.2. Вимоги техніки безпеки під час експлуатації свердлильних та токарних верстатів

До виконання робіт на металооброблювальних верстатах (у т.ч. свердлильних, токарних, фрезерних) допускаються лише особи, які:

- пройшли обов'язковий попередній медичний огляд згідно з Переліком шкідливих виробничих факторів, що вимагають професійного добору;
- пройшли первинний інструктаж з охорони праці, спеціальну професійну підготовку, перевірку знань та отримали відповідне посвідчення

(допуск) на право самостійного виконання робіт;

- успішно пройшли стажування на робочому місці (тривалістю від 2 до 15 змін) під керівництвом призначеного наставника (майстра або кваліфікованого фахівця).

Самостійне виконання технологічних операцій дозволяється виключно в межах затвердженого виробничого завдання або оперативного наряду-допуску. Передоручення роботи іншим особам заборонене.

У зоні обслуговування верстатного обладнання заборонено перебування сторонніх осіб, що не мають відношення до технологічного процесу. Це виключає можливість несанкціонованого доступу до потенційно небезпечного обладнання.

Забороняється експлуатація металорізального обладнання у випадках:

- наявності технічних несправностей — у тому числі зняття або пошкодження захисних кожухів, несправності блокувальних та контрольних систем (індикаторів, вимикачів, обмежувачів);
- порушення цілісності заземлювального контуру;
- відсутності справної системи аварійної сигналізації;
- використання верстатів без стабілізуючих підпірних платформ (роликів опор) під час обробки довгомірних заготовок, які виходять за межі робочого стола;
- застосування зношеного, деформованого чи невідповідного інструменту та оснащення.

Виробниче обладнання (включно зі стелажми, тумбами, шафами тощо) має бути технічно справним, стійким, анкерованим у разі потреби, відповідати вимогам ергономіки та антропометрії.

Технічне обслуговування:

Операції з очищення, регулювання, змащення та дрібного ремонту верстатів дозволяється проводити виключно після повної зупинки обладнання та вимкнення електроживлення шляхом від'єднання від мережі або з використанням засобів блокування.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):

Під час роботи працівник повинен використовувати відповідні ЗІЗ — спецодяг, спецвзуття, захисні окуляри, протишумові навушники або беруші (при рівні шуму понад 85 дБА), захисні рукавиці, за потреби — респіратори або пиловловлюючі маски. Спецодяг має щільно прилягати до тіла без вільних або звисаючих елементів, що можуть потрапити у зону дії обертових частин верстата.

Обмеження до роботи:

Заборонено виконання робіт у стані алкогольного, наркотичного чи медикаментозного сп'яніння, при підвищеній втомі, нездужанні або психоемоційній нестабільності. Необхідно регулярно моніторити власне самопочуття під час зміни — при появі запаморочення, сонливості чи болю — слід припинити роботу та повідомити керівника.

Дотримання нормативів:

Обов'язковим є виконання вимог внутрішнього трудового розпорядку, положень колективного договору, інструкцій з охорони праці, а також правил пожежної безпеки. Категорично заборонено використання вогнегасників, гідрантів та інших протипожежних засобів не за призначенням.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

Фізичні фактори:

- обертові елементи шпинделів, патронів, супортів;
- рухомі вузли верстатів та заготовок;
- підвищений рівень запиленості (зокрема при свердлінні кольорових металів і сплавів);
- коливання мікрокліматичних параметрів: температура, вологість, швидкість руху повітря;
- високий рівень шуму (вище 80 дБА) та вібрації;
- електричний струм (при доторканні до оголених струмопровідних частин у разі порушення ізоляції);
- недостатній рівень освітлення (менше 300 лк), сліпуче освітлення,

контрастність.

Психофізіологічні фактори:

- стомлюючі пози (статичне м'язове напруження);
- монотонність технологічних операцій;
- зорове та слухове перенапруження;
- оперативна напруженість через потребу в точності,

відповідальності, швидкості реакції.

Перед початкові дії:

- Пройти цільовий інструктаж щодо методики безпечного виконання робіт;
- Підготувати робоче місце: звільнити зони проходу, перевірити відсутність розливів мастильних рідин, усунути сторонні предмети;
- Оглянути технічний стан дерев'яної протиковзкої решітки (при її наявності);
- Встановити та відрегулювати джерело світла на зону різального інструмента з лівого боку.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено, що деталь “Корпус” 09.127 застосовується як базовий елемент промислового світильника, що використовується для загального освітлення виробничих приміщень металургійної, видобувної промисловості, коксохімічних, цементних та інших підприємств і виготовляється із сплаву АК12.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі відповідає дрібносерійному типу виробництва. Річна програма випуску, що вказана у завданні, відповідає великосерійному типу виробництва.

Тому у проектному технологічному процесі запроваджено такі зміни: для виготовлення заготовки застосовується литво під тиском, що дозволяє одержувати тонкостінні ребра жорсткості та зменшувати кількість переходів механічного оброблення поверхонь; для закріплення деталі при підрізанні торця на токарно-револьверній операції застосовується спеціальний цанговий патрон, що збільшує площу контакту між затискними елементами та заготовкою та зменшує величину її деформування; для свердління малих отворів та нарізання в них різьби використовуються агрегатні верстати з поворотним столом, багатоінструментальними наладками та багатошпіндельними насадками; для свердління малих отворів із фасками використовуються комбіновані свердла із швидкоріжучої сталі.

Вдосконалення технологічного процесу дозволяють зменшити в 2,25 рази кількість операцій та підвищити продуктивність праці.

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. Паливода Ю. Є., Дячун А.Є. Дослідження технологічних процесів за допомогою методів математичної статистики та теорії ймовірності. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2022. 33 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. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Конструювання пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2015. 141 с.