

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
кришки УН 063.151

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

(шифр і назва спеціальності)

Мартинчук Н.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Комар Р.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

“Розроблення технологічного процесу механічного оброблення кришки УН 063.151” студента групи МП-41 Мартинчука Н.О. Керівник роботи - кандидат техн. наук, доцент Комар Р.В.

Мета роботи – вдосконалити базовий технологічний процес механічного оброблення кришки УН 063.151.

У першій частині, встановлено, що за кількісними та якісними показниками деталь “Кришка” УН 063.151 є технологічною. Проведено аналіз креслення та технічних вимог деталі. Базовий технологічний процес виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 за особливостями використання універсального обладнання без засобів автоматизації, оснащення, інструментів відповідає дрібносерійному типу виробництва.

Річна програма випуску 70000 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 вищий ніж для лиття в піщані форми, за металевими моделями, тому для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 вибрано литво під тиском.

Проведено вибір обладнання, інструментів, розраховано припуски, режими різання та технічні норми часу. Розроблено технологічний процес механічного оброблення кришки УН 063.151.

У третій частині для оброблення отворів деталі “Кришка” УН 063.151 одночасно із вертикальної та горизонтальної сторони осьовими інструментами на 010 агрегатній операції розроблено спеціальний затискний пристрій та виконано його складальне креслення.

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. Інструкція з охорони праці для персоналу, що обслуговує агрегатний верстат при виготовленні кришки.....	
4.2. Вентиляція виробничих приміщень: технічні вимоги та регламент безпечної експлуатації.....	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки	

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі здійснено технологічне проектування процесу механічного оброблення деталі “Кришка” УН 063.151 для умов великосерійного типу виробництва. Деталь застосовується як базовий та захисний елемент промислового прожектора із параболічним відбивачем, що використовується для освітлення будівель, споруд відкритих просторів різних галузей промисловості, сільського господарства, а також спортивних споруд. Деталь виготовляється із сплаву АК12.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 за особливостями використання універсального обладнання, оснастки без засобів автоматизації 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 доцільно застосовувати точні методи литва, зокрема, литво під тиском, із можливістю одержування тонкостінних ребр жорсткості та малих припусків на механічне оброблення; для свердління, розвертання отворів та нарізання різьби в отворах доцільно використати агрегатний верстат напівавтомат із багатоінструментальними наладками та багатошпиндельними насадками; для свердління малих отворів із фасками можна використати комбіновані свердла із швидкоріжучої сталі.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Кришка” УН 063.151 застосовується як базовий та захисний елемент промислового прожектора із параболічним відбивачем, що використовується для освітлення будівель, споруд відкритих просторів різних галузей промисловості, сільського господарства, а також спортивних споруд. Основне призначення деталі – це взаємне розміщення, захист та забезпечення швидкого доступу для обслуговування електричних компонентів прожектора.

Основними конструктивними елементами для виконання функціональних характеристик вказаної кришки є: зовнішня торцева поверхня $40h14_{(-0,62)}$; $Ra12,5$ призначена для контакту із площиною корпусу, з яким з'єднується кришка у робочому стані світильника, при цьому на цій поверхні по периметру виконано канавку шириною 5 мм і глибиною 7 мм на етапі виготовлення заготовки, у якій встановлюється ущільнююча стрічка. Два різьбових отвори $M8-7H$; $Ra6,3$, $68\pm0,1$ - для встановлення елементів фіксації кришки. Два пази $12H14^{(+0,36)}$; $Ra12,5$ – для встановлення обмежувальних та запобіжних елементів на кришці. Два отвори $\varnothing 8H14^{(+0,36)}$; $164\pm0,2$; $Ra12,5$ – для встановлення фланців, які забезпечують підвід та затиск кабелів. Різьбовий отвір $M4-7H$; $Ra6,3$, $52\pm0,2$ для приєднання проводу заземлення гвинтом. П'ять різьбових отворів $M6-7H$; $Ra6,3$, $164\pm0,2$, $98\pm0,2$, $60\pm0,2$ для встановлення пуско-регулюючого обладнання прожектора; два отвори $\varnothing 8H7^{(+0,015)}$, $55\pm0,1$, $Ra1,6$ - для встановлення датчика руху.

Інші поверхні, крім фасок на отворах, одержуються методом литва, не підлягають механічній обробці, визначають конструкцію кришки та забезпечують її жорсткість та зручність при експлуатації.

Деталь “Кришка” УН 063.151 за вихідними даними креслення виготовляється із сплаву АК12, основними елементами якого алюміній та кремній. Основними характеристиками сплаву АК12 при застосуванні його для

виготовлення кришки є його корозійна стійкість, відносно мала питома густина, хороші ливарні властивості. Кількість кремнію у цьому сплаві знаходиться межах 12%. У таблицях 1.1 та 1.2 детальніше 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

Для технологічного проектування операцій та оснащення процесу виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 проведено аналіз технічних вимог та якості поверхонь деталі, що піддаються механічній обробці. При цьому кожній із поверхонь присвоєно порядкові номери із зазначенням вимог до їх точності та шорсткості, що відображено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні вимоги та показників якості поверхонь деталі “Кришка” УН 063.151

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4
1	Отвір $\varnothing 3,3^{+0,14}$; $38 \pm 0,2$, $92 \pm 0,2$, $52 \pm 0,2$; $l=14$ під різьбу М4-7Н	12	Ra6,3
2, 3	Два пази 12Н14($^{+0,43}$), 3Н14($^{+0,3}$), R6	14	Ra12,5
4, 5	Два отвори $\varnothing 8$ Н14($^{+0,36}$); $164 \pm 0,2$	14	Ra12,5

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
6	Різьбовий отвір М4-7Н; l=10	12	Ra6,3
7, 8	Два отвори $\varnothing 6,7^{+0,2}$; l=12 під різьбу М8-7Н, 68±0,1	12	Ra6,3
9, 10	Два різьбових отвори М8-7Н; l=8	12	Ra6,3
11, 12	Два отвори $\varnothing 8H7(^{+0,015})$, 53±0,1	7	Ra1,6
13, 14, 15, 16, 17	П'ять різьбових отворів М6-7Н; l=8	12	Ra6,3
18	Торцева поверхня 40h14(_{-0,62})	14	Ra12,5
19, 20, 21, 22, 23	П'ять отворів $\varnothing 4,95^{+0,26}$; 164±0,2, 98±0,2, 60±0,2; l=12 під різьбу М6-7Н	12	Ra6,3
24, 25	Дві внутрішні фаски 1×45°	14	Ra12,5
26, 27, 28, 29, 30, 31	Шість внутрішніх фасок 1×45°	14	Ra12,5
32, 33	Дві внутрішні фаски 0,5×45°	14	Ra12,5

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Аналізуючи технологічність деталі “Кришка” УН 063.151, прийнято до уваги програму випуску 70000 шт., що за попередніми даними відповідає великосерійному типу виробництва. Крім цього враховано складність деталі, її габарити, вагу та матеріал.

Матеріал кришки сплав АК 12 має високу корозійну стійкість, відносно малу питому густину, хороші ливарні властивості. Відповідно кришка має корозійну стійкість до дії оточуючого середовища, малу вагу, забезпечує, герметичність прожектора при виготовленні заготовки литтям точними методами. Заготовки із вказаного матеріалу можна виготовляти різними методами литва.

Конструкція кришки дозволяє виконувати базування та закріплення

заготовки із безперешкодним доступом інструментів різних методів чорнового та чистового механічного оброблення. Жорсткість деталі підвищено за рахунок додавання шести ребер жорсткості, що дозволяє прикладати зусилля затиску заготовки пристроями із механічним приводом. Для забезпечення точності оброблення поверхонь деталі на першій операції доцільно обробити торцеву поверхню 18, що буде основною базою на усіх наступних операціях. Тому перша операція повинна включати оброблення торця 18 у розмір $40h14_{(-0,62)}$.

Для оброблення площини, пазів та отворів можливе використання стандартних інструментів, зокрема фрез, свердл, розверток та мітчиків, а також як обладнання можна використовувати напівавтомати.

Отже, за якісними показниками деталь “Кришка” УН 063.151 є технологічною.

Також проведено розрахунок технологічності деталі “Кришка” УН 063.151 за трьома кількісними показниками: коефіцієнтом точності, коефіцієнтом шорсткості та коефіцієнтом уніфікації, відповідно до відомих методик та даних із табл. 1.3.

Коефіцієнт точності обробки:

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

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 13 + 12 \cdot 18 + 7 \cdot 2}{33} = 12,49;$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{12,49} = 0,92.$$

При $K_{\text{т.ч.}} = 0,92 > 0,8$ деталь “Кришка” УН 063.151 є технологічною.

Коефіцієнт шорсткості:

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

$$B_{\text{cp}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{5 \cdot 2 + 4 \cdot 18 + 3 \cdot 13}{33} = 3,67,$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{3,67} = 0,27.$$

При $K_{\text{ш}} = 0,27 > 0,16$ деталь “Кришка” УН 063.151 є технологічною.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{\text{у.е.}} = \frac{N_{\text{у.е.}}}{N_{\text{е}}} = \frac{24}{33} = 0,73.$$

При $K_{\text{у.е.}} = 0,73 > 0,6$ деталь “Кришка” УН 063.151 є технологічною.

Враховуючи проведені розрахунки та критерії, за кількісними показниками деталь “Кришка” УН 063.151 є технологічною.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Технологічне обладнання та оснащення для виконання операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 у порядку їх виконання представлено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Технологічне обладнання та оснащення для виконання операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151

Операція	Технологічне обладнання	Технологічне оснащення
1	2	3
005 Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний верстат 6P12	Пристрій спеціальний із ручним затиском
010-035 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125	Кондуктори спеціальні стаціонарні, пересувні, поворотні, накладні
040 - 050 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н118	Підставки спеціальні пересувні
055, 060 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н118	Підставки спеціальні поворотні

Закінчення таблиці 1.4

1	2	3
065-080 Різенарізна	Різенарізний верстат 2056	Підставки спеціальні стаціонарні, пересувні, поворотні
085, 090 Вертикально- фрезерна	Вертикально- фрезерний верстат 6P12	Пристрій спеціальний із ручним затиском

Встановлено відповідність базового технологічного процесу виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 дрібносерійному типу виробництва, що пов’язано із застосуванням універсального технологічного обладнання без засобів автоматизації, для затиску заготовок використовуються пристрої з ручним приводом затиску. Для свердління отворів використано спеціальні накладні, пересувні та поворотні кондуктори. Для механічної обробки поверхонь деталі використано стандартні ріжучі (фрези, свердла, zenківки, мітчики, розвертки) та вимірювальні інструменти.

1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

У першій частині проведено аналіз креслення та технічних вимог деталі “Кришка” УН 063.151 як базового та захисного елемента промислового прожектора із параболічним відбивачем, що використовується для освітлення будівель, споруд відкритих просторів різних галузей промисловості, сільського господарства, а також спортивних споруд. Розглянуто способи одержання технічних вимог з метою розроблення проектного технологічного процесу механічного оброблення кришки і вибору способу виготовлення заготовки. За якісними та кількісними показниками деталь “Кришка” УН 063.151 є технологічною.

Матеріал кришки сплав АК 12 має високу корозійну стійкість, відносно малу питому густину, хороші ливарні властивості. Відповідно кришка має корозійну стійкість до дії оточуючого середовища, малу вагу, забезпечує,

герметичність прожектора при виготовленні заготовки литтям точними методами. Заготовки із вказаного матеріалу можна виготовляти різними методами литва.

Для забезпечення точності оброблення поверхонь деталі на першій операції доцільно обробити торцеву поверхню 18, що буде основною базою на усіх наступних операціях. Тому перша операція повинна включати оброблення торця 18 у розмір $40h14_{(-0,62)}$.

Для оброблення площини, пазів та отворів можливе використання стандартних інструментів, зокрема фрез, свердл, розверток та мітчиків, а також як обладнання можна використовувати напівавтомати.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 відповідає дрібносерійному типу виробництва, що пов’язано із застосуванням універсального технологічного обладнання без засобів автоматизації, для затиску заготовок використовуються пристрої з ручним приводом затиску.

Необхідна річна програма випуску 70000 шт відповідає великосерійному типу виробництва. Тому при розробленні проектного технологічного процесу запропоновано внести такі зміни:

- для виготовлення заготовки доцільно застосовувати точні методи литва, зокрема, литво під тиском, із можливістю одержування тонкостінних ребр жорсткості та малих припусків на механічне оброблення;

- для свердління, розвертання отворів та нарізання різьби в отворах доцільно використати агрегатний верстат напівавтомат із багатоінструментальними наладками та багатошпиндельними насадками;

- для свердління малих отворів із фасками можна використати комбіновані свердла із швидкоріжучої сталі.

Зміни базового технологічного процесу дозволяють підвищити продуктивність виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 для умов великосерійного типу виробництва.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення типу виробництва

Тип виробництва деталі “Кришка” УН 063.151 із програмою випуску $N = 70000$ шт. та масою 0,44 кг наближено визначений табличним методом - великосерійний.

Для проектування технологічного процесу механічного оброблення кришки розрахунок типу виробництва проведено аналітичним методом на основі даних штучного часу на кожну із операцій. Метод ґрунтується на розрахунку коефіцієнта закріплення операцій, величина якого відповідає певному типу виробництва.

Перелік операцій базового технологічного процесу із штучним часом при виготовленні деталі “Кришка” УН 063.151 представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік операцій базового технологічного процесу із штучним часом при виготовленні деталі “Кришка” УН 063.151

Операція	$T_{шт},$ хв.	Операція	$T_{шт},$ хв.
005 Вертикально-фрезерна	0,7	050 Вертикально-свердлильна	0,4
010 Вертикально-свердлильна	0,82	055 Вертикально-свердлильна	0,4
015 Вертикально-свердлильна	0,68	060 Вертикально-свердлильна	0,7
020 Вертикально-свердлильна	0,7	065 Різенарізна	0,6
025 Вертикально-свердлильна	0,64	070 Різенарізна	0,6
030 Вертикально-свердлильна	0,72	075 Різенарізна	0,7
035 Вертикально-свердлильна	0,68	080 Різенарізна	0,8
040 Вертикально-свердлильна	0,82	085 Вертикально-фрезерна	0,5
045 Вертикально-свердлильна	0,62	090 Вертикально-фрезерна	0,5

Проводимо розрахунок кількості 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;

$$\eta_{з.н.} = 0,75.$$

$$m_{p005} = \frac{70000 \cdot 0,7}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,27. P_{005} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p010} = \frac{70000 \cdot 0,82}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,32. P_{010} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p015} = \frac{70000 \cdot 0,68}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,27. P_{015} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p020} = \frac{70000 \cdot 0,7}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,27. P_{020} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p025} = \frac{70000 \cdot 0,64}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,25. P_{025} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p030} = \frac{70000 \cdot 0,72}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,28. P_{030} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p035} = \frac{70000 \cdot 0,68}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,27. P_{035} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p040} = \frac{70000 \cdot 0,82}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,32. P_{040} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p045} = \frac{70000 \cdot 0,62}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,24. P_{045} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p050} = \frac{70000 \cdot 0,4}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,16. P_{050} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p055} = \frac{75000 \cdot 0,4}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,16. P_{055} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p060} = \frac{70000 \cdot 0,7}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,27. P_{060} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p065} = \frac{70000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,23. P_{065} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p070} = \frac{70000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,23. P_{070} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p075} = \frac{70000 \cdot 0,7}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,27. \quad P_{075} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p080} = \frac{70000 \cdot 0,8}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,31. \quad P_{080} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p085} = \frac{70000 \cdot 0,5}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,20. \quad P_{085} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p090} = \frac{70000 \cdot 0,5}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,20. \quad P_{090} = 1 \text{ верстат.}$$

Фактичні коефіцієнти завантаження обладнання [1]:

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

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{0,27}{1} = 0,27;$$

$$\eta_{з.ф.010} = \frac{0,32}{1} = 0,32;$$

$$\eta_{з.ф.015} = \frac{0,27}{1} = 0,27;$$

$$\eta_{з.ф.020} = \frac{0,27}{1} = 0,27;$$

$$\eta_{з.ф.025} = \frac{0,25}{1} = 0,25;$$

$$\eta_{з.ф.030} = \frac{0,28}{1} = 0,28;$$

$$\eta_{з.ф.035} = \frac{0,27}{1} = 0,27;$$

$$\eta_{з.ф.040} = \frac{0,32}{1} = 0,32;$$

$$\eta_{з.ф.045} = \frac{0,24}{1} = 0,24;$$

$$\eta_{з.ф.050} = \frac{0,16}{1} = 0,16;$$

$$\eta_{з.ф.055} = \frac{0,16}{1} = 0,16;$$

$$\eta_{3.ф.060} = \frac{0,27}{1} = 0,27;$$

$$\eta_{3.ф.065} = \frac{0,23}{1} = 0,23;$$

$$\eta_{3.ф.070} = \frac{0,23}{1} = 0,23;$$

$$\eta_{3.ф.075} = \frac{0,27}{1} = 0,27;$$

$$\eta_{3.ф.080} = \frac{0,31}{1} = 0,31;$$

$$\eta_{3.ф.085} = \frac{0,2}{1} = 0,2;$$

$$\eta_{3.ф.090} = \frac{0,2}{1} = 0,2.$$

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

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

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,27} = 2,78. \quad O_{005} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,32} = 2,34. \quad O_{010} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{015} = \frac{0,75}{0,27} = 2,78. \quad O_{015} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{020} = \frac{0,75}{0,27} = 2,78. \quad O_{020} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,25} = 3. \quad O_{025} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{030} = \frac{0,75}{0,28} = 2,68. \quad O_{030} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{035} = \frac{0,75}{0,27} = 2,78. \quad O_{035} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{040} = \frac{0,75}{0,32} = 2,34 . O_{040} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{045} = \frac{0,75}{0,24} = 3,12 . O_{045} = 4 \text{ операції.}$$

$$O_{050} = \frac{0,75}{0,16} = 4,69 . O_{050} = 5 \text{ операцій.}$$

$$O_{055} = \frac{0,75}{0,16} = 4,69 . O_{055} = 5 \text{ операцій.}$$

$$O_{060} = \frac{0,75}{0,27} = 2,78 . O_{060} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{065} = \frac{0,75}{0,23} = 3,26 . O_{065} = 4 \text{ операції.}$$

$$O_{070} = \frac{0,75}{0,23} = 3,26 . O_{070} = 4 \text{ операції.}$$

$$O_{075} = \frac{0,75}{0,27} = 2,78 . O_{075} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{080} = \frac{0,75}{0,31} = 2,42 . O_{080} = 3 \text{ операції.}$$

$$O_{085} = \frac{0,75}{0,2} = 3,75 . O_{085} = 4 \text{ операції.}$$

$$O_{090} = \frac{0,75}{0,2} = 3,75 . O_{090} = 4 \text{ операції.}$$

Коефіцієнт закріплення операцій [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{63}{18} = 3,5 .$$

Для $K_{з.о.} = 3,5$ тип виробництва – великосерійний.

Визначаємо період виготовлення деталей [1]:

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

$$t_b = \frac{60 \cdot 3979}{70000} = 3,41 \text{ хв.}$$

Величина однієї партії деталей [1]:

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

де $F=257$ днів

$$n = \frac{70000 \cdot 5}{257} = 1362 \text{ шт.}$$

Кількість робочих змін [1]:

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

де

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

$$T_{\text{шкс}} = \frac{11,58}{18} = 0,64 \text{ хв.}$$

$$C = \frac{0,64 \cdot 1362}{476 \cdot 0,8} = 6,1 \text{ зміни.}$$

Приймаємо $C_{\text{пр}} = 7$ змін.

Величина партії деталей [1]:

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

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 7}{0,64} = 4165 \text{ шт.}$$

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Матеріал деталі “Кришка” УН 063.151 сплав АК 12 має хороші ливарні властивості, тому застосування такого матеріалу дозволяє використовувати для виготовлення заготовки різні методи литва.

Для вибору оптимального варіанту виготовлення заготовок здійснюємо їх порівняння за коефіцієнтом використання матеріалу. Розглянуто такі способи виготовлення заготовки:

- 1) лиття в піщані форми, за металевими моделями;
- 2) лиття під тиском.

Параметри точності для першого способу: 11 клас точності розмірів; 3 ряд припусків; для другого способу: 7 клас точності розмірів; 1 ряд припусків.

Креслення заготовок для вказаних варіантів представлено на рис. 2.1 (лиття в піщані форми, за металевими моделями) та на рис. 2.2 (лиття під тиском).

Для визначення маси заготовки маси припусків та додаємо до маси готової деталі 0,44 кг.

Результати розрахунку загальних припусків деталі “Кришка” УН 063.151 представлено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку загальних припусків деталі “Кришка” УН 063.151

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 в піщані форми, за металевими моделями				
Торцева поверхня 40h14 _(-0,62)	Ra12,5	3,6	5,0	45±1,8
Зовнішня поверхня 210	Rz200	5,6	Не обробляється	210 ±2,8
Зовнішня поверхня 205	Rz200	5,6	Не обробляється	205 ±2,8

Закінчення таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Зовнішня поверхня 117	Rz200	5,0	Не обробляється	117 ±2,5
2) лиття під тиском				
Торцева поверхня 40h14 _(-0,62)	Ra12,5	0,9	1,2	41,2±0,45
Зовнішня поверхня 210	Rz50	1,4	Не обробляється	210 ±0,7
Зовнішня поверхня 205	Rz50	1,4	Не обробляється	205 ±0,7
Зовнішня поверхня 117	Rz50	1,2	Не обробляється	117 ±0,6

Для визначення маси заготовки проводимо розрахунок маси припусків та додаємо 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 в піщані форми, за металевими моделями:

$$V_{\text{пр1}} = (210 \cdot 205 - 187 \cdot 180) \cdot 5 = 46950 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр2}} = 12 \cdot 26 \cdot 3 \cdot 2 = 1872 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot 8^2 \cdot 12}{4} \cdot 2 = 1206 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 12}{4} \cdot 5 = 1696 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}5} = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 14}{4} = 176 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}6} = \frac{\pi \cdot 8^2 \cdot 2}{4} \cdot 2 = 201 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}7} = \frac{\pi \cdot 8^2 \cdot 8}{4} \cdot 2 = 804 \text{ мм}^3;$$

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

$$V_{\text{пр}} = 52905 \text{ мм}^3 = 52,91 \text{ см}^3.$$

— ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ:

$$V_{\text{пр}1} = (210 \cdot 205 - 187 \cdot 180) \cdot 1,2 = 11268 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}2} = 12 \cdot 26 \cdot 3 \cdot 2 = 1872 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}3} = \frac{\pi \cdot 8^2 \cdot 12}{4} \cdot 2 = 1206 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}4} = \frac{\pi \cdot 6^2 \cdot 12}{4} \cdot 5 = 1696 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}5} = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 14}{4} = 176 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}6} = \frac{\pi \cdot 8^2 \cdot 2}{4} \cdot 2 = 201 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр}7} = \frac{\pi \cdot 8^2 \cdot 8}{4} \cdot 2 = 804 \text{ мм}^3;$$

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

$$V_{\text{пр}} = 17223 \text{ мм}^3 = 17,22 \text{ см}^3.$$

Визначаємо масу припуску:

– для лиття в піщані форми, за металевими моделями:

$$m_{\text{пр1}} = 52,91 \cdot 2,6 = 138 \text{ г} = 0,138 \text{ кг.}$$

– для лиття під тиском:

$$m_{\text{пр2}} = 17,22 \cdot 2,6 = 45 \text{ г} \approx 0,045 \text{ кг.}$$

Визначаємо масу заготовок:

– для лиття в піщані форми, за металевими моделями:

$$Q_1 = 0,44 + 0,138 = 0,578 \text{ кг.}$$

– для лиття під тиском у прес-форму:

$$Q_2 = 0,44 + 0,045 = 0,485 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

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

– для лиття в піщані форми, за металевими моделями:

$$K_{\text{в.м.1}} = \frac{0,44}{0,578} = 0,76;$$

– для лиття під тиском:

$$K_{\text{в.м.2}} = \frac{0,44}{0,485} = 0,907.$$

Отже, коефіцієнт використання матеріалу для лиття під тиском вищий ніж для лиття в піщані форми, за металевими моделями, тому для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 вибрано литво під тиском.

2.3. Вибір технологічних баз

Схеми базування деталі “Кришка” УН 063.151 представлено у таблиці 2.3.

Для виконання операцій оброблення поверхонь деталі “Кришка” УН 063.151 використовуються чорнові та чистові бази. Для забезпечення точності оброблення поверхонь деталі на першій операції запропоновано

обробляти торцеву поверхню 1, що є основною базою на усіх наступних операціях. Тому перша операція включає оброблення торця 1 у розмір $40h14(-0,62)$.

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

Для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151 розглянуто різні варіанти оброблення поверхонь, на основі яких сформовано остаточний маршрут, що забезпечує формування поверхонь кришки із мінімальною кількістю переходів, а також з можливістю використання агрегатного верстата-напівавтомата та принципу концентрації операцій.

Варіанти оброблення поверхонь деталі “Кришка” УН 063.151 представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Варіанти оброблення поверхонь деталі “Кришка” УН 063.151

№ 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	Отвір $\varnothing 3,3^{+0,14}$; $38 \pm 0,2$, $92 \pm 0,2$, $52 \pm 0,2$; $l=14$ під різьбу М4-7Н	12	Ra6,3	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
2, 3	Два пази $12H14(^{+0,43})$, $3H14(^{+0,3})$, R6	14	Ra12,5	Фрезерування кінцевою фрезою напівчистове	-
4, 5	Два отвори $\varnothing 8H14(^{+0,36})$; $164 \pm 0,2$	14	Ra12,5	Центрування Свердління	Свердління по кондуктору
6	Різьбовий отвір М4-7Н; $l=10$	12	Ra6,3	Нарізання різьби мітчиком	—
7, 8	Два отвори $\varnothing 6,7^{+0,2}$; $l=12$ під різьбу М8-7Н, $68 \pm 0,1$	12	Ra6,3	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
9, 10	Два різьбових отвори M8-7H; l=8	12	Ra6,3	Нарізання різьби мітчиком	—
11, 12	Два отвори $\varnothing 8H7(^{+0,015})$, 53±0,1	7	Ra1,6	Свердління Розвертання чорнове Розвертання чистове	Центрування Свердління Розвертання чорнове Розвертання чистове
13, 14, 15, 16, 17	П'ять різьбових отворів M6-7H; l=8	12	Ra6,3	Нарізання різьби мітчиком	—
18	Торцева поверхня 40h14(_{-0,62})	14	Ra12,5	Фрезерування торцевою фрезою чорнове	Фрезеру- вання циліндри- чною фрезою напівчистове
19, 20, 21, 22, 23	П'ять отворів $\varnothing 4,95^{+0,26}$; 164±0,2, 98±0,2, 60±0,2; l=12 під різьбу M6-7H	12	Ra6,3	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
24, 25	Дві внутрішні фаски 1×45°	14	Ra12,5	Формування при свердлінні комбінованим свердлом	Зенкування
26, 27, 28, 29, 30, 31	Шість внутрішніх фасок 1×45°	14	Ra12,5	Формування при свердлінні комбінованим свердлом	Зенкування
32, 33	Дві внутрішні фаски 0,5×45°	14	Ra12,5	Формування при свердлінні комбінованим свердлом	Зенкування

Із варіантів оброблення поверхонь деталі розроблено загальний технологічний процес механічного оброблення деталі, що відповідає великосерійному типу виробництва. Для свердління, розвертання отворів та нарізання різьби в отворах використовується агрегатний верстат напівавтомат із багатоінструментальними наладками та багатошпindelними насадками замість вертикально-свердлильних та різенарізних верстатів. Для свердління

малих отворів із фасками використовуються комбіновані свердла із швидкоріжучої сталі.

005. Вертикально-фрезерна.

1. Фрезерування остаточне торцевої поверхні 18, витримуючи розміри $40h14(-0,62)$; $205\pm0,7$; $210\pm0,7$.

010. Агрегатна.

2. Свердління шести отворів 19, 20, 21, 22, 23, 1 з формуванням шести фасок 26, 27, 28, 29, 30, 31, витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,14}$; $\varnothing 4,95^{+0,26}$, $38\pm0,2$, $98\pm0,2$, $60\pm0,2$; $164\pm0,2$; $l=12$; $l=14$ під різьбу М4-7Н, М6-7Н, $1\times 45^\circ$ одночасне з горизонтальної шестишпindelної силової головки IIa; свердління двох отворів 7, 8 з формуванням двох фасок 24, 25, витримуючи розміри $\varnothing 6,7^{+0,2}$; $l=12$ під різьбу М8-7Н, $68\pm0,1$, $1\times 45^\circ$ одночасне з вертикальної силової головки IIб.

3. Свердління двох отворів 4, 5, витримуючи розміри $\varnothing 8H14(+0,36)$; $164\pm0,2$ та двох отворів 11, 12, витримуючи розміри $\varnothing 7,6(+0,15)$, $55\pm0,1$ з чотирьохшпindelної горизонтальної силової головки IIIб одночасне.

4. Розвертання попереднє двох отворів 11, 12, витримуючи розміри $\varnothing 7,89(+0,03)$, $55\pm0,1$ з двохшпindelної горизонтальної силової головки IVб одночасне.

5. Розвертання остаточне двох отворів 11, 12, витримуючи розміри $\varnothing 8H7(+0,015)$, $55\pm0,1$ з двохшпindelної горизонтальної силової головки Vб одночасне.

6. Нарізання різьби в шести отворах 13, 14, 15, 16, 17, 6, витримуючи розміри М4-7Н, М6-7Н; $l=8$; $l=10$; $38\pm0,2$, $98\pm0,2$, $60\pm0,2$; $164\pm0,2$ з горизонтальної шестишпindelної силової головки VIб одночасне; нарізання різьби в двох отворах 9, 10, витримуючи розміри М8-7Н; $l=8$; $68\pm0,1$ з вертикальної двохшпindelної силової головки VIa одночасне.

Операція 015. Вертикально-свердлильна.

2. Зенкування послідовне двох фасок 32, 33, витримуючи розміри $0,5\times 45^\circ$, $55\pm0,1$.

020. Вертикально-фрезерна.

2. Фрезерування остаточне паза 2, витримуючи розміри $12H14^{(+0,43)}$, $3H14^{(+0,3)}$; $18 \pm 0,2$.

Операція 025. Вертикально-фрезерна.

2. Фрезерування остаточне паза 3, витримуючи розміри $12H14^{(+0,43)}$, $3H14^{(+0,3)}$; $18 \pm 0,2$.

030. Контроль.

2.5. Визначення припусків на оброблення

Використовуючи табличний та аналітично-розрахунковий методи, визначено припуски технологічного процесу механічного оброблення деталі “Кришка” УН 063.151. Результати розрахунків представлено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Припуски оброблення деталі “Кришка” УН 063.151

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 $40h14_{(-0,62)}$					
Фрезерування чорнове	14	Ra12,5	0,62	1,2	$40h14_{(-0,62)}$
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	0,45	—	$41,2 \pm 0,45$
Внутрішній паз $12H14^{(+0,43)}$, $3H14^{(+0,3)}$					
Фрезерування чорнове	14	Ra12,5	0,36	3,0	$12H14^{(+0,43)}$;
Заготовка	7-мий кл.	R _z 50	-	—	Площина заготовки
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 8H7^{(+0,015)}$; l=8; Ra1,6					
Розвертання чистове	7	Ra1,6	0,015	$0,0195 \times 2 = 0,039$	$\varnothing 8^{+0,015}$

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
Розвертання попереднє	8	Ra3,2	0,022	$0,0505 \times 2 = 0,101$	$\varnothing 7,961^{+0,022}$
Свердління	12	Ra12,5	0,15	$3,93 \times 2 = 7,86$	$\varnothing 7,86^{+0,15}$
Заготовка	7-мий кл.	Rz 50	—	$4 \times 2 = 8$	Суцільний матеріал
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 8H14^{(+0,36)}$; l=2; Ra12,5					
Свердління	14	Ra12,5	0,36	$4 \times 2 = 8$	$\varnothing^{+0,36}$
Заготовка	7-мий кл.	Rz 50	—	$4 \times 2 = 8$	Суцільний матеріал

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання оброблення деталі “Кришка” УН 063.151 проведено для 010 агрегатної операції.

Операція 010 Агрегатна.

Свердління шести отворів 19, 20, 21, 22, 23, 1 з формуванням шести фасок 26, 27, 28, 29, 30, 31, витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,14}$; $\varnothing 4,95^{+0,26}$, $38 \pm 0,2$, $98 \pm 0,2$, $60 \pm 0,2$; $164 \pm 0,2$; l=14 під різьбу М4-7Н, М6-7Н, $1 \times 45^\circ$ одночасне з горизонтальної шестишпіндельної силової головки Іа; свердління двох отворів 7, 8 з формуванням двох фасок 24, 25, витримуючи розміри $\varnothing 6,7^{+0,2}$; l=12 під різьбу М8-7Н, $68 \pm 0,1$, $1 \times 45^\circ$ одночасне з вертикальної силової головки Іб.

1. Глибини різання для кожної силової головки:

Позиція Іа: $t_{Іа2} = 1,65$ мм.; $t_{Іа2} = 2,5$ мм; $t_{Іб1} = 3,35$ мм.

2. Довжина робочого ходу силової головки [14]:

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

де

Позиція Іа: $l_{різ. Іа1,2} = 14$ мм; $l_{підв. вріз., пер. Іа1,2} = 3$ мм.

$l_{різ. Іб1} = 12$ мм; $l_{підв. вріз., пер. Іб1} = 3$ мм.

$$L_{р.х. Іа1,2} = 14 + 3 = 17 \text{ мм.}$$

$$L_{р.х. Іб1} = 12 + 3 = 15 \text{ мм.}$$

Найбільше переміщення силової головки $L_{p.x. \text{ Па1,2}} = 17 \text{ мм}$.

3. Подача кожної силової головки:

Позиція II: $S_{o\text{Па1,2}} = 0,12 \text{ мм/об}$;

$S_{o\text{Пб1}} = 0,12 \text{ мм/об}$.

4. Період стійкості інструментів:

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

де $T_M = 200 \text{ хв}$. [14];

λ – коефіцієнт часу різання.

Коефіцієнт часу різання:

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

$$\lambda_{\text{Па}} = \frac{14}{17} = 0,82;$$

$$\lambda_{\text{Пб}} = \frac{12}{15} = 0,8.$$

Стійкість інструментів (2.14):

$$T_{p\text{Па}} = 200 \cdot 0,82 = 164 \text{ хв};$$

$$T_{p\text{Пб}} = 200 \cdot 0,8 = 160 \text{ хв}.$$

5. Швидкість різання.

Позиція II [14]:

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

де $C_v = 36,3$ $q = 0,25$; $y = 0,55$; $m = 0,125$ – коефіцієнти [14];

$D = 3,3 \text{ мм}$; $D = 5 \text{ мм}$, $D = 6,7 \text{ мм}$ – діаметри свердління;

K_v – поправочний коефіцієнт.

Поправочний коефіцієнт [14]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{lv}, \quad (2.17)$$

де $K_{MV} = 0,8$ – для сплаву АК12 [14].

$K_{IV} = 1,0$ – для свердла з матеріалу Р6М5 [14].

$K_{lv} = 0,9$ – для довжини отвору 3,6D [14].

Підставляємо дані у формулу (2.17):

$$K_v = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72.$$

Підставляємо дані в формулу (2.16):

$$V = \frac{36,3 \cdot 3,3^{0,25}}{200^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,72 = \frac{36,3 \cdot 1,35}{1,94 \cdot 0,31} \cdot 0,72 = 58,7 \text{ м/хв};$$

$$V = \frac{36,3 \cdot 5^{0,25}}{200^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,72 = \frac{36,3 \cdot 1,5}{1,94 \cdot 0,31} \cdot 0,72 = 65,2 \text{ м/хв};$$

$$V = \frac{36,3 \cdot 6,7^{0,25}}{200^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,72 = \frac{36,3 \cdot 1,61}{1,94 \cdot 0,31} \cdot 0,72 = 69,97 \text{ м/хв}.$$

6. Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (2.18)$$

Позиція II:

$$n_{IIa} = \frac{1000 \cdot 58,7}{\pi \cdot 3,3} = 5665 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{IIa} = \frac{1000 \cdot 65,2}{\pi \cdot 5} = 4153 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{IIб} = \frac{1000 \cdot 69,97}{\pi \cdot 6,7} = 3325 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{IIa \max} = 2036 \text{ хв}^{-1}$. $n_{IIб \max} = 2036 \text{ хв}^{-1}$;

7. Подача інструментів:

$$S_m = S_o \cdot n, \quad (2.19)$$

Позиція II:

$$S_{\text{мIIa}} = 0,12 \cdot 2036 = 244,3 \text{ мм/хв};$$

$$S_{\text{мIIб}} = 0,12 \cdot 2036 = 244,3 \text{ мм/хв}.$$

Приймаємо хвилинну подачу силової головки $S_{\text{мIIa}} = 244 \text{ мм/хв}$.

8. Коректуємо частоту обертання інструментів:

$$n = \frac{S_{\text{м}}}{S_{\text{o}}}, \quad (2.20)$$

Позиція II:

$$n_{\text{IIa}} = \frac{244}{0,12} = 2033 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{\text{дIIa}} = 2033 \text{ хв}^{-1}$.

$$n_{\text{IIб}} = \frac{244}{0,12} = 2033 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{\text{дIIб}} = 2033 \text{ хв}^{-1}$.

9. Коректуємо швидкість різання:

$$V_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{д}}}{1000}, \quad (2.21)$$

позиція II:

$$V_{\text{дIIa1}} = \frac{\pi \cdot 3,3 \cdot 2033}{1000} = 21,1 \text{ м/хв}.$$

$$V_{\text{дIIa2}} = \frac{\pi \cdot 5 \cdot 2033}{1000} = 31,9 \text{ м/хв}.$$

$$V_{\text{дIIб}} = \frac{\pi \cdot 6,7 \cdot 2033}{1000} = 42,8 \text{ м/хв}.$$

10. Осьове зусилля для кожної силової головки:

Позиція II: осьове зусилля для свердління [14]:

$$P_{\text{o}} = 10 \cdot C_{\text{p}} \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{\text{p}}, \quad (2.22)$$

де $C_{\text{p}} = 9,8$; $y = 0,7$; $q = 1,0$ коефіцієнти [14];

$$K_p = K_{mp}, \quad (2.23)$$

де $K_{mp} = 1,0$ – для сплаву АК12 [14].

$$K_p = 1,0.$$

Підставляємо дані у формулу (2.22) із врахуванням в наладці силовій головки Пб 2 свердл $\varnothing 6,7$ мм; для силовій головка Па - свердло $\varnothing 3,3$ мм, 5 свердл $\varnothing 5$:

$$P_{oPa1} = 1 \cdot 10 \cdot 9,8 \cdot 3,3^{1,0} \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1,0 = 73 \text{ Н};$$

$$P_{oPa2} = 5 \cdot 10 \cdot 9,8 \cdot 5,0^{1,0} \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1,0 = 555 \text{ Н};$$

$$P_{oПб} = 2 \cdot 10 \cdot 9,8 \cdot 6,7^{1,0} \cdot 0,12^{0,7} \cdot 1,0 = 298 \text{ Н}.$$

11. Потужність різання для двох силових головок [14]:

$$N_{piz} = N_{табл.} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000}, \quad (2.24)$$

де $K_N = 1,0$ – для сплаву АК12 [14].

Позиція II: $N_{табл.Па1} = 0,06$ кВт; $N_{табл.Па2} = 0,15$ кВт; $N_{табл.Пб} = 0,25$ кВт.

$$N_{pizПа} = 0,06 \cdot 1,0 \cdot \frac{2033}{1000} \cdot 1 = 0,12 \text{ кВт};$$

$$N_{pizПб} = 0,15 \cdot 1,0 \cdot \frac{2033}{1000} \cdot 5 = 1,53 \text{ кВт}.$$

$$N_{pizПб} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot \frac{2033}{1000} \cdot 2 = 1,02 \text{ кВт}.$$

12. Сумарна потужність другої позиції:

$$N_{\Sigma} = \frac{\sum N_{piz.i}}{\eta}, \quad (2.25)$$

де $\eta = 0,75$ – ККД.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Свердління шести отворів 19, 20, 21, 22, 23, 1 з формуванням шести фасок 26, 27, 28, 29, 30, 31, витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,14}$; $\varnothing 4,95^{+0,26}$, $38 \pm 0,2$, $98 \pm 0,2$, $60 \pm 0,2$; $164 \pm 0,2$; $l=12$; $l=14$ під різьбу М4-7Н, М6-7Н, $1 \times 45^\circ$ одночасне з горизонтальної шестишпindelьної силової головки Іа;	1,65 2,5	15	1	164	0,12	2033	21,1	244	0,07	1,65
свердління двох отворів 7, 8 з формуванням двох фасок 24, 25, витримуючи розміри $\varnothing 6,7^{+0,2}$; $l=12$ під різьбу М8-7Н, $68 \pm 0,1$, $1 \times 45^\circ$ одночасне з вертикальної силової головки Іб.	3,35	15	1	160	0,12	2033	42,8	244	0,06	1,02
Позиція ІІІ										
Свердління двох отворів 4, 5, витримуючи розміри $\varnothing 8Н14^{(+0,36)}$; $164 \pm 0,2$ та двох отворів 11, 12, витримуючи розміри $\varnothing 7,6^{(+0,15)}$, $55 \pm 0,1$ з чотирьох-шпindelьної горизонтальної силової головки ІІб одночасне	4 3,8	14	1	192	0,12	2033	45,8 37,7	245	0,05	1,1

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позиція IV										
Розвертання попереднє двох отворів 11, 12, витримуючи розміри $\varnothing 7,89^{(+0,03)}$, $55 \pm 0,1$ з двох- шпіндельної горизонтальної силової головки IVб одночасне.	0,0505	14	1	149	1,0	584	10,8	581	0,02	0,04
Позиція V Розвертання остаточне двох отворів 11, 12, витримуючи розміри $\varnothing 8H7^{(+0,015)}$, $55 \pm 0,1$ з двохшпіндельної горизонтальної силової головки Vб одночасне.	0,0195	12	1	149	0,8	481	9,11	386	0,03	0,02
Позиція VI Нарізання різьби в шести отворах 13, 14, 15, 16, 17, 6, витримуючи розміри M4-7H, M6-7H; l=8; l=10; $38 \pm 0,2$, $98 \pm 0,2$, $60 \pm 0,2$; $164 \pm 0,2$ з горизонтальної шестишпіндель- ної силової головки VIб одночасне;	0,202 0,54	22	1	124	0,7 1,0	389	4,81	273	0,18	0,8

Закінчення таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
нарізання різьби в двох отворах 9, 10, витримуючи розміри М8-7Н; l=8; 68±0,1 з вертикальної двохшпindel'ної силової головки VIa одночасне.	0,7	21	1	123	1,25	273	5,12	282	0,17	0,8
015 Вертикально-свердлильна										
Перехід 2										
Зенкування послідовне двох фасок 32, 33, витримуючи розміри 0,5×45°, 55±0,1.	0,5	4,5	2	182	0,06	1404	35,9	115	0,06	0,09
020 Вертикально-фрезерна										
Перехід 2										
Фрезерування остаточне паза 2, витримуючи розміри 12Н14 ^(+0,43) , 3Н14 ^(+0,3) ; 18±0,2	3	30	1	112	0,12	822	28,2	99	0,29	0,6
025 Вертикально-фрезерна										
Перехід 2										
Фрезерування остаточне паза 3, витримуючи розміри 12Н14 ^(+0,43) , 3Н14 ^(+0,3) ; 18±0,2	3	30	1	112	0,12	822	28,2	99	0,29	0,6

Технічні норми часу для 010 агрегатної операції проведено на основі аналітичних розрахунків, а для решти операцій - на основі табличних даних.

Штучний час роботи агрегатного верстата:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{ц}} + T_{\text{доп.}} + T_{\text{тех.обсл.}} + T_{\text{орг.обсл.}} + T_{\text{відп.}}, \quad (2.27)$$

Час циклу агрегатного верстата:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{р.х.}} + t_{\text{х.х.}}, \quad (2.28)$$

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 VI
 $t_{\text{р}} = 0,18 \text{ хв} = 11 \text{ с.}$

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

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

Час циклу верстата:

$$T_{\text{ц010}} = 0,18 + 0,12 = 0,3 \text{ хв.}$$

Час на допоміжні переходи:

– час на встановлення та зняття деталі в пристосуванні: $t_{\text{вст.зн.}} = 0,08 \text{ хв. [1]}$;

– час на вимірювання:

$38 \pm 0,2$, $98 \pm 0,2$, $60 \pm 0,2$; $164 \pm 0,2$; $55 \pm 0,1$ – вимірювання штангенциркулем –
 $t_{\text{вим.1}} = 0,12 \cdot 5 = 0,6 \text{ хв. [1]}$.

$\varnothing 8\text{H}7(^{+0,015})$ – вимірювання калібр-пробкою – $t_{\text{вим.2}} = 2 \cdot 0,06 = 0,12 \text{ хв. [1]}$;

M6-7H – вимірювання калібр-пробкою різьбовим (M6-7H) – $t_{\text{вим.3}} = 0,3 \text{ хв. [1]}$.

M4-7H – вимірювання калібр-пробкою різьбовим (M4-7H) – $t_{\text{вим.4}} = 0,3 \text{ хв. [1]}$.

M8-7H – вимірювання калібр-пробкою різьбовим (M8-7H) – $t_{\text{вим.5}} = 0,3 \text{ хв. [1]}$.

$1 \times 45^\circ$ – вимірювання шаблоном фасочним спеціальним – $t_{\text{вим.6}} = 0,04 \cdot 3 = 0,12 \text{ хв. [1]}$.

Сумарний час на вимірювання:

$$T_{\text{доп.вим.}} = 0,6 + 0,12 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,12 = 1,74 \text{ хв.}$$

Час на вимірювання при 30%-му контролі:

$$T_{\text{доп.вим.дійсн.}} = T_{\text{доп.вим.}} \cdot 0,3 = 1,74 \cdot 0,3 = 0,52 \text{ хв.}$$

Час на допоміжні переходи, що не перекриваються часом циклу.

$$T_{\text{доп.не перекрив.}} = (t_{\text{вст.зн.}} + T_{\text{доп.вим.дійсн.}}) - T_{\text{ц.}} \quad (2.29)$$

$$T_{\text{доп. не перекрив.}} = (0,08 + 0,52) - 0,3 = 0,3 \text{ хв.}$$

Час на технічне обслуговування [1]:

$$T_{\text{тех.обсл.}} = t_p \cdot 2\% = 0,18 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ хв.}$$

Час на організаційне обслуговування [1]:

$$T_{\text{орг.обсл.}} = T_{\text{ц.}} \cdot 2,4\% = 0,3 \cdot 0,024 = 0,007 \text{ хв.}$$

Час на особисті потреби [1]:

$$T_{\text{відп.}} = T_{\text{ц.}} \cdot 6\% = 0,3 \cdot 0,06 = 0,018 \text{ хв.}$$

Штучний час роботи агрегатного верстата (2.27):

$$T_{\text{шт.010}} = 0,3 + 0,3 + 0,004 + 0,007 + 0,018 = 0,63 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт.}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (2.30)$$

де $n = 4165$ шт.

$T_{\text{п.з.}} = 58$ хв.

$$T_{\text{шт.к010}} = 0,63 + \frac{58}{4165} = 0,64 \text{ хв.}$$

005 Вертикально-фрезерна операція.

Основний час: $T_{005} = 0,28$ хв.

Штучний час [1]:

$$T_{\text{шт.}} = \Psi_k \cdot T_o, \quad (2.31)$$

$$T_{\text{шт.005}} = 1,51 \cdot 0,28 = 0,42 \text{ хв.}$$

015 Вертикально-свердлильна операція.

Основний час: $T_o = 0,06$ хв.

Штучний час (2.31):

$$T_{\text{шт.015}} = 3,5 \cdot 0,06 = 0,21 \text{ хв.}$$

020 Вертикально-фрезерна операція.

Основний час: $T_{0020} = 0,29$ хв.

Штучний час (2.31):

$$T_{шт.020} = 1,51 \cdot 0,29 = 0,44 \text{ хв.}$$

025 Вертикально-фрезерна операція.

Основний час: $T_{0025} = 0,29$ хв.

Штучний час (2.31):

$$T_{шт.025} = 1,51 \cdot 0,29 = 0,44 \text{ хв.}$$

У таблиці 2.7 представлено результати розрахунку норм часу.

Таблиця 2.7 – Технічні норми часу виготовлення деталі “Кришка” УН 063.151

Номер та назва операції	T_o , хв	Допоміжний час, T_d хв			Час пвидких переміщень, хв	Час циклу верстата, $T_{ц}$ хв	Час обслуговування, $T_{об}$ хв			$T_{шт}$, хв.	$T_{плз.}$ хв.	n, шт	$T_{шт.к.}$ хв
		T_y	$T_{пер.}$	$T_{вим.}$			$T_{тех.об.}$	$T_{орг.об.}$	$T_{відп.}$				
005 Вертикально-фрезерна	0,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4165	0,42
010 Агрегатна	0,18	0,08	0,01	0,3	0,12	0,3	0,004	0,007	0,018	0,63	58		0,64
015 Вертикально-свердлильна	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,21
020 Вертикально-фрезерна	0,29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,44
025 Вертикально-фрезерна	0,29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,44

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі

Для оброблення отворів деталі “Кришка” УН 063.151 одночасно із вертикальної та горизонтальної сторони осьовими інструментами на 010 агрегатній операції розроблено спеціальний затискний пристрій, який встановлюють на поворотному столі агрегатного верстата. На столі верстата розміщуються рівномірно по колу шість таких пристроїв, що дозволяє забезпечити принцип концентрації операцій та підвищити продуктивність оброблення кришки.

Пристрій призначений для базування та закріплення кришки при обробленні отворів: М4-7Н, п'яти отворів М6-7Н; $l=8$; $l=10$; $38\pm0,2$, $98\pm0,2$, $60\pm0,2$; $164\pm0,2$, двох отворів М8-7Н; $l=8$; $68\pm0,1$, двох отворів $\varnothing 8H14^{(+0,36)}$, двох отворів $\varnothing 8H7^{(+0,015)}$, $55\pm0,1$.

Деталь базують по зовнішній торцевій поверхні $40h14_{(-0,62)}$ та по контуру 210×205 на плиту 12 і циліндричні пальці 27. Затиск кришки виконують передачею зусилля від пневмоциліндра через клиновий механізм, рейку, притискач до поверхні деталі. Для повернення рухомих елементів пристрою у вихідне положення після оброблення отворів деталі використовується рукоятка 32, що повертає зубчасте колесо 28, яке є у взаємодії із рейкою 18 і надає їй осьового лінійного переміщення.

Креслення пристрою представлено у графічній частині.

Похибку встановлення заготовки деталі “Кришка” УН 063.151 у пристрої [15] знаходимо за формулою:

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

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 відстані між отворами залежить від точності роботи виконавчих елементів агрегатного верстата, зокрема від точності насадок та кондукторів для свердління а також від жорсткості інструментів та режимів різання. Допуск на розміщення оброблених отворів відносно контуру деталі коливається в межах від 0,35 мм до 0,4 мм.

На основі аналізу конструкції пристосування та схеми базування визначено, що похибка базування $\Delta_{б1}$ дорівнювати зазору між заготовкою та базою. Пальці, по яких здійснюється базування заготовки, припасовані до розмірів контуру базової поверхні деталі із зазором від 0,1 до 0,15мм, тому похибка базування дорівнює максимальному подвійному зазору між вказаними конструктивними елементами $\Delta_1=0,3\text{мм}$.

Похибка закріплення при торцевому затиску заготовки $\Delta_3 = 100 \text{ мкм}$.

Похибка пристосування $\Delta_{п} = 20 \text{ мкм}$.

Розраховуємо похибку встановлення заготовки деталі “Кришка” УН 063.151 у пристрої:

$$\Delta \varepsilon_1 = \sqrt{0,3^2 + 0,1^2 + 0,02^2} = 0,317 \text{ мм}.$$

Визначаємо допустиму похибку при свердлінні отворів:

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

де $\delta_{\min}$ – мінімальний допуск на розташування отворів відносно контуру деталі, $\delta = 0,35 \text{ мм}$.

Перевіряємо виконання умови (3.2):

$$0,317 \text{ мм} < 0,35 \text{ мм}$$

Отже, необхідна точність встановлення заготовки у пристрої буде забезпечена.

3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі

Проведемо розрахунок силових параметрів затиску заготовки деталі “Кришка” УН 063.151 для одночасного свердління отвору $\varnothing 3,3$ мм, п’яти отворів $\varnothing 5$ мм та двох отворів $\varnothing 6,7$ мм, при дії осьових сил і крутних моментів $M_{\text{різ}}$. Осьові сили для свердління отворів визначено розрахунковим методом у частині 2: $P_{\text{оПа1}} = 73$ Н; $P_{\text{оПа2}} = 555$ Н; $P_{\text{оПб}} = 298$ Н.

На рис. 3.1 представлено схему, що застосовано для розрахунку силових параметрів при затиску заготовки.

Для затиску заготовки використовуються притискач з приводом від одного пневмоциліндра через клиновий механізм. На притискачі у місці контакту із заготовкою виникає сила затиску $P_{\text{зат}}$ заготовки, що визначається як сила тертя між притискачем та заготовкою та між заготовкою та плитою пристрою із коефіцієнтом тертя $f_1 = 0,2$.

Рівняння рівноваги моментів відносно центральної осі притискача:

$$KM_{\text{різ}} = \sum M_{\text{тр}}, \quad (3.4)$$

$$\sum M_{\text{тр}} = (P_{\text{зат}} - P_{\text{ос}}) \cdot R \cdot f_1 + \frac{2(P_{\text{зат}} - P_{\text{ос}})f_1 \cdot (R_2^3 - R_1^3)}{3(R_2^2 - R_1^2)}, \quad (3.5)$$

де $R_1 = 70$ мм – найменша відстань від площини базування кришки до осі притискача;

$R_2 = 84$ мм – найбільша відстань від площини базування кришки до осі притискача;

$R = 20$ мм – радіус притискача;

$P_{\text{ос}}$ - сумарна осьова сила різання.

Коефіцієнт запасу $K = 2,5$.

Із рівнянь (3.4), (3.5):

$$P_{\text{зат}} = \frac{KM_{\text{різ}}}{f_1 \cdot R + 2f_1 \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3(R_2^3 - R_1^3)}} + P_{0s}. \quad (3.6)$$

Момент різання при свердлінні [14]:

$$M_{\text{різ1,2,3}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.7)$$

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

D – діаметр обробки, $D = 3,3$ мм; $D = 5$ мм, $D = 6,7$ мм.

$S = 0,12$ мм/об.

$K_p = K_{\text{мр}} = 1$.

Отже, $M_{\text{різ1}} = 10 \cdot 0,005 \cdot 3,3^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 0,1$ Н · м ;

$M_{\text{різ2}} = 10 \cdot 0,005 \cdot 5^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 0,23$ Н · м.

$M_{\text{різ3}} = 10 \cdot 0,005 \cdot 6,7^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 0,41$ Н · м.

Сумарний момент різання:

$$M_{\text{різ}} = M_{\text{різ1}} + 5M_{\text{різ2}} + 2M_{\text{різ3}};$$

$$M_{\text{різ}} = 0,1 + 5 \cdot 0,23 + 2 \cdot 0,41 = 2,07 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Підставляємо дані у рівняння (3.6):

$$P_{\text{зат}} = \frac{2,5 \cdot 2,07}{0,2 \cdot 0,02 + 2 \cdot 0,2 \cdot \frac{0,084^3 - 0,070^3}{3 \cdot (0,084^2 - 0,070^2)}} + 926 = 1140 \text{ Н}.$$

Перевіряємо умову затиску заготовки:

$$P_{\text{зат}} \leq W, \quad (3.8)$$

де W – сила створена пристроєм при затиску заготовки.

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

$$W = \frac{F_1}{(\operatorname{tg}(\beta + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1)}, \quad (3.9)$$

де β - кут нахилу клина, $\beta=10^\circ$;

φ – кут тертя $\varphi=7^\circ$;

$\varphi_1=7^\circ$ – кут тертя між рейкою і напрямною.

F_1 – сила на штоці пневмоциліндра.

Сила на штоці пневмоциліндра [15]:

$$F_1 = 0,785 \cdot D_1^2 \cdot p \cdot \eta, \quad (3.10)$$

де $D_1=100$ мм діаметр циліндра;

Із формули (3.10) отримано:

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

Підставляємо дані у формулу (3.9):

$$W = \frac{2826}{(\operatorname{tg}(10 + 7) + \operatorname{tg}7)} = 6572 \text{ Н}.$$

Перевіряємо виконання умови (3.8): $P_{\text{зат}} = 1140 \text{ Н} < W = 6572 \text{ Н}$. Оскільки умова (3.8) виконується, відповідно затиск заготовки деталі “Кришка” УН 063.151 буде забезпечено.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Інструкція з охорони праці для персоналу, що обслуговує агрегатний верстат при виготовленні кришки

Виготовлення кришки здійснюється з використанням агрегатного верстата спеціального призначення. Експлуатація подібного технологічного обладнання класифікується як робота з підвищеним ступенем професійного ризику відповідно до вимог ДНАОП 0.00-1.28-10.

До самостійної експлуатації агрегатного верстата допускаються працівники, які відповідають наступним вимогам:

- досягли віку 18 років;
- пройшли попередній медичний огляд відповідно до Наказу МОЗ №246;
- пройшли первинний інструктаж з охорони праці, цільовий інструктаж на робочому місці та перевірку знань з електробезпеки;
- отримали допуск до роботи з присвоєнням II групи з електробезпеки згідно з Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС).

Усі електротехнічні операції, включаючи підключення/відключення верстата до електромережі, а також технічне обслуговування та планово-попереджувальні ремонти, мають виконуватись виключно електротехнічним персоналом з групою допуску не нижче III з електробезпеки.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Під час роботи оператор повинен бути забезпечений:

- захисними окулярами з ударостійкими лінзами;
- спеціальним одягом без вільно звисаючих елементів;
- інвентарними засобами для вилучення стружки (гачки, щітки);
- дерев'яним настилом у зоні обслуговування верстата (ширина не менше 0,6 м, відстань між планками – до 30 мм).

Видача захисних окулярів має фіксуватися у журналі видачі ЗІЗ під особистий підпис працівника.

Вимоги до електробезпеки та заземлення. Усі струмопровідні частини агрегатного верстата, які можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції, повинні бути надійно заземлені за допомогою окремої заземлювальної жилки живильного кабелю або через заземлювальну шину. Категорично забороняється використовувати PEN-провід (нульовий робочий) як захисний.

Під час введення верстата в експлуатацію необхідно виконати комплекс електровимірювальних випробувань:

- перевірка опору ізоляції;
- перевірка цілісності та ефективності контуру заземлення;
- перевірка параметрів автоматичного вимкнення живлення в аварійних режимах.

Умови розміщення та технічного обслуговування. Верстат повинен бути змонтований у виробничому приміщенні, що відповідає умовам експлуатації, зазначеним у паспорті заводу-виробника, із захистом від атмосферних опадів та агресивних чинників зовнішнього середовища.

Устаткування повинне проходити регулярне технічне обслуговування згідно з графіком ППР, затвердженим головним інженером підприємства. Дані про виконані регламентні роботи фіксуються у паспорті верстата. Результати електровипробувань реєструються в журналі технічного стану електрообладнання.

На кожному агрегатному верстаті повинна бути прикріплена табличка з інвентарним номером, вказаним ПІБ відповідальної особи, а також вивішена інструкція з безпечної експлуатації (відповідно до ДСТУ EN ISO 12100).

Обладнання робочого місця. Навколо агрегатного верстата повинна бути виділена зона для розміщення технологічної оснастки, заготовок, готової продукції та відходів виробництва. Установлення елементів, маса яких перевищує 20 кг, повинно здійснюватися із використанням вантажопідіймальних механізмів (тельфери, крани-балки), обладнаних

сертифікованими захватними пристроями.

Техніка безпеки під час роботи

- Забороняється працювати зі зношеним, несправним чи непристосованим для даного виду робіт інструментом.
- Категорично заборонено видаляти стружку руками або інструментами під час обертання шпинделя.
- Кріплення заготовок і інструменту має здійснюватись тільки за допомогою відповідних пристроїв: лещат, кондукторів, вибивачів, виконаних із м'яких металів (мідь, латунь) для запобігання утворенню іскор або відколів.
- Установлення та центрування ріжучого інструменту в шпинделі повинні виконуватися після повного зупинення верстата.
- Використання патронів та свердел з деформованими або зношеними хвостовиками заборонено.
- Забороняється працювати у рукавицях або утримувати заготовки руками під час обробки.

Додаткові положення

- Під час обслуговування багатошпиндельних головок необхідно користуватись спеціальними опорами, які унеможливають їх падіння у разі обриву підвішувального механізму.
- Порушення вимог особистої гігієни та санітарно-гігієнічних норм (вживання їжі, куріння, зберігання продуктів у зоні верстата) забороняється.

4.2. Вентиляція виробничих приміщень: технічні вимоги та регламент безпечної експлуатації

Системи промислової вентиляції та кондиціонування повітря повинні бути сконструйовані та експлуатуватися з урахуванням вимог протипожежної безпеки, передбачених державними будівельними нормами (ДБН). Залежно від характеру технологічного процесу та виділення шкідливих речовин, адміністрацією підприємства мають бути встановлені терміни профілактичного

технічного обслуговування: перевірки стану та очищення повітропроводів, фільтрувальних елементів, вогнезатримуючих та протипожежних клапанів, а також іншого допоміжного обладнання вентиляційних установок. Повинен бути визначений алгоритм дій персоналу щодо аварійного відключення систем вентиляції у разі виникнення загрози пожежі або технологічної аварії.

Особа, призначена відповідальною за технічний стан вентиляційного обладнання, повинна мати відповідну кваліфікацію та проходити регулярне навчання з пожежної безпеки. Експлуатація технологічного обладнання у вибухо- та пожежонебезпечних приміщеннях забороняється у разі несправності або відключення елементів систем аспірації (гідрофільтрів, сухих фільтрів, пиловловлювачів, газопоглиначів).

У приміщеннях категорій А і Б, де відбувається виділення вибухонебезпечних речовин (парів, газів, пилу), тамбур-шлюзи повинні бути обладнані системами примусового повітропідпору, які функціонують упродовж усього періоду експлуатації приміщення або зберігання небезпечних речовин. Обладнання для створення повітропідпору має розташовуватися в окремих венткамерах, ізольованих протипожежними перегородками з межею вогнестійкості не менше 0,75 години.

Повітря з домішками горючого пилу, аерозолів чи відходів має бути попередньо очищене перед подачею до вентилятора з використанням інерційних уловлювачів (каменевловлювачів) та магнітних сепараторів для вилучення металевих частинок.

Повітроводи, що транспортують горючі або вибухонебезпечні середовища, не допускається прокладати через підвальні або підпільні простори. У повітропроводах забороняється розміщення сторонніх інженерних комунікацій — трубопроводів горючих рідин, газопроводів, електричних кабелів, а також каналізаційних труб.

Матеріали повітропроводів повинні відповідати групі негорючості згідно з ДСТУ та ДБН. Використання азбестоцементних труб для вентиляційних систем заборонено. Усі металеві елементи витяжних систем, що транспортують

вибухо- або пожежонебезпечні речовини, мають бути заземлені та мати засоби захисту від накопичення електростатичного заряду.

Обладнання систем витяжної вентиляції (включно з вентиляційними камерами, циклонами, фільтрами) має регулярно очищуватись від пилу, жирових відкладень та виробничих залишків. Роботи виконуються згідно з графіком, затвердженим технічною адміністрацією підприємства, з фіксацією результатів в журналі технічного обслуговування.

З метою запобігання засміченню території підприємства горючими відходами, бункери під циклонами повинні бути огорожені металевими чи іншими негорючими конструкціями з дверима, що зачиняються. Інструкцією з пожежної безпеки визначаються граничні допустимі обсяги накопичення відходів та періодичність їх видалення.

Витяжні повітроводи, що транспортують горючі або вибухонебезпечні речовини, повинні мати оглядові люки, ревізійні вузли або розбірні з'єднання для технічного очищення.

При розміщенні вибухозахищених вентиляторів поза межами виробничих приміщень, останні необхідно захищати укриттями із негорючих матеріалів (металеві навіси, огороження з замками).

Контрольні прилади протипожежного захисту вентиляційних систем (вогнезатримуючі клапани, магнітні вловлювачі, пристрої інтеграції з системами пожежної сигналізації й гасіння) повинні проходити технічний огляд не рідше одного разу на півроку.

Заборонено:

- експлуатацію вентиляційного обладнання без вогnezатримуючих пристроїв;
- випалювання забруднень (жиру, пилу) всередині повітроводів;
- перекривання витяжних решіток, каналів, дифузорів;
- використання вентиляційних камер для складування будь-яких матеріалів або устаткування;
- підключення нагрівальних приладів до вентиляційних повітроводів;

- зберігання горючих речовин на відстані меншій за 0,5 м до вентиляційних елементів;

- одночасне відведення через одну вентиляційну лінію несумісних речовин (газів, парів, пилу), що можуть утворювати вибухонебезпечні суміші;

- експлуатація заповнених понад норму циклонів.

Додатково заборонено розміщення компресорних холодильних установок у житлових будівлях, лікувальних закладах, дитячих установах, інтернатах, готелях. Холодильні агрегати компресійного типу з вмістом масла понад 250 кг не можуть розміщуватися безпосередньо під або над приміщеннями масового перебування людей. Аміачні холодильні системи дозволені лише для обслуговування виробничих об'єктів і повинні бути розміщені в окремих ізольованих будівлях або приміщеннях.

Під час експлуатації калориферних установок необхідно:

- дотримуватись нормативної відстані між тепловими елементами та горючими конструкціями (не менше 1,5 м при наявності відкритого нагріву);

- забезпечити постійну справність КВП (контрольно-вимірювальних приладів);

- герметизувати усі зазори між калориферами та будівельними конструкціями негорючими матеріалами;

- здійснювати регулярне очищення калориферів від забруднень пневматичним або гідравлічним способом;

- не допускати наявності отворів у транзитних каналах, що призначені для подачі нагрітого повітря у виробничі приміщення.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено, що деталь “Кришка” УН 063.151 застосовується як базовий та захисний елемент промислового прожектора із параболічним відбивачем, що використовується для освітлення будівель, споруд відкритих просторів різних галузей промисловості, сільського господарства, а також спортивних споруд. Деталь 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 малі припуски на механічне оброблення; для свердління, розвертання отворів та нарізання різьби в отворах використовується агрегатний верстат напівавтомат із багатоінструментальними наладками та багатошпиндельними насадками замість вертикально-свердлильних та різенарізних верстатів; для свердління малих отворів із фасками використовуються комбіновані свердла із швидкоріжучої сталі.

Вдосконалення технологічного процесу дозволяють зменшити в 3,6 раз 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.