

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
корпуса 732144.058

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Данилюк О.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Пилипець М.І.
(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)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

“Розроблення технологічного процесу механічного оброблення корпусу 732144.058” студента групи МП-41 Данилюка О.Д. Керівник роботи - доктор техн. наук, професор Пилипець М.І.

Мета роботи – вдосконалити базовий технологічний процес механічного оброблення корпусу 732144.058.

У першій частині, враховуючи проведені розрахунки та критерії, за кількісними та якісними показниками деталь “Корпус” 732144.058 є технологічною. Проведено аналіз креслення та технічних вимог деталі. Визначено, що базовий технологічний процес виготовлення деталі відповідає дрібносерійному типу виробництва, що пов’язано із використанням універсального технологічного обладнання без засобів автоматизації, для базування та затиску заготовок на верстатах встановлено пристрої з ручним приводом механізмів затиску.

Річна програма випуску 75000 шт, що вказана у завданні, відповідає великосерійному типу виробництва, тому у проектному технологічному процесі запроваджено зміни для підвищення продуктивності праці.

У другій частині визначено тип виробництва – великосерійний на основі даних штучного часу на кожну із операцій базового технологічного процесу. Метод ґрунтується на розрахунку коефіцієнта закріплення операцій.

Коефіцієнт використання матеріалу для лиття під тиском у прес-форму є вищим ніж для лиття в піщані форми, що формуються за металевими моделями, тому для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі вибрано перший спосіб. Проведено вибір обладнання, інструментів, розраховано припуски, режими різання та технічні норми часу. Розроблено технологічний процес механічного оброблення корпусу 732144.058.

У третій частині для одночасного оброблення отворів деталі “Корпус” 732144.058 на 020 агрегатній операції проведено проектування 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. Захист технологічного обладнання від дії статичної електрики.....	
4.2. Правові гарантії працівників щодо безпеки праці при укладенні трудових договорів.....	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки	

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі здійснено проектування технологічного процесу механічного оброблення деталі “Корпус” 732144.058 для умов великосерійного типу виробництва. Деталь застосовується як базовий елемент світлодіодного промислового світильника, що використовується для освітлення пожежонебезпечних зон приміщень нафтопереробної, газової, хімічної та інших галузей промисловості. Корпус 732144.058 призначений для взаємного розміщення та захисту електричних компонентів світильника. Деталь за даними із виданого креслення виготовляється із сплаву АК12.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі “Корпус” 732144.058 відповідає дрібносерійному типу виробництва, що пов’язано із використанням універсального технологічного обладнання без засобів автоматизації, для базування та затиску заготовок на верстатах встановлено пристрої з ручним приводом механізмів затиску.

Річна програма випуску, що вказана у завданні, відповідає великосерійному типу виробництва. Тому при розробленні проектного технологічного процесу необхідно внести такі зміни: для виготовлення заготовки можна застосовувати методи литва із підвищеною точністю, зокрема, литво під тиском, що дозволяють одержувати тонкостінні ребра жорсткості та зменшувати кількість переходів механічного оброблення поверхонь; для розточування великих отворів та підрізання торців можна використовувати токарні багатошпиндельні горизонтальні напівавтомати із багаотоінструментальними наладками; для свердління малих отворів та нарізання в них різьби можна використовувати агрегатні верстати напівавтомати із багаотоінструментальними наладками та багатошпиндельними насадками; для свердління малих отворів із фасками доцільно використовувати комбіновані свердла із швидко ріжучої сталі; для формування різьби великого діаметра доцільно використовувати фрезерування.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Корпус” 732144.058 застосовується як базовий елемент світлодіодного промислового світильника, що використовується для освітлення пожежонебезпечних зон приміщень нафтопереробної, газової, хімічної та інших галузей промисловості. Основне призначення деталі – це взаємне розміщення та захист електричних компонентів світильника.

Основними конструктивними елементами для виконання функціональних характеристик вказаного корпусу є: внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 130H9(^{+0,1})$; Ra2,5, яка призначена для встановлення радіатора, на якому кріпляться світлодіоди; внутрішня різьова поверхня M100×2-7H; Ra6,3 – призначена для загвинчування кришки; торцева поверхня 81h14($_{-0,87}$); Ra6,3 призначена для точного позиціонування корпусу з кільцем; торцева поверхня 81h14($_{-0,87}$); Ra12,5 призначена для точного позиціонування корпусу з кришкою; два отвори $\varnothing 8,2H14(^{+0,36})$; Ra12,5 – для кріплення ліри; різьовий отвір M6-7H; Ra6,3 – для кріплення гвинта заземлення; два різьових отвори M6-7H; $68\pm 0,3$; Ra6,3 – для кріплення драйвера світлодіодів; чотири отвори $\varnothing 9H14(^{+0,36})$; $\varnothing 210\pm 0,5$; Ra12,5 – для забезпечення кріплення кільця до корпусу гвинтами; чотири отвори $\varnothing 18H14(^{+0,43})$; $\varnothing 210\pm 0,5$; Ra12,5 – для встановлення чотирьох заглушок; два різьових отвори M30×1,5-7H; Ra6,3 – для загвинчування фланця, який забезпечує підвід та затиск кабелю.

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

Деталь “Корпус” 732144.058 за даними із виданого креслення виготовляється із сплаву АК12 на основі алюміній та кремній. Необхідність застосування такого матеріалу визначається вимогами, які повинен забезпечувати промисловий світильник. Основними позитивними

характеристиками сплаву АК 12 є його корозійна стійкість, добрі ливарні властивості та мала питома густина відносно густини сталі або чавуну. Вміст кремнію у сплаві коливається в 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 проектування технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 732144.058 на першому етапі проводимо аналіз технічних вимог та показників якості поверхонь деталі. Після аналізу вимог до точності та шорсткості поверхням присвоєно номери та відображено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Аналіз технічних вимог та показників якості поверхонь деталі “Корпус” 732144.058

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4
1	Торцева поверхня 81h14 _(-0,87)	14	Ra6,3
2	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 130H9^{(+0,1)}$	9	Ra2,5
3	Внутрішня торцева поверхня 7 $\pm 0,1$	14	Ra6,3

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
4	Внутрішня фаска $1 \times 45^\circ$	14	Ra12,5
5	Торцева поверхня $81h14_{(-0,87)}$	14	Ra12,5
6	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 104H14^{(+0,87)}$	14	Ra12,5
7	Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 97,9^{+0,4}$ під різь М100×2-7Н	13	Ra6,3
8	Внутрішня різева поверхня М100×2-7Н	11	Ra6,3
9	Канавка внутрішня $\varnothing 102H14^{(+0,87)}$; $8H14^{(+0,36)}$; 45°	14	Ra12,5
10	Внутрішня фаска $1,5 \times 45^\circ$	14	Ra12,5
11	Внутрішня торцева поверхня $2 \pm 0,1$	14	Ra12,5
12,13	Два отвори $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$; $42 \pm 0,3$	14	Ra12,5
14,15	Два отвори $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}$; $69 \pm 0,3$	14	Ra12,5
16,17	Два отвори $\varnothing 28,43^{+0,3}$; $l=28$ під різь М30×1,5-7Н	13	Ra6,3
18,19	Дві внутрішні фаска $1,6 \times 45^\circ$	14	Ra12,5
20,21	Два різевих отвори М30×1,5-7Н; $l=20$	13	Ra6,3
22	Отвір $\varnothing 20,5^{+0,3}$ під різь М22×1,5-7Н	13	Ra6,3
23	Внутрішня фаска $1,5 \times 45^\circ$	14	Rz50
24	Різевий отвір М22×1,5-7Н	13	Ra6,3
25,26	Два отвори $\varnothing 3,3^{+0,14}$; $68 \pm 0,3$; $l=12$ під різь М4-7Н	13	Ra6,3
27,28	Дві внутрішні фаска $1 \times 45^\circ$	14	Ra12,5
29,30	Два різевих отвори М4-7Н; $l=8$	13	Ra6,3
31-34	Чотири наскрізні отвори $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; $\varnothing 210 \pm 0,5$	14	Ra12,5
35	Отвір глухий $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=14$ під різь М6-7Н	13	Ra6,3
36	Внутрішня фаска $1,5 \times 45^\circ$	14	Ra12,5
37	Різевий отвір М6-7Н; $l=8$	13	Ra6,3
38	Отвір глухий $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=14$ під різь М6-7Н	13	Ra6,3
39	Внутрішня фаска $1,5 \times 45^\circ$	14	Ra12,5
40	Різевий отвір М6-7Н; $l=8$	13	Ra6,3
41-44	Чотири отвори $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$; $\varnothing 210$	14	Ra12,5

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
45-48	Чотири внутрішні фаски $1 \times 45^\circ$	14	Ra12,5
49	Отвір глухий $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=14$ під різь М6-7Н	13	Ra6,3
50	Внутрішня фаска $1,5 \times 45^\circ$	14	Ra12,5
51	Різовий отвір М6-7Н; $l=8$	13	Ra6,3
52	Торцева поверхня $3 \pm 0,1$	14	Ra12,5
53	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 182h14$	14	Ra12,5

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Під час аналізу технологічності деталі “Корпус” 732144.058 враховано програму випуску 75000 шт., що відповідає великосерійному типу виробництва. Також розглянуто вимоги до точності, конфігурації, шорсткості поверхонь та інші технічні вимоги.

Матеріал корпусу сплав АК 12 має хорошу корозійну стійкість, добрі ливарні властивості та малу питому густину порівняно із густиною сталі. Відповідно деталь має меншу вагу та забезпечує корозійну стійкість при дії агресивного оточуючого середовища, в якому розміщено світильник із забезпеченням герметичності корпусу при якісному виготовленні заготовки литтям. Заготовки із такого матеріалу можна виготовляти різними методами литва.

Конструкція корпусу дозволяє виконувати базування та закріплення заготовки для різних методів чорнового та чистового механічного оброблення. Жорсткість деталі є підвищеною за рахунок наявності 24 ребер жорсткості, рівномірно розподілених на поверхні деталі, що є достатнім для прикладання зусиль затиску пристроями із механічним приводом та сил різання. Для забезпечення точності оброблення поверхонь деталі на першій операції доцільно проводити торець та внутрішню циліндричну поверхню, що будуть основними базами на наступних операціях. Тому перша операція буде включати оброблення торця 1 та отвору 2 у розміри $82,2_{-0,87}$, $\varnothing 130^{+0,1}$, $7 \pm 0,1$.

Для оброблення отворів та торців можливе використання стандартних інструментів, зокрема різців, фрез, свердл та мітчиків, а також як обладнання можна використовувати автомати та напівавтомати.

Враховуючи вищевказане, за якісними показниками деталь “Корпус” 732144.058 є технологічною.

Також проведено розрахунок технологічності деталі “Корпус” 732144.058 за трьома кількісними показниками: коефіцієнтом точності, коефіцієнтом шорсткості та коефіцієнтом уніфікації, відповідно до відомих методик та даних із табл. 1.3.

Коефіцієнт точності обробки:

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

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 34 + 13 \cdot 17 + 11 \cdot 1 + 9 \cdot 1}{53} = 13,53;$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{13,53} = 0,93.$$

При $K_{\text{т.ч.}} = 0,93 > 0,8$ деталь “Корпус” 732144.058 є технологічною.

Коефіцієнт шорсткості:

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

$$B_{\text{cp}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{5 \cdot 1 + 4 \cdot 20 + 3 \cdot 32}{53} = 3,42,$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{3,42} = 0,29.$$

При $K_{\text{ш}} = 0,29 > 0,16$ деталь “Корпус” 732144.058 є технологічною.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{\text{у.е.}} = \frac{N_{\text{у.е.}}}{N_{\text{е}}} = \frac{49}{53} = 0,92.$$

При $K_{\text{у.е.}} = 0,92 > 0,6$ деталь “Корпус” 732144.058 є технологічною.

Враховуючи проведені розрахунки та критерії, за кількісними показниками деталь “Корпус” 732144.058 є технологічною.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Основне технологічне устаткування та операції базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 732144.058 у послідовності їх виконання представлено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Основне технологічне устаткування та операції базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 732144.058

Операція	Технологічне обладнання	Технологічне оснащення
005, 010 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16K20	Патрон трьохкулачковий спірально-рейковий Патрон спеціальний
015-035, 045, 055-065 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125	Спеціальні пересувні та поворотні кондуктори з ручним приводом затискних механізмів
040, 050 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125	Спеціальні пересувні та поворотні кондуктори з ручним приводом затискних механізмів
070-090 Різенарізна	Різенарізний верстат 2056	Спеціальні підставки з ручним приводом затискних механізмів

Після аналізу базового технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 732144.058 встановлено параметри, що відповідають дрібносерійному типу виробництва, а саме застосування універсального технологічного обладнання без засобів автоматизації, для базування та затиску заготовок на верстатах встановлено пристрої з ручним приводом механізмів затиску. Для свердління отворів використано спеціальні пересувні та поворотні кондуктори. Для механічної обробки поверхонь деталі використовуються стандартні

універсальні ріжучі (різці, свердла, zenківки, мітчики) та вимірювальні інструменти.

1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

У першій частині роботи проведено аналіз креслення та технічних вимог деталі “Корпус” 732144.058 як базового елемента світлодіодного промислового світильника, що використовується для освітлення пожежонебезпечних зон приміщень нафтопереробної, газової, хімічної та інших галузей промисловості. Розглянуто способи досягнення вказаних вимог, а також напрямки для розроблення проектного технологічного процесу механічного оброблення корпусу і вибору способу виготовлення заготовки. Враховуючи аналіз конструкції, за якісними та кількісними показниками деталь “Корпус” 732144.058 є технологічною.

Матеріал деталі сплав АК 12 має хорошу корозійну стійкість, добрі ливарні властивості та малу питому густину порівняно із густиною сталі. Відповідно деталь має меншу вагу та забезпечує корозійну стійкість при дії агресивного оточуючого середовища, в якому розміщено світильник із забезпеченням герметичності корпусу при якісному виготовленні заготовки литтям. Заготовки із такого матеріалу можна виготовляти різними методами литва.

Для забезпечення точності оброблення поверхонь деталі на першій операції доцільно проводити торець та внутрішню циліндричну поверхню, що будуть основними базами на наступних операціях. Тому перша операція буде включати оброблення торця 1 та отвору 2 у розміри $82,2_{-0,87}$, $\varnothing 130^{+0,1}$, $7 \pm 0,1$.

Для оброблення отворів та торців можливе використання стандартних інструментів, зокрема різців, фрез, сверدل та мітчиків, а також як обладнання можна використовувати автомати та напіваавтомати.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі “Корпус” 732144.058 відповідає дрібносерійному типу виробництва, що пов’язано із використанням

універсального технологічного обладнання без засобів автоматизації, для базування та затиску заготовок на верстатах встановлено пристрої з ручним приводом механізмів затиску.

Річна програма випуску 75000 шт, видана завданням, відповідає великосерійному типу виробництва. Тому при розробленні проектного технологічного процесу необхідно внести такі зміни:

- для виготовлення заготовки можна застосовувати методи литва із підвищеною точністю, зокрема, литво під тиском, що дозволяють одержувати тонкостінні ребра жорсткості та зменшувати кількість переходів механічного оброблення поверхонь;

- для розточування великих отворів та підрізання торців можна використовувати токарні багатошпиндельні горизонтальні напівавтомати із багаотоінструментальними наладками;

- для свердління малих отворів та нарізання в них різьби можна використовувати агрегатні верстати напівавтомати із багаотоінструментальними наладками та багатошпиндельними насадками;

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

- для формування різьби великого діаметра доцільно використовувати фрезерування.

Зміни базового технологічного процесу дозволяють підвищити продуктивність виготовлення деталі “Корпус” 732144.058 для умов великосерійного типу виробництва.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення типу виробництва

При визначенні типу виробництва виготовлення деталі “Корпус” 732144.058 із програмою випуску $N = 75000$ шт., з врахуванням її складності та маси $m = 1,8$ кг, визначено табличним методом тип виробництва великосерійний.

Також для розроблення проектного технологічного процесу розрахунок типу виробництва проведемо аналітичним методом на основі даних штучного часу на кожну із операцій базового технологічного процесу. Метод ґрунтується на розрахунку коефіцієнта закріплення операцій.

Перелік операцій базового технологічного процесу та відповідний їм штучний час при виготовленні деталі “Корпус” 732144.058 представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік операцій базового технологічного процесу та штучного часу при виготовленні деталі “Корпус” 732144.058

Операція	($T_{шт.}$), хв.	Операція	($T_{шт.}$), хв.
005 Токарно-гвинторізна	2,01	050 Вертикально-свердлильна	0,856
010 Токарно-гвинторізна	8,27	055 Вертикально-свердлильна	0,6
015 Вертикально-свердлильна	0,744	060 Вертикально-свердлильна	0,63
020 Вертикально-свердлильна	0,601	065 Вертикально-свердлильна	0,63
025 Вертикально-свердлильна	0,653	070 Різенарізна	0,66
030 Вертикально-свердлильна	0,72	075 Різенарізна	0,624
035 Вертикально-свердлильна	0,6	080 Різенарізна	0,84
040 Вертикально-свердлильна	0,808	085 Різенарізна	0,84
045 Вертикально-свердлильна	0,6	090 Різенарізна	0,768

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;

$$\eta_{з.н.} = 0,75.$$

$$m_{p005} = \frac{75000 \cdot 2,01}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 1,7. P_{005} = 2 \text{ верстат.}$$

$$m_{p010} = \frac{75000 \cdot 8,27}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 6,96. P_{010} = 8 \text{ верстатів.}$$

$$m_{p015} = \frac{75000 \cdot 0,744}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,63. P_{015} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p020} = \frac{75000 \cdot 0,601}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,506. P_{020} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p025} = \frac{75000 \cdot 0,653}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,55. P_{025} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p030} = \frac{75000 \cdot 0,72}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,606. P_{030} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p035} = \frac{75000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,505. P_{035} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p040} = \frac{75000 \cdot 0,808}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,68. P_{040} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p045} = \frac{75000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,505. P_{045} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p050} = \frac{75000 \cdot 0,856}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,72. P_{050} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p055} = \frac{75000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,505. P_{055} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p060} = \frac{75000 \cdot 0,63}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,53. P_{060} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p065} = \frac{75000 \cdot 0,63}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,53. P_{065} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p070} = \frac{75000 \cdot 0,66}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,56. P_{070} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p075} = \frac{75000 \cdot 0,624}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,526 . P_{075} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p075} = \frac{75000 \cdot 0,624}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,526 . P_{075} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p080} = \frac{75000 \cdot 0,84}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,707 . P_{080} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p085} = \frac{75000 \cdot 0,84}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,707 . P_{085} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p090} = \frac{75000 \cdot 0,768}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,65 . P_{090} = 1 \text{ верстат.}$$

Фактичні коефіцієнти завантаження обладнання [1]:

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

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{1,7}{2} = 0,85 .$$

$$\eta_{з.ф.010} = \frac{6,96}{8} = 0,84 .$$

$$\eta_{з.ф.015} = \frac{0,63}{1} = 0,63 .$$

$$\eta_{з.ф.020} = \frac{0,506}{1} = 0,506 .$$

$$\eta_{з.ф.025} = \frac{0,55}{1} = 0,55 .$$

$$\eta_{з.ф.030} = \frac{0,606}{1} = 0,606 .$$

$$\eta_{з.ф.035} = \frac{0,505}{1} = 0,505 .$$

$$\eta_{з.ф.040} = \frac{0,68}{1} = 0,68 .$$

$$\eta_{з.ф.045} = \frac{0,505}{1} = 0,505 .$$

$$\eta_{3.ф.050} = \frac{0,72}{1} = 0,72 .$$

$$\eta_{3.ф.055} = \frac{0,505}{1} = 0,505 .$$

$$\eta_{3.ф.060} = \frac{0,53}{1} = 0,53 .$$

$$\eta_{3.ф.065} = \frac{0,53}{1} = 0,53 .$$

$$\eta_{3.ф.070} = \frac{0,56}{1} = 0,56 .$$

$$\eta_{3.ф.075} = \frac{0,526}{1} = 0,526 .$$

$$\eta_{3.ф.080} = \frac{0,707}{1} = 0,707 .$$

$$\eta_{3.ф.085} = \frac{0,707}{1} = 0,707 .$$

$$\eta_{3.ф.090} = \frac{0,65}{1} = 0,65 .$$

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

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

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,85} = 0,88 . \quad O_{005} = 1 \text{ операція.}$$

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,84} = 0,89 . \quad O_{010} = 1 \text{ операція.}$$

$$O_{015} = \frac{0,75}{0,63} = 1,2 . \quad O_{015} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{020} = \frac{0,75}{0,506} = 1,3 . \quad O_{020} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,55} = 1,36 . \quad O_{025} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{030} = \frac{0,75}{0,606} = 1,24 . \quad O_{030} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{035} = \frac{0,75}{0,505} = 1,49. \quad O_{035} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{040} = \frac{0,75}{0,68} = 1,1. \quad O_{040} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{045} = \frac{0,75}{0,505} = 1,49. \quad O_{045} = 2 \text{ операцію.}$$

$$O_{050} = \frac{0,75}{0,72} = 1,04. \quad O_{050} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{055} = \frac{0,75}{0,505} = 1,49. \quad O_{055} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{060} = \frac{0,75}{0,53} = 1,42. \quad O_{060} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{065} = \frac{0,75}{0,53} = 1,42. \quad O_{065} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{070} = \frac{0,75}{0,56} = 1,34. \quad O_{070} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{075} = \frac{0,75}{0,526} = 1,43. \quad O_{075} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{080} = \frac{0,75}{0,707} = 1,06. \quad O_{080} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{085} = \frac{0,75}{0,707} = 1,06. \quad O_{085} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{090} = \frac{0,75}{0,65} = 1,15. \quad O_{090} = 2 \text{ операції.}$$

Коефіцієнт закріплення операцій [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{34}{27} = 1,26.$$

Для $K_{з.о.} = 1,26$ тип виробництва – великосерійний.

Визначаємо період виготовлення деталей [1]:

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

$$t_b = \frac{60 \cdot 3979}{75000} = 3,18 \text{ хв.}$$

Величина однієї партії деталей [1]:

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

де $F=257$ днів

$$n = \frac{75000 \cdot 5}{257} = 1459 \text{ шт.}$$

Кількість робочих змін [1]:

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

де

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

$$T_{шкс} = \frac{31,269}{18} = 1,74 \text{ хв.}$$

$$C = \frac{1,74 \cdot 1459}{476 \cdot 0,8} = 5,4 \text{ зміни.}$$

Приймаємо $C_{пр} = 6$ змін.

Величина партії деталей [1]:

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

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 6}{1,74} = 1314 \text{ шт.}$$

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Матеріал деталі “Корпус” 732144.058 сплав АК 12 має добрі ливарні властивості. Застосування такого матеріалу дозволяє використовувати для виготовлення заготовки різні методи литва.

Знаходження кращого із двох методів виготовлення заготовок здійснюємо за коефіцієнтом використання матеріалу. Розглянуто такі способи виготовлення заготовки:

- 1) лиття в піщані форми, що формуються за металевими моделями;
- 2) лиття під тиском у прес-форму.

Для першого способу виготовлення заготовки: 11 клас точності розмірів; 3 ряд припусків. Для другого способу виготовлення заготовки: 7 клас точності розмірів; 1 ряд припусків.

Виконуємо проектування заготовок при формуванні двома вказаними методами, визначаємо припуски на механічне оброблення та розміри поверхонь із допусками. Для визначення маси заготовки проводимо розрахунок маси припусків та додаємо до маси готової деталі 1,8 кг.

Результати розрахунку загальних припусків деталі “Корпус” 732144.058 представлено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку загальних припусків деталі “Корпус” 732144.058

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, що формуються за металевими моделями				
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 130H9^{(+0,1)}$	Ra2,5	5,0	$6,5 \times 2 = 13,0$	$\varnothing 117 \pm 2,5$

Закінчення таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 97,9^{+0,4}$ під різь M100×2-7H	Ra6,3	4,4	$5,0 \times 2 = 10,0$	$\varnothing 87,9 \pm 2,2$
Торцева поверхня 81h14 _(-0,87)	Ra6,3; Ra12,5	4,4	$5,0 \times 2 = 10,0$	$91 \pm 2,2$
Отвір $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$; $42 \pm 0,3$	Ra12,5	3,2	$4,2 \times 2 = 8,4$	$\varnothing 9,6 \pm 1,6$
Отвір $\varnothing 20,5^{+0,3}$ під різь M22×1,5-7H	Ra6,3	3,2	$4,2 \times 2 = 8,4$	$\varnothing 12,1 \pm 1,6$
2) лиття під тиском у прес-форму				
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 130H9^{(+0,1)}$	Ra2,5	1,2	$2,0 \times 2 = 4,0$	$\varnothing 126 \pm 0,6$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 97,9^{+0,4}$ під різь M100×2-7H	Ra6,3	1,1	$1,2 \times 2 = 2,4$	$\varnothing 95,5 \pm 0,55$
Торцева поверхня 81h14 _(-0,87)	Ra6,3; Ra12,5	1,1	$1,2 \times 2 = 2,4$	$83,4 \pm 0,55$
Внутрішня торцева поверхня $7 \pm 0,1$	Ra6,3	0,64	1,0	$6 \pm 0,32$ ($7,2 \pm 0,32$ на кресленні)
Отвір $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$; $42 \pm 0,3$	Ra12,5	0,8	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 16 \pm 0,4$
Отвір $\varnothing 20,5^{+0,3}$ під різь M22×1,5-7H	Ra6,3	0,8	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 18,5 \pm 0,4$
Торцева поверхня $3 \pm 0,1$	Ra12,5	0,5	0,8	$2,2 \pm 0,25$ ($3,4 \pm 0,25$ на кресленні)
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 182h14$	Ra12,5	1,4	$1,6 \times 2 = 3,2$	$\varnothing 185,2 \pm 0,7$

Креслення двох варіантів виготовлення заготовки представлено на рис. 2.1 (лиття в піщані форми, що формуються за металевими моделями) та на рис. 2.2 (лиття під тиском у прес-форму).

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, що формуються за металевими моделями:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (130^2 - 117^2) \cdot 7}{4} = 17644,45 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (97,9^2 - 87,9^2) \cdot 23}{4} = 33546,2 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (130^2 - 117^2) \cdot 3,2}{4} = 8066,03 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{\pi \cdot (198^2 - 182^2) \cdot 3}{4} = 14318,4 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot (198^2 - 117^2) \cdot 5}{4} = 100146,4 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр6}} = \frac{\pi \cdot (110^2 - 87,9^2) \cdot 5}{4} = 17166,3 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр7}} = \frac{\pi \cdot (18^2 - 9,6^2) \cdot 5}{4} \cdot 2 = 1819,9 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр8}} = \frac{\pi \cdot (28,43^2 - 9,6^2) \cdot 28}{4} \cdot 2 = 31480,0 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр9}} = \frac{\pi \cdot (20,5^2 - 12,1^2) \cdot 20}{4} = 4299,3 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр10}} = \frac{\pi \cdot 9^2 \cdot 5}{4} \cdot 4 = 1255,5 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр11}} = \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 14}{4} \cdot 3 = 274,75 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр12}} = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 12}{4} \cdot 2 = 301,44 \text{ мм}^3;$$

$$V_{np13} = \frac{\pi \cdot 8,2^2 \cdot 5}{4} \cdot 2 = 527,83 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np} = \sum V_{np_i};$$

$$V_{np} = 230846,504 \text{ мм}^3 = 230,85 \text{ см}^3.$$

Для лиття під тиском у прес-форму:

$$V_{np1} = \frac{\pi \cdot (130^2 - 126^2) \cdot 7}{4} = 5626,88 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np2} = \frac{\pi \cdot (97,9^2 - 93,5^2) \cdot 23}{4} = 15205,2 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np3} = \frac{\pi \cdot (130^2 - 117^2) \cdot 1}{4} = 2520,64 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np4} = \frac{\pi \cdot (198^2 - 182^2) \cdot 0,8}{4} = 3818,24 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np5} = \frac{\pi \cdot (182^2 - 126^2) \cdot 1,2}{4} = 16247,62 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np6} = \frac{\pi \cdot (110^2 - 93,5^2) \cdot 1,2}{4} = 3163,0 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np7} = \frac{\pi \cdot (18^2 - 16^2) \cdot 5}{4} \cdot 2 = 533,8 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np8} = \frac{\pi \cdot (28,43^2 - 16^2) \cdot 28}{4} \cdot 2 = 23968,3 \text{ мм}^3$$

$$V_{np9} = \frac{\pi \cdot (20,5^2 - 18,5^2) \cdot 20}{4} = 1224,6 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np10} = \frac{\pi \cdot 9^2 \cdot 5}{4} \cdot 4 = 1255,5 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np11} = \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 14}{4} \cdot 3 = 274,75 \text{ мм}^3.$$

$$V_{np12} = \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 12}{4} \cdot 2 = 301,44 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр13}} = \frac{\pi \cdot 8,2^2 \cdot 5}{4} \cdot 2 = 527,83 \text{ мм}^3$$

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

$$V_{\text{пр}} = 74134,03 \text{ мм}^3 = 74,13 \text{ см}^3.$$

Визначаємо масу припуску:

– для лиття в піщані форми, що формуються за металевими моделями:

$$m_{\text{пр1}} = 230,85 \cdot 2,6 = 600,21 \text{ г} = 0,6 \text{ кг.}$$

– для лиття під тиском у прес-форму:

$$m_{\text{пр2}} = 74,13 \cdot 2,6 = 1931,8 \text{ г} \approx 0,2 \text{ кг.}$$

Визначаємо масу заготовок:

– для лиття в піщані форми, що формуються за металевими моделями:

$$Q_1 = 1,8 + 0,6 = 2,4 \text{ кг.}$$

– для лиття під тиском у прес-форму:

$$Q_2 = 1,8 + 0,2 = 2,0 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

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

– для лиття в піщані форми, що формуються за металевими моделями:

$$K_{\text{в.м.1}} = \frac{1,8}{2,4} = 0,75;$$

– для лиття під тиском у прес-форму:

$$K_{\text{в.м.2}} = \frac{1,8}{2,0} = 0,9.$$

Отже, коефіцієнт використання матеріалу для лиття під тиском у прес-форму є вищим ніж для лиття в піщані форми, що формуються за металевими моделями, тому для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі “Корпус” 732144.058 вибираємо другий спосіб.

2.3. Вибір технологічних баз

Для механічного оброблення поверхонь деталі “Корпус” 732144.058 використовуються чорнові та чистові бази. На першій операції здійснюється оброблення торцевої поверхні 1 та отвору 2, які є основними базами на наступних операціях.

На першій операції як базові поверхні використовуються внутрішній необроблений отвір 7 та необроблений торець 5.

На другій, третій та п'ятій операціях як базові поверхні використовуються торцева поверхня 1 та отвір 2.

На четвертій операції як базові поверхні використовуються внутрішня циліндрична поверхня 7 з упором в необроблений торець та отвір 41.

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

Для проектування маршруту оброблення деталі “Корпус” 732144.058 розроблено два різних варіанти оброблення поверхонь. На основі двох варіантів сформовано остаточний маршрут, що забезпечує формування параметрів якості оброблених поверхонь із мінімальними переходами, а також можливості використання напівавтоматів та принципу концентрації операцій.

Два варіанти оброблення поверхонь деталі “Корпус” 732144.058 представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Варіанти оброблення поверхонь деталі “Корпус” 732144.058

№ 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, 5	Торцева поверхня 81h14 _(-0,87)	14	Ra6,3	Напівчистове точіння	—
2	Внутрішня циліндрична поверхня Ø130H9 ^(+0,1)	9	Ra2,5	Напівчистове розточування Чистове розточування	—
3	Внутрішня торцева поверхня 7±0,1	14	Ra6,3	Напівчистове розточування	—
4	Внутрішня фаска 1×45°	14	Ra12,5	Напівчистове розточування	—
6	Внутрішня циліндрична поверхня Ø104H14 ^(+0,87)	14	Ra12,5	Напівчистове розточування	—
7	Внутрішня циліндрична поверхня Ø97,9 ^{+0,4} під різь М100×2-7H	13	Ra6,3	Напівчистове розточування	—
8	Внутрішня різева поверхня М100×2-7H	11	Ra6,3	Фрезерування різьби гребінчастою фрезою	Нарізання різьби різцем
9	Канавка внутрішня Ø102H14 ^(+0,87) ; 8H14 ^(+0,36) ; 45°	14	Ra12,5	Напівчистове розточування	—
10	Внутрішня фаска 1,5×45°	14	Ra12,5	Напівчистове розточування	—
11	Внутрішня торцева поверхня 2±0,1	14	Ra12,5	Напівчистове розточування	—
12, 13	Два отвори Ø18H14 ^(+0,43) ; 42±0,3	14	Ra12,5	Розсвердлювання	—
14, 15	Два отвори Ø8,2H14 ^(+0,36) ; 69±0,3	14	Ra12,5	Свердління по кондуктору	—
16, 17	Два отвори Ø28,43 ^{+0,3} під різь М30×1,5-7H	13	Ra6,3	Розсвердлювання	—
18, 19	Дві внутрішня фаска 1,6×45°	14	Ra12,5	Формування комбінованим свердлом	Зенкування

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
20,2 1	Два різевих отвори М30×1,5-7Н	13	Ra6,3	Нарізання різьби мітчиком	—
22	Отвір $\varnothing 20,5^{+0,3}$ під різь М22×1,5-7Н	13	Ra6,3	Розсвердлю- вання	—
23	Внутрішня фаска 1,5×45°	14	Rz50	Формування комбінованим свердлом	Зенкування
24	Різовий отвір М22×1,5-7Н	13	Ra6,3	Нарізання різі мітчиком	—
25, 26	Два отвори $\varnothing 3,3^{+0,14}$; 68±0,3; l=12 під різь М4-7Н	13	Ra6,3	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
27, 28	Дві внутрішні фаска 1×45°	14	Ra12,5	Формування комбінованим свердлом	Зенкування
29, 30	Два різевих отвори М4-7Н	13	Ra6,3	Нарізання різі мітчиком	—
31- 34	Чотири наскрізні отвори $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; $\varnothing 210\pm 0,5$	14	Ra12,5	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
35	Отвір глухий $\varnothing 4,95^{+0,26}$; під різь М6-7Н	13	Ra6,3	Свердління по кондуктору	—
36	Внутрішня фаска 1,5×45°	14	Ra12,5	Формування комбінованим свердлом	Зенкування
37	Різовий отвір М6-7Н	13	Ra6,3	Нарізання різі мітчиком	—
38	Отвір глухий $\varnothing 4,95^{+0,26}$ під різь М6-7Н	13	Ra6,3	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
39	Внутрішня фаска 1,5×45°	14	Ra12,5	Формування комбінованим свердлом	Зенкування
40	Різовий отвір М6-7Н	13	Ra6,3	Нарізання різі мітчиком	—
41- 44	Чотири отвори $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$	14	Ra12,5	Розсвердлю- вання	—
45- 48	Чотири внутрішні фаски 1×45°	14	Ra12,5	Формування комбінованим свердлом	Зенкування

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
49	Отвір глухий $\varnothing 4,95^{+0,26}$, під різь М6-7Н	13	Ra6,3	Свердління по кондуктору	Центрування Свердління
50	Внутрішня фаска $1,5 \times 45^\circ$	14	Ra12,5	Формування комбінованим свердлом	Зенкування
51	Різовий отвір М6-7Н	13	Ra6,3	Нарізання різі мітчиком	—
52	Торцева поверхня $3 \pm 0,1$	14	Ra12,5	Напівчистове точіння	—
53	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 182h14$	14	Ra12,5	Напівчистове точіння	Напівчисто- ве точіння поперечною подачею

Із варіантів маршрутів оброблення деталі сформовано остаточний маршрут, що відповідає великосерійному типу виробництва. Розточування великих отворів та підрізання торців виконується на токарних багатошпиндельних горизонтальних напівавтоматах із багаотіінструментальними наладками. Свердління малих отворів та нарізання в них різьби виконується на агрегатних верстатах напівавтоматах із багаотіінструментальними наладками та багатошпиндельними насадками. Для свердління малих отворів із фасками використовуються комбіновані свердла із швидко ріжучої сталі. Для формування різьби великого діаметра використовується фрезерування на різьбофрезерному верстаті.

005 Токарна напівавтоматна операція

Позиція I. Встановити заготовку, закріпити. Зняти деталь.

Позиція II. Підрізати остаточно торці 1 та 52 з обробкою зовнішньої циліндричної поверхні 53, витримуючи розміри $82,2_{-0,87}$; $3 \pm 0,1$; $\varnothing 182_{-1,15}$ з поперечного супорта одночасно.

Позиція III. Розточити попередньо отвір 2 з остаточною підрізкою торця 3, витримуючи розміри $\varnothing 129,68^{+0,25}$; $7 \pm 0,1$ з поздовжнього супорта одночасно.

Позиція IV. Розточити остаточно отвір 2, витримуючи розміри $\varnothing 130^{+0,1}$ з поздовжнього супорта.

Перевірити розміри: $82,2_{-0,87}$; $3 \pm 0,1$; $\varnothing 182_{-1,15}$; $7 \pm 0,1$; $\varnothing 130^{+0,1}$.
Контроль 30%

010 Токарна напівавтоматна

Позиція II. Підрізати остаточно торець 5 з поперечного супорта; розточити остаточно отвори 6 та 7 з підрізкою внутрішнього торця 11, витримуючи розміри $81_{-0,87}$; $\varnothing 104^{+0,87}$; $\varnothing 97,9^{+0,4}$; $2 \pm 0,1$ з поздовжнього супорта одночасно.

Позиція III. Розточити остаточно внутрішню фаску 10, витримуючи розмір $1,5 \times 45^\circ$ з поздовжнього супорта.

Позиція IV. Розточити остаточно внутрішню канавку 9, витримуючи розміри $\varnothing 102H14(^{+0,87})$; $8H14(^{+0,36})$; 45° з поздовжнього супорта.

Перевірити розміри: $81_{-0,87}$; $\varnothing 104^{+0,87}$; $\varnothing 97,9^{+0,4}$; $2 \pm 0,1$; $1,5 \times 45^\circ$; $\varnothing 102H14(^{+0,87})$; $8H14(^{+0,36})$; 45° Контроль 30%.

015 Агрегатна

Позиція II. Свердлити три отвори 35, 38, 49 одночасно з одночасним формуванням трьох фасок 36, 39, 50 з вертикальної трьохшпindelної силової головки IIa, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=14$; $1,5 \times 45^\circ$; розсвердлити отвір 12, свердлити отвір 14, витримуючи розміри $\varnothing 18H14(^{+0,43})$; $42 \pm 0,3$; $\varnothing 8,2H14(^{+0,36})$; $69 \pm 0,3$ з горизонтальної двохшпindelної силової головки IIб одночасно.

Позиція III. Розсвердлити чотири отвори 41-44 з одночасним формуванням чотирьох фасок 45-48 з чотирьохшпindelної вертикальної силової головки IIIa, витримуючи розміри $\varnothing 18H14(^{+0,43})$; $\varnothing 210$; $1 \times 45^\circ$; розсвердлити отвір 16 з одночасним формуванням фаски 18, витримуючи розміри $\varnothing 28,43^{+0,3}$; $l=28$; $1,6 \times 45^\circ$ з горизонтальної силової головки IIIб одночасно.

Позиція IV. Нарізати різь 37, 40, 51 в трьох отворах з вертикальної трьохшпindelної силової головки IVa, витримуючи розміри M6-7H; $l=8$; нарізати різь 20 з горизонтальної силової головки IVб, витримуючи розміри M30 $\times$ 1,5-7H; $l=20$ одночасно.

Перевірити розміри: $\varnothing 18H14(^{+0,43})$; $42 \pm 0,3$; $\varnothing 8,2H14(^{+0,36})$; $69 \pm 0,3$; $\varnothing 18H14(^{+0,43})$; $\varnothing 210$; $1 \times 45^\circ$; $1,5 \times 45^\circ$; $1,6 \times 45^\circ$; M6-7H; $l=8$; M30 $\times$ 1,5-7H; $l=20$.

Контроль 30%.

020 Агрегатна

Позиція II. Свердлити два отвори 25, 26 з одночасним формуванням двох фасок 27, 28 та свердлити чотири отвори 31-34 з вертикальної шестишпindel'ної силової головки IIa, витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,14}$; $68 \pm 0,3$; $l=12$; $1 \times 45^\circ$; $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; $\varnothing 210 \pm 0,5$; розсвердлити отвір 13, свердлити отвір 15 з горизонтальної двохшпindel'ної силової головки IIб, витримуючи розміри $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$; $42 \pm 0,3$; $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}$; $69 \pm 0,3$ одночасно.

Позиція III. Розсвердлити отвір 22 з одночасним формування фаски 23 з вертикальної силової головки IIIa, витримуючи розмір $\varnothing 20,5^{+0,3}$; $1,5 \times 45^\circ$ розсвердлити отвір 17 з одночасним формуванням фаски 18 з силової горизонтальної силової головки IIIб, витримуючи розміри $\varnothing 28,43^{+0,3}$; $l=28$; $1,6 \times 45^\circ$ одночасно.

Позиція IV. Нарізати різь одночасно в двох отворах 29, 30 з двохшпindel'ної вертикальної силової головки IVa, витримуючи розміри M4-7H; $l=8$; нарізати різь 21 з горизонтальної силової головки IVб, витримуючи розміри M30 $\times$ 1,5-7H; $l=20$ одночасно.

Позиція V. Нарізання різі 24 з вертикальної силової головки Va, витримуючи розміри M22 $\times$ 1,5-7H; $l=20$.

Перевірити розміри: $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$; $42 \pm 0,3$; $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; $\varnothing 210 \pm 0,5$; $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}$; $69 \pm 0,3$; $1 \times 45^\circ$; $1,5 \times 45^\circ$; $1,6 \times 45^\circ$; M4-7H; $l=8$; M30 $\times$ 1,5-7H; M22 $\times$ 1,5-7H. Контроль 30%.

025 Різефрезерна операція

Фрезерування внутрішньої різі 8.

Операція 030 Контроль.

2.5. Визначення припусків на оброблення

Визначення припусків механічного оброблення деталі "Корпус" 732144.058 розробленого технологічного процесу здійснено на основі

використання табличного та аналітично-розрахункового методів. Результати розрахунків представлено у таблиці 2.5.

На рис. 2.3. графічно представлено розподіл припусків та допусків при виконанні переходів оброблення отвору $\varnothing 130H9^{(+0,1)}$, Ra 2,5 на 005 токарній напівавтоматній операції із затиском у патроні трьохкулачковому клиновому.

Таблиця 2.5 – Припуски оброблення деталі “Корпус” 732144.058

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 81h14 _(-0,87)					
Напівчистове точіння	14	Ra12,5	0,87	1,2	81 _{-0,87}
Напівчистове точіння	14	Ra6,3	0,87	1,2	82,2 _{-0,87}
Заготовка	Клас точності 7	R _z 50	1,1		83,4±0,55
Торцева поверхня 3±0,1					
Напівчистове точіння	14	Ra12,5	0,2	0,8	3±0,1
Заготовка	Клас точності 7	R _z 50	0,5	—	2,2 ±0,25 (3,2±0,25 на кресленні)
Внутрішня торцева поверхня 7±0,1					
Напівчистове розточування	14	Ra6,3	0,2	1,0	7±0,1
Заготовка	Клас точності 7	R _z 50	0,64	—	6±0,32 (7,2±0,32 на кресленні)
Отвір $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$					
Розсвердлювання	14	Ra12,5	0,43	1,0 × 2 = 2,0	$\varnothing 18^{+0,43}$
Заготовка	Клас точності 7	R _z 50	0,8	—	$\varnothing 16 \pm 0,4$
Отвір $\varnothing 20,5^{+0,3}$ під різь M22×1,5-7H					

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
Розсвердлювання	14	Ra6,3	0,3	$1,0 \times 2 = 2,0$	$\varnothing 20,5^{+0,3}$
Заготовка	Клас точності 7	R _z 50	0,8	—	$\varnothing 18,5 \pm 0,4$
$\varnothing 28,43^{+0,3}$; l=28 під різь M30×1,5-7H					
Розсвердлювання	13	Ra6,3	0,3	$5,215 \times 2 = 10,43$	$\varnothing 28,43^{+0,3}$
Заготовка	Клас точності 7	R _z 50	0,8	—	$\varnothing 18 \pm 0,4$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 97,9^{+0,4}$ під різь M100×2-7H					
Розточування напівчистове	13	Ra6,3	0,4	$1,2 \times 2 = 2,4$	$\varnothing 97,9^{+0,4}$
Заготовка	Клас точності 7	R _z 50	1,1	—	$\varnothing 95,5 \pm 0,55$
Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 182h14_{(-1,15)}$					
Точіння напівчистове	14	Ra12,5	0,4	$1,6 \times 2 = 3,2$	$\varnothing 182_{-1,15}$
Заготовка	Клас точності 7	R _z 50	1,4	—	$\varnothing 185,2 \pm 0,7$
Канавка внутрішня $\varnothing 102H14^{(+0,87)}$					
Розточування напівчистове	14	Ra12,5	0,87	$2,05 \times 2 = 4,1$	$\varnothing 102^{+0,87}$
Попередньо-оброблена поверхня	13	Ra6,3	0,4	—	$\varnothing 97,9^{+0,4}$
Внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 104H14^{(+0,87)}$					
Розточування напівчистове	14	Ra12,5	0,87	$3,05 \times 2 = 6,1$	$\varnothing 104^{+0,87}$
Попередньо-оброблена поверхня	13	Ra6,3	0,4	—	$\varnothing 97,9^{+0,4}$

За даними рис. 2.3 вносимо зміну розміру поверхні 2 заготовки, який дорівнює $\varnothing 126,1 \pm 0,6$. Габаритні розміри заготовки: $\varnothing 168 \pm 0,7 \times 83,4 \pm 0,55$.

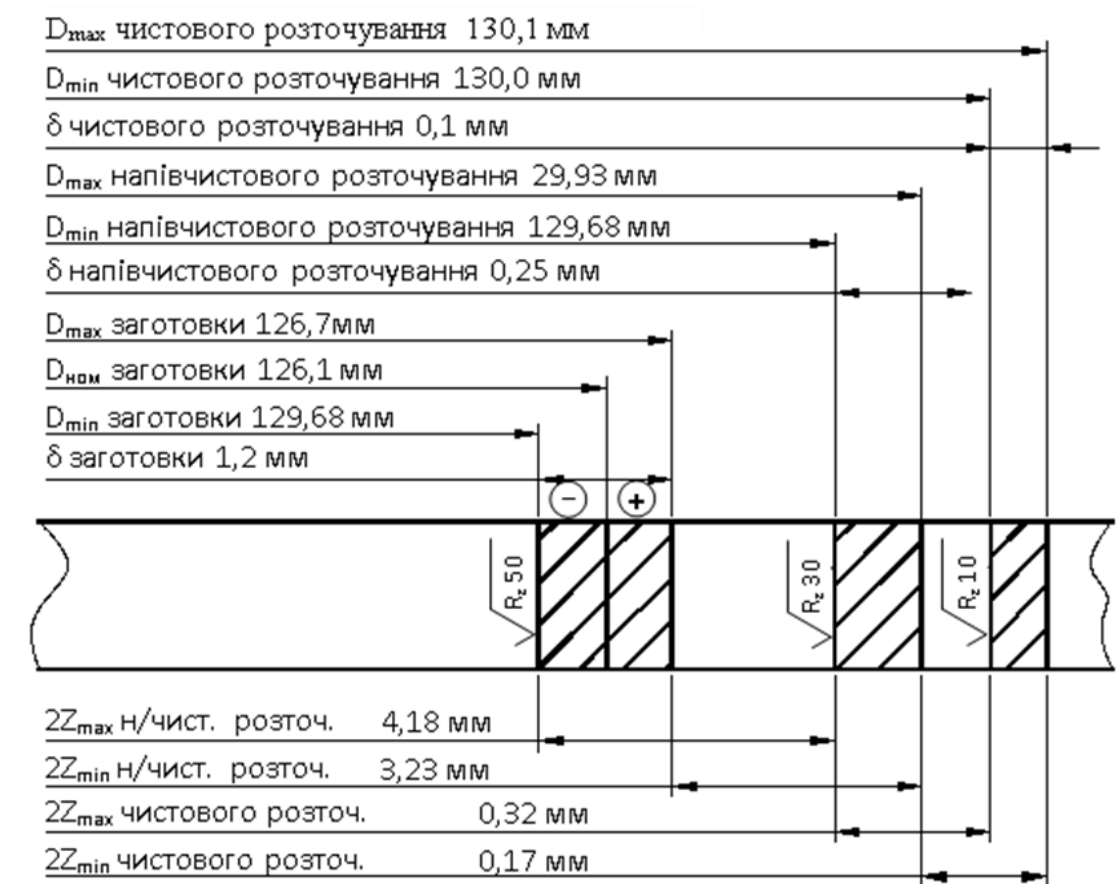


Рисунок 2.3 – Розподіл припусків та допусків при виконанні переходів оброблення отвору $\varnothing 130H9(^{+0,1})$

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання оброблення деталі “Корпус” 732144.058 проведено для 020 агрегатної операції.

020 Агрегатна.

1. Визначаємо глибини різання для кожної силової головки на всіх позиціях:

Позиція II: $t_{IIa1,2} = 1,65$ мм.; $t_{IIa3,4,5,6} = 4,5$ мм; $t_{II67} = 4,1$ мм; $t_{II68} = 1,0$ мм.

Позиція III: $t_{IIIa1} = 1,0$ мм; $t_{III61} = 5,215$ мм.

Позиція IV: $t_{IVa1,2} = 0,202$ мм; $t_{IV63} = 0,433$ мм.

Позиція V: $t_{Va1} = 0,433$ мм.

2. Визначаємо довжину робочого ходу силової головки на всіх позиціях [14]:

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

де:

Позиція II: $l_{різ. IIa1,2} = 12$ мм; $l_{підв. вріз. IIa1,2} = 1,5$ мм.

$l_{різ. IIa3,4,5,6} = 5$ мм; $l_{підв. вріз., пер. IIa3,4,5,6} = 5$ мм.

$l_{різ. IIб7} = 5$ мм; $l_{підв. вріз., пер. IIб7} = 3$ мм.

$l_{різ. IIб8} = 35,3$ мм; $l_{підв. вріз., пер. IIб8} = 10$ мм.

$$L_{p.x. IIa1,2} = 12 + 1,5 = 13,5 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x. IIa3,4,5,6} = 5 + 5 = 10 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x. IIб7} = 5 + 3 = 8 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x. IIб8} = 35,3 + 10 = 45,3 \text{ мм.}$$

Позиція III: $l_{різ. IIIa1} = 20$ мм; $l_{підв. вріз. пер. IIIa1} = 10$ мм. $l_{дод. IIIa1} = 18$ мм.

$l_{різ. IIIб1} = 28$ мм; $l_{підв. вріз. пер. IIIб1} = 15$ мм.

$$L_{p.x. IIIa1} = 20 + 10 + 18 = 48 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x. IIIб1} = 28 + 15 = 43 \text{ мм.}$$

Позиція IV: $l_{різ. IVa1,2} = 8$ мм; $l_{підв. вріз. IVa1,2} = 2,41$ мм;

$l_{різ. IVб3} = 20$ мм; $l_{підв. вріз. IVб3} = 6$ мм.

$$L_{p.x. IVa1} = 8 + 2,41 = 10,41 \text{ мм.}$$

$$L_{p.x. IVб6} = 20 + 6 = 26 \text{ мм.}$$

Позиція V: $l_{різ. Va} = 20$ мм; $l_{підв. вріз. Va} = 6$ мм.

$$L_{p.x. Va} = 20 + 6 = 26 \text{ мм.}$$

Найбільше значення робочого ходу $L_{p.x. IIIa1} = 48$ мм.

3. Визначаємо подачу кожної силової головки на всіх позиціях:

Позиція II: $S_{oIIa1,2} = 0,12$ мм/об; $S_{oIIa3,4,5,6,2} = 0,2$ мм/об;

$S_{oIIб7} = 0,35$ мм/об; $S_{oIIб8} = 0,2$ мм/об;

Позиція III: $S_{oIIIa} = 0,4$ мм/об;

$S_{oIIIб6} = 0,43$ мм/об.

Позиція IV: $S_{oIVa1} = 0,7$ мм/об; $S_{oIVб2} = 1,5$ мм/об.

Позиція V: $S_{oVa} = 1,5$ мм/об.

4. Період стійкості інструментів [14]:

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

Коефіцієнт часу різання:

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

$$\lambda_{\text{IIa}} = \frac{12}{13,5} = 0,89;$$

$$\lambda_{\text{IIб}} = \frac{35,3}{45,3} = 0,78;$$

$$\lambda_{\text{IIIa}} = \frac{20}{48} = 0,42;$$

$$\lambda_{\text{IIIб}} = \frac{28}{43} = 0,65;$$

$$\lambda_{\text{IVa}} = \frac{8}{10,41} = 0,77;$$

$$\lambda_{\text{IVб}} = \frac{20}{26} = 0,77;$$

$$\lambda_{\text{Va}} = \frac{20}{26} = 0,77.$$

Стійкість інструментів (2.14):

$$T_{\text{pIIa}} = 200 \cdot 1 = 200 \text{ хв};$$

$$T_{\text{pIIб}} = 200 \cdot 1 = 200 \text{ хв};$$

$$T_{\text{pIIIa}} = 200 \cdot 0,42 = 84 \text{ хв};$$

$$T_{\text{pIIIб}} = 200 \cdot 0,65 = 130 \text{ хв};$$

$$T_{\text{pIVa}} = 200 \cdot 1 = 200 \text{ хв};$$

$$T_{\text{pIVб}} = 200 \cdot 1 = 200 \text{ хв};$$

$$T_{\text{pVa}} = 200 \cdot 1 = 200 \text{ хв}.$$

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

$D = 3,3$ мм;

$T = 200$ хв;

$S = 0,12$ мм/об;

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

Підставляємо значення у формулу (2.16):

$$V = \frac{36,3 \cdot 3,3^{0,25}}{200^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,72 = \frac{36,3 \cdot 1,35}{1,94 \cdot 0,31} \cdot 0,72 = 59 \text{ м/хв.}$$

Для решти переходів вибираємо із табличних даних.

6. Частота обертання шпинделя [14]:

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

Позиція II:

$$n_{IIa} = \frac{1000 \cdot 60,6}{\pi \cdot 3,3} = 5848 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{IIб} = \frac{1000 \cdot 68,4}{\pi \cdot 18} = 1210 \text{ хв}^{-1};$$

Приймаємо $n_{дIIa \max} = 2036 \text{ хв}^{-1}$; $n_{дIIб} = 1210 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція III:

$$n_{IIIa} = \frac{1000 \cdot 59}{\pi \cdot 20,5} = 916 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{IIIб} = \frac{1000 \cdot 58,5}{\pi \cdot 28,43} = 655 \text{ хв}^{-1};$$

Приймаємо $n_{дIIIa} = 916 \text{ хв}^{-1}$; $n_{дIIIб} = 655 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція IV:

$$n_{IVa} = \frac{1000 \cdot 9,0}{\pi \cdot 4} = 716 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{IV6} = \frac{1000 \cdot 18}{\pi \cdot 30} = 202 \text{ хв}^{-1};$$

Приймаємо $n_{dIVa} = 716 \text{ хв}^{-1}$; $n_{dIV6} = 202 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція V:

$$n_{IVa} = \frac{1000 \cdot 16}{\pi \cdot 22} = 232 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{dVa} = 232 \text{ хв}^{-1}$.

7. Подачі інструментів [14]:

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

Позиція II:

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

$$S_{mII6} = 0,2 \cdot 1210 = 242 \text{ мм / хв}.$$

Позиція III:

$$S_{mIIIa} = 0,4 \cdot 916 = 366,4 \text{ мм / хв};$$

$$S_{mIII6} = 0,43 \cdot 655 = 281,65 \text{ мм / хв}.$$

Позиція IV:

$$S_{mIVa} = 0,7 \cdot 716 = 501,2 \text{ мм / хв};$$

$$S_{mIV6} = 1,5 \cdot 202 = 303 \text{ мм / хв}.$$

Позиція V:

$$S_{mVa} = 1,5 \cdot 232 = 348 \text{ мм / хв}.$$

Хвилинна подача силової головки $S_{mII6} = 242 \text{ мм / хв}.$

8. Коректуємо частоту обертання інструментів:

$$n = \frac{S_M}{S_o}, \quad (2.19)$$

Позиція II:

$$n_{IIa} = \frac{242}{0,12} = 2017 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{dIIa} = 2017 \text{ хв}^{-1}$.

$$n_{II6} = \frac{242}{0,2} = 1210 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{dII6} = 1210 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція III:

$$n_{IIIa} = \frac{242}{0,4} = 605 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{dIIIa} = 605 \text{ хв}^{-1}$.

$$n_{III6} = \frac{242}{0,43} = 563 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{dIIIa} = 563 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція IV:

$$n_{IVa} = \frac{242}{0,7} = 346 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{dIVa} = 346 \text{ хв}^{-1}$.

$$n_{IV6} = \frac{242}{1,5} = 161 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{dIV6} = 161 \text{ хв}^{-1}$.

Позиція V:

$$n_{Va} = \frac{242}{1,5} = 161 \text{ хв}^{-1}.$$

Приймаємо $n_{dVa} = 161 \text{ хв}^{-1}$.

9. Коректуємо швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (2.20)$$

Позиція II:

$$V_{dIIa} = \frac{\pi \cdot 3,3 \cdot 2017}{1000} = 20,9 \text{ м/хв};$$

$$V_{dII6} = \frac{\pi \cdot 18 \cdot 1210}{1000} = 68,4 \text{ м/хв}.$$

Позиція III:

$$V_{\text{дIIIa}} = \frac{\pi \cdot 20,5 \cdot 605}{1000} = 39 \text{ м/хв};$$

$$V_{\text{дIIIб}} = \frac{\pi \cdot 28,43 \cdot 563}{1000} = 50,3 \text{ м/хв}.$$

Позиція IV:

$$V_{\text{дIVa}} = \frac{\pi \cdot 4 \cdot 346}{1000} = 4,35 \text{ м/хв};$$

$$V_{\text{дIVб}} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 161}{1000} = 15,2 \text{ м/хв}.$$

Позиція V:

$$V_{\text{дVa}} = \frac{\pi \cdot 22 \cdot 161}{1000} = 11,12 \text{ м/хв}.$$

10. Визначаємо осьове зусилля:

Позиція II [14]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.21)$$

де $D_{\text{IIa}} = 3,3 \text{ мм}; D_{\text{IIб}} = 18 \text{ мм};$

$S_{\text{IIa}} = 0,12 \text{ мм/об}; S_{\text{IIб}} = 0,2 \text{ мм/об};$

K_p – поправочний коефіцієнт, який враховує фактичні умови різання;

$C_p = 9,8; y = 0,7; q = 1,0; K_p = 1,0$ [14].

Враховуємо те, що силова головка IIa має в наладці шість інструментів (2 свердла $\varnothing 3,3$; 4 свердла $\varnothing 9$); силова головка IIб має в наладці два інструмента (свердла $\varnothing 18$ та $\varnothing 8,2$), та отримаємо значення осьової сили на даній позиції:

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

$$P_{o\text{IIб}} = 10 \cdot 9,8 \cdot 18^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1,0 = 2568 \text{ Н}.$$

Аналогічно проводимо розрахунки для решти позицій.

11. Визначаємо потужність різання на всіх позиціях для всіх силових головок [14]:

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

Позиція II: $N_{\text{табл.IIa}} = 0,15 \text{ кВт.}; N_{\text{табл.IIб}} = 1,0 \text{ кВт.}$

$$N_{\text{різIIa}} = 0,15 \cdot 1,0 \cdot \frac{2017}{1000} = 0,303 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{різIIб}} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1210}{1000} = 1,21 \text{ кВт.}$$

Позиція III: $N_{\text{табл.IIIa}} = 1,6 \text{ кВт}; N_{\text{табл.IIIб}} = 4,2 \text{ кВт.}$

$$N_{\text{різIIIa}} = 1,6 \cdot 1,0 \cdot \frac{605}{1000} = 0,97 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{різIIIб}} = 4,2 \cdot 1,0 \cdot \frac{563}{1000} = 2,36 \text{ кВт.}$$

Позиція IV [14]:

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

$$N_{\text{різIVa}} = \frac{0,63 \cdot 346}{9750} = 0,02 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{різIVб}} = \frac{22,56 \cdot 161}{9750} = 0,37 \text{ кВт.}$$

Позиція V (2.23):

$$N_{\text{різIVa}} = \frac{16,8 \cdot 161}{9750} = 0,28 \text{ кВт.}$$

12. Визначаємо сумарну потужність агрегатного верстата:

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

де $\eta = 0,75$.

$$N_{\Sigma} = \frac{0,303 + 1,21 + 0,97 + 2,36 + 0,02 + 0,37 + 0,28}{0,75} = 7,35 \text{ кВт.}$$

13. Основний час на кожній позиції:

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

Позиція II:

$$T_{oIIa} = \frac{13,5}{0,12 \cdot 2017} \cdot 1 = 0,06 \text{ хв};$$

$$T_{oIIb} = \frac{45,3}{0,2 \cdot 1210} \cdot 1 = 0,19 \text{ хв}.$$

Позиція III:

$$T_{oIIIa} = \frac{48}{0,4 \cdot 605} \cdot 1 = 0,2 \text{ хв};$$

$$T_{oIIIb} = \frac{43}{0,43 \cdot 563} \cdot 1 = 0,15 \text{ хв}.$$

Позиція IV:

$$T_{oIVa} = \frac{2 \cdot 10,41}{0,7 \cdot 346} \cdot 1 = 0,09 \text{ хв};$$

$$T_{oIVb} = \frac{2 \cdot 26}{1,5 \cdot 161} \cdot 1 = 0,22 \text{ хв}.$$

Позиція V:

$$T_{oVa} = \frac{2 \cdot 26}{1,5 \cdot 161} \cdot 1 = 0,22 \text{ хв}.$$

Аналогічно проведено розрахунки режимів різання для інших технологічних операцій виготовлення деталі “Корпус” 732144.058 і зведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Режими різання для виконання технологічних операцій виготовлення деталі “Корпус” 732144.058

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _м , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _м , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна напівавтоматна										
Позиція II Підрізати остаточно торці 1 та 52 з обробкою зовнішньої циліндричної поверхні 53,	1,2 0,8	43	1	100	0,724	165	102,6	119,5	0,36	1,58

[illegible][illegible]

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розточити остаточно внутрішню канавку 9, витримуючи розміри $\varnothing 102H14^{(+0,87)}$; $8H14^{(+0,36)}$; 45° з поздовжнього супорта	2,05	13	1	60	0,21	165	53	34,65	0,36	2,12
015 Агрегатна										
Позиція II Свердлити три отвори 35, 38, 49 одночасно з одночасним формуванням трьох фасок 36, 39, 50 з вертикальної трьохшпіндельної силової головки Па, витримуючи розміри $\varnothing 4,95^{+0,26}$; $l=14$; $1,5 \times 45^\circ$	2,5	16	1	200	0,12	2017	31,7	242	0,07	1,86
розсвердлити отвір 12, свердлити отвір 14, витримуючи розміри $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$; $42 \pm 0,3$;	1,0	45,3	1	156	0,2	1210	68,4	242	0,19	2,42
$\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}$; $69 \pm 0,3$ з горизонтальної двохшпіндельної силової головки Пб одночасно	4,1	12		96						
Позиція III Розсвердлити чотири отвори 41-44 з одночасним формуванням чотирьох фасок 45-48 з чотирьохшпіндельної вертикальної силової головки ПІа, витримуючи розміри $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$; $\varnothing 210$; $1 \times 45^\circ$;	1,5	14	1	100	0,4	605	34,2	242	0,06	1,2

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
розсвердли твір 16 з одночас- ним формуванням фаски 18, витри- муючи розміри $\varnothing 28,43^{+0,3}$; $l=28$; $1,6 \times 45^\circ$ з горизон- тальної силової головки ІІІб одночасно	5,215	43	1	130	0,43	563	50,3	242	0,15	2,36
Позиція ІV										
Нарізати різь 37, 40, 51 в трьох отворах з верти- кальної трьох- шпіндельної силової головки ІVa, витримуючи розміри М6-7Н; $l=8$;	0,54	12	1	133	1,0	242	4,6	242	0,1	0,06
нарізати різь 20 з горизонтальної силової головки ІVб, витримуючи розміри $M30 \times 1,5-7H$; $l=20$ одночасно	0,433	26	1	200	1,5	161	15,2	242	0,11	0,37
020 Агрегатна										
Позиція ІІ Свердли два отвори 25, 26 з одночасним формуванням двох фасок 27, 28 та свердли чотири отвори 31- 34 з вертикальної шестишпіндель- ної силової головки Іа,	1,65 4,5	13,5	1	200	0,12	2017	20,9	242	0,06	1,82

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,14}$; $l=12$; $68\pm 0,3$; $1\times 45^\circ$; $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; $\varnothing 210\pm 0,5$;										
розсвердлити отвір 13, витримуючи розміри $\varnothing 18H14^{(+0,43)}$; $42\pm 0,3$;	1,0	45,3	1	156	0,2	1210	68,4	242	0,19	2,42
свердлити отвір 15 $\varnothing 8,2H14^{(+0,36)}$; $69\pm 0,3$ з горизон- тальної двох- шпіндельної си- лової головки Пб, витримуючи роз- міри одночасно	4,1			125						
Позиція III Розсвердлити отвір 22 з одночасним формування фаски 23 з вертикальної силової головки IIIa, витримуючи розмір $\varnothing 20,5^{+0,3}$;	1,0	48	1	84	0,4	605	39	242	0,2	0,97
розсвердлити отвір 17 з одночасним формуванням фаски 18 з силової горизонтальної си- лової головки IIIб, витримуючи роз- міри $\varnothing 28,43^{+0,3}$; $l=28$; $1,6\times 45^\circ$ одночасно	5,2 15	43	1	130	0,43	563	50,3	242	0,15	2,36

Закінчення таблиці 2.6

Позиція IV										
Нарізати різь одночасно в двох отворах 29, 30 з двохшпindelної вертикальної силової головки IVa, витримуючи розміри M4-7H; l=8;	0,202	10,41	1	200	0,7	346	4,35	242	0,043	0,04
нарізати різь 21 з горизонтальної силової головки IVб, витримуючи розміри M30×1,5-7H; l=20 одночасно	0,433	26	1	200	1,5	161	15,2	242	0,11	0,37
Позиція V Нарізання різі 24 з вертикальної силової головки Va, витримуючи розміри M22×1,5-7H; l=20	0,433	26	1	200	1,5	161	11,12	242	0,11	0,28
025 Різефрезерна										
Перехід 2 Фрезерувати внутрішню різі 8, витримуючи розміри M100×2-7H; l=13	1,08	392,5	1	100	0,1 мм/зуб	250	78,5	400	0,98	3,42

Розрахунок технічних норм часу для 020 агрегатної операції проведено детально, а для решти двох операцій на основі табличних даних і базового технологічного процесу.

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 Ша
 $t_{\text{р}} = 0,2 \text{ хв} = 12 \text{ с.}$

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:

$$T_{\text{ц020}} = 12 + 7,2 = 19,2 \text{ с} = 0,32 \text{ хв.}$$

Час на допоміжні переходи:

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

– час на вимірювання:

$\varnothing 210 \pm 0,5$ – вимірювання штангенциркулем – $t_{\text{вим.1}} = 0,12 \text{ хв.}$ [1].

$42 \pm 0,3$; $69 \pm 0,3$ – вимірювання штангенциркулем – $t_{\text{вим.2}} = 0,12 \cdot 2 = 0,36 \text{ хв.}$
[1].

$\varnothing 18 \text{H}14^{(+0,43)}$; $\varnothing 9 \text{H}14^{(+0,36)}$; $\varnothing 8,2 \text{H}14^{(+0,36)}$ – вимірювання калібр-пробками –
 $t_{\text{вим.3}} = 0,06 \cdot 3 = 0,18 \text{ хв.}$ [1];

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

M22×1,5-7H; M30×1,5-7H – вимірювання калібр-пробками різьбовими
 $t_{\text{вим.5}} = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ хв.}$ [1].

$1 \times 45^\circ$; $1,5 \times 45^\circ$; $1,6 \times 45^\circ$ – вимірювання шаблоном фасочним –
 $t_{\text{вим.6}} = 0,04 \cdot 3 = 0,12 \text{ хв.}$ [1].

Сумарний час на вимірювання:

$$T_{\text{доп.вим.}} = 0,12 + 0,36 + 0,18 + 0,3 + 0,8 + 0,12 = 1,88 \text{ хв.}$$

Час на вимірювання при 30%-му контролі:

$$T_{\text{доп.вим.дійсн.}} = T_{\text{доп.вим.}} \cdot 0,3 = 1,88 \cdot 0,3 = 0,564 \text{ хв.}$$

Час на допоміжні переходи, що не перекриваються часом циклу.

$$T_{\text{доп.не перекрив.}} = (t_{\text{вст.зн.}} + T_{\text{доп.вим.дійсн.}}) - T_{\text{ц.}} \quad (2.28)$$

$$T_{\text{доп. не перекрив.}} = (0,08 + 0,564) - 0,32 = 0,324 \text{ хв.}$$

Час на технічне обслуговування [1]:

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

Час на організаційне обслуговування [1]:

$$T_{\text{орг.обсл.}} = T_{\text{ц.}} \cdot 2,4\% = 0,32 \cdot 0,024 = 0,008 \text{ хв.}$$

Час на особисті потреби [1]:

$$T_{\text{відп.}} = T_{\text{ц.}} \cdot 6\% = 0,32 \cdot 0,06 = 0,02 \text{ хв.}$$

Штучний час роботи агрегатного верстата (2.26):

$$T_{\text{шт.020}} = 0,32 + 0,01 + 0,324 + 0,004 + 0,008 + 0,02 = 1,01 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час:

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

де $n = 1314$ шт.

$T_{\text{п.з.}} = 57$ хв.

$$T_{\text{шт.к020}} = 1,01 + \frac{57}{1314} = 1,05 \text{ хв.}$$

005 Токарна напівавтоматна операція.

Основний час: $T_{005} = 0,36$ хв.

Штучний час [1]:

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

$$T_{\text{шт.005}} = 1,5 \cdot 0,36 = 0,54 \text{ хв.}$$

010 Токарна напівавтоматна.

Основний час: $T_{005} = 0,36$ хв.

Штучний час (2.30):

$$T_{\text{шт.010}} = 1,5 \cdot 0,36 = 0,54 \text{ хв.}$$

015 Агрегатна операція.

Основний час: $T_{0015\Pi6} = 0,19$ хв.

Штучний час (2.30):

$$T_{шт.015} = 2,3 \cdot 0,19 = 0,44 \text{ хв.}$$

025 Різефрезерна операція.

Основний час: $T_{0010} = 0,98$ хв.

Штучний час (2.30):

$$T_{шт.025} = 1,30 \cdot 0,98 = 1,27 \text{ хв.}$$

У таблиці 2.7 представлено результати розрахунку норм часу.

Таблиця 2.7 – Технічні норми часу виготовлення деталі “Корпус” 732144.058

Номер та назва операції	T _о , хв	Допоміжний час, T _д хв			Час швидких переміщень, хв	Час циклу верстата, T _ц , хв	Час обслуговування, T _{об} , хв			T _{шт.} , хв.	T _{п.з.} , хв.	п, шт	T _{шт.к.} , хв
		T _{у.}	T _{пер.}	T _{вим.}			T _{тех.об.}	T _{орг.об.}	T _{відп.}				
005 Токарна напів-автоматна	0,36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1314	0,54
010 Токарна напів-автоматна	0,36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,54
015 Агрегатна	0,19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0,44
020 Агрегатна	0,2	0,08	0,01	0,564	0,12	0,32	0,004	0,008	0,02	1,01	57		1,05
025 Різефрезерна	0,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1,27

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі

Для одночасного оброблення отворів деталі “Корпус” 732144.058 на 020 агрегатній операції проведено проектування спеціального затискного пристрою, який через пази та болти прикріплюють до поворотного стола агрегатного верстата. При цьому на столі верстата одночасно встановлено шість таких пристроїв, що зумовлено типом виробництва деталі великосерійним і підвищенням продуктивності виробничих процесів.

Пристрій призначений для базування та закріплення деталі при обробленні отвору $\varnothing 18H14(^{+0,43})$; $42\pm 0,3$; чотирьох отворів $\varnothing 9H14(^{+0,36})$; $\varnothing 210\pm 0,2$; отвору $\varnothing 8,2H14(^{+0,36})$; $69\pm 0,3$; фасок $1\times 45^\circ$; $1,5\times 45^\circ$; $1,6\times 45^\circ$; двох отворів М4-7Н; $l=8$; отвору М30 $\times$ 1,5-7Н; отвору М22 $\times$ 1,5-7Н.

Деталь базують по торцю і циліндричній поверхні $\varnothing 97,9_{-0,2}$ на циліндричній базі поз. 8; орієнтація деталі виконується базуванням на зрізаний палець поз. 30 по отвору $\varnothing 18H14$. Затиск деталі виконують передачею зусилля від пневмоциліндра через клино-плунжерний механізм, два важелі, два прихвати до поверхні деталі. Для повернення елементів пристрою у вихідне положення при завершенні оброблення деталі використовується пружина розтягу. Креслення пристрою представлено у графічній частині.

Похибка встановлення заготовки деталі “Корпус” 732144.058 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 взаємного розміщення отворів залежить від точності роботи агрегатного верстата, точності насадок для свердління і кондукторів а також від величини деформації інструментів. Допуск на розміщення оброблених отворів коливається в межах від 0,4 мм до 0,6 мм.

На основі аналізу конструкції пристосування та схеми базування визначено, що похибка базування $\Delta \varepsilon_{61}$ визначається як сума допусків на розміри зовнішнього контуру деталі, де здійснюється контакт із базою пристрою та допуску на отвір, по якому виконується базування. Розмір зовнішнього контуру деталі $\varnothing 97,9_{-0,2}$, розмір отвору бази $\varnothing 97,9H7^{(+0,035)}$. Відповідно допуски становлять 0,2 мм та 0,035 мм. Тоді похибка базування становить $\Delta \varepsilon_{61}=0,235\text{мм}$.

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

Похибка пристосування $\Delta_{\pi} = 20$ мкм.

Розраховуємо похибку встановлення заготовки деталі “Корпус” 732144.058 у пристрої:

$$\Delta \varepsilon_1 = \sqrt{0,235^2 + 0,1^2 + 0,02^2} = 0,256\text{мм}.$$

Визначаємо допустиму похибку при свердлінні чотирьох отворів $\varnothing 9H14^{(+0,36)}$; $\varnothing 210 \pm 0,2$:

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

де $\delta_{\min}$ – допуск розміру розташування отворів, $\delta = 0,4$ мм.

Перевіряємо виконання умови (3.2):

$$0,256\text{мм} < 0,4\text{мм}$$

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 “Корпус” 732144.058 для нарізання різьби M22×1,5 на 020 агрегатній операції із виникненням найбільших значень моменту різання мітчиком.

На рис. 3.2 представлено схему, що застосовано для розрахунку силових параметрів при затиску заготовки.

Для затиску заготовки використовуються два прихвати з приводом від одного пневмоциліндра через клино-плунжерний механізм та два важелі. На кожному із прихватів у місці контакту із заготовкою виникає сила затиску $P_{заті}$ заготовки, що визначається як сила тертя між прихватом та заготовкою із коефіцієнтом тертя $f_1 = 0,2$. В процесі нарізання різьби M22×1,5 виникає крутний момент різання $M_{різ}$, що діє на заготовку.

Заготовка базується на циліндричній базі та закріплюється двома прихватами. При цьому сили затиску $P_{зат}$ через два прихвати закріплюють заготовку до торцевої поверхні бази. На заготовку діє крутний момент $M_{різ}$, що намагається повернути її навколо бази.

Рівняння рівноваги моментів відносно точки контакту заготовки із базою:

$$P_{зат1} \cdot f_1 \cdot R + P_{зат2} \cdot f_1 \cdot R = K \cdot M_{різ} , \quad (3.4)$$

де R – радіус затиску заготовки. Із креслення одержано:

$$R = \frac{L}{2} = \frac{191}{2} = 95,5 \text{ мм} = 0,0955 \text{ м}.$$

Момент різання при нарізанні різьби мітчиком [14]:

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

де $C_M = 0,0022$; $q = 1,8$; $y = 1,5$ [14].

$D = 22$ мм;

P – крок різьби, $P = 1,5$ мм.

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

$$\text{Отже, } M_{кр} = 10 \cdot 0,0022 \cdot 22^{1,8} \cdot 1,5^{1,5} \cdot 1,22 = 12,88 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Коефіцієнт запасу $K = 2,5$.

Оскільки $P_{зат1} = P_{зат2}$, тоді $2P_{зат} \cdot f_1 \cdot R = KM_{різ}$.

Отже, сила затиску на одному прихваті:

$$P_{зат} = \frac{K \cdot M_{різ}}{2 \cdot f_1 \cdot R} = \frac{2,5 \cdot 12,88}{2 \cdot 0,2 \cdot 0,0955} = 843 \text{ Н.} \quad (3.6)$$

Перевіряємо умову затиску заготовки:

$$P_{зат} \leq W, \quad (3.7)$$

де W – сила на штоці пневмоциліндра із змінами клино-плунжерним та важельним передавально-підсилювальними механізмами.

Із розрахункової схеми рис. 3.1, з врахуванням клино-плунжерного та важельного механізмів, отримано формулу:

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

де $\beta = 10^\circ$ кут клина.

φ – кут тертя $\varphi = 11^\circ$;

l_1 – довжина нижньої частини важеля; $l_1 = 84$ мм;

l_2 – довжина верхньої частини важеля; $l_2 = 91$ мм;

η – ККД, $\eta = 0,9$.

F_1 – сила на штоці пневмоциліндра.

Сила на штоці пневмоциліндра [15]:

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

де $D_1=100$ мм діаметр циліндра;

$d_1=20$ мм діаметр штока.

Із формули (3.9) отримано:

$$F_1 = 0,785 \cdot (0,1^2 - 0,022^2) \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 2689,2 \text{ Н}.$$

Тоді

$$W = \frac{2689,2}{2 \operatorname{tg}(10+11)} \frac{84}{91} \cdot 0,9 = 2910 \text{ Н}.$$

Перевіряємо виконання умови (3.7): $P_{\text{зат}} = 843 \text{ Н} < W = 2910 \text{ Н}$. Оскільки умова (3.7) виконується, відповідно затиск заготовки деталі “Корпус” 732144.058 буде забезпечено.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Захист технологічного обладнання від дії статичної електрики

У процесах механізації та автоматизації виробництва виникнення електростатичних зарядів є типовим явищем, пов'язаним із трибоелектричним ефектом, особливо в системах із застосуванням стрічкових конвеєрів, ремінних передач, при механічній обробці діелектриків (пластмаси, дерева), а також у процесах диспергування (наприклад, фарбування методом розпилення). Значення напруги електростатичного потенціалу в таких умовах може сягати:

- до 40 кВ — при роботі конвеєрних і ремінних передач;
- до 30 кВ — при обробці пластичних мас та деревини;
- до 12 кВ — при аерозольному нанесенні фарб.

За наявності сприятливих умов (низька вологість, недостатня іонізація повітря) можливе пробиття повітряного діелектричного проміжку (напруженість електричного поля, яка викликає пробій абсолютно сухого повітря, складає ≈ 3000 кВ/м), що супроводжується іскровим розрядом. Такий розряд здатен ініціювати займання вибухонебезпечного середовища або стати причиною вибуху.

Технічні методи захисту від статичної електрики поділяються на дві групи:

1. Превентивні заходи щодо зменшення генерації електростатичних зарядів, серед яких:
 - оптимізація матеріалів, що контактують (використання пар тертя з мінімальним трибоелектричним ефектом);
 - використання композитних матеріалів з антиполярними зарядами (наприклад, суміш нейлону з дакроном);
 - регулювання технологічних параметрів обробки: зменшення швидкості транспортування, швидкості зливу рідин-діелектриків, обертальних і поступальних швидкостей;

- зменшення сили тертя через застосування антистатичних змащувальних речовин.

2. Методи нейтралізації та відведення накопичених зарядів, а саме:

- заземлення електропровідних конструкцій із забезпеченням питомого опору заземлювального контуру не більше 100 Ом;
- встановлення так званих ємностей релаксації (заземлені розширення в трубопроводах), що забезпечують розсіювання електростатичного заряду при транспортуванні сипких і рідких діелектриків;
- контроль вологості повітря робочої зони на рівні не нижче 65%, що знижує опір поверхонь та сприяє витоку зарядів;
- модифікація діелектричних матеріалів введенням струмопровідних наповнювачів (графіт, вугільна сажа, алюмінієва пудра), або застосування антистатичних присадок у рідких середовищах;
- використання нейтралізаторів статичної електрики: коронних (на основі високовольтного іонізатора), ізотопних (радіоактивних), аеродинамічних і комбінованих пристроїв.

В основі дії нейтралізаторів лежить принцип іонізації повітря поблизу поверхонь з високим електростатичним потенціалом. Створені іони протилежного знака рекомбінують із накопиченим зарядом, забезпечуючи його розрядження.

Індивідуальні засоби захисту від дії статичної електрики включають:

- антистатичний спецодяг (електропровідні халати з тканин, модифікованих антистатичними нитками);
- спеціалізоване діелектричне або електропровідне взуття з підошвами зі шкіри або вуглецевмісної гуми;
- електростатичні браслети, які через провідник і заземлення забезпечують безперервне зняття заряду з тіла оператора.

Значно вищу небезпеку становить атмосферна електрика, тобто грозова активність, джерелом якої є природні електричні розряди — блискавки. Система блискавкозахисту (грозозахисту) виконує функцію безпечного

перехоплення, відведення та розсіювання струму блискавки.

Система блискавкозахисту включає:

- блискавкоприймачі (стрижневі — одиночні, парні, багатоточкові; тросові — одиночні й подвійні);
- струмовідводи;
- заземлювальні пристрої.

Проектування та монтаж таких систем здійснюється відповідно до нормативно-технічного документа: РД 34.21.122–87 «Інструкція по захисту від блискавок будівель і споруд», що є обов'язковим для об'єктів, не пов'язаних з виготовленням або зберіганням вибухонебезпечних речовин.

Відповідальність за забезпечення електробезпеки, у тому числі за організацію та функціонування засобів захисту від статичної та атмосферної електрики, покладається на службу головного енергетика та електротехнічний персонал виробничих підрозділів, які зобов'язані здійснювати регулярний контроль, технічне обслуговування та аудит відповідності обладнання чинним нормам безпеки.

4.2. Правові гарантії працівників щодо безпеки праці при укладенні трудових договорів

Згідно з положеннями статті 21 Кодексу законів про працю України, укладення трудового договору між найманим працівником і суб'єктом господарювання (юридичною або фізичною особою) передбачає оформлення взаємних зобов'язань: працівник зобов'язується виконувати трудові функції згідно з виробничим процесом і підпорядковуватись правилам внутрішнього трудового розпорядку, тоді як роботодавець зобов'язується забезпечити виплату заробітної плати, а також створити належні умови праці відповідно до вимог чинного законодавства, нормативів охорони праці, колективного договору та індивідуальних угод.

Оформлення трудового договору має здійснюватися в письмовій формі в

обов'язкових випадках: при укладенні договорів з неповнолітніми, фізичними особами, за контрактною формою або в інших випадках, передбачених національним законодавством. Стандартизована форма трудового договору та порядок його реєстрації затверджені наказом Міністерства праці № 260 від 27.06.2001 року.

Факт укладення трудового договору визнається дійсним також у разі фактичного допуску працівника до виконання трудових функцій, навіть за відсутності відповідного наказу чи розпорядження.

Правові вимоги у сфері охорони праці. Умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать актам законодавства України з питань охорони праці, у тому числі технічним регламентам, стандартам безпеки праці та галузевим нормам. Перед допуском до виконання посадових обов'язків роботодавець зобов'язаний поінформувати працівника під особистий підпис про умови праці, наявність небезпечних та шкідливих виробничих факторів (НШВФ), які ще не усунені, можливі негативні наслідки їх впливу на організм людини, а також про передбачені законом компенсації та пільги, що закріплені у відповідних нормативно-правових актах та колективному договорі (відповідно до ст. 5 Закону України «Про охорону праці»).

Заборонено пропонувати працівникові виконання виробничих завдань, що суперечать медичним протипоказанням, встановленим за результатами обов'язкового медичного огляду.

Усі особи, які перебувають у трудових відносинах, підлягають державному соціальному страхуванню від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, що спричинили втрату працездатності.

Роботодавець зобов'язаний гарантувати дотримання безпечних умов праці, які включають:

- відповідність умов на робочому місці гігієнічним нормативам;
- технічну справність технологічного устаткування, машин, механізмів, транспортних засобів та контрольно-вимірювальних приладів;
- справність систем вентиляції, освітлення, заземлення, колективного та

індивідуального захисту;

- наявність відповідного спецодягу, спецвзуття та інших ЗІЗ, сертифікованих за вимогами ДСТУ та ТУ;
- дотримання мікрокліматичних параметрів виробничого середовища (температура, вологість, шум, вібрація, освітленість) згідно з ГОСТ та СанПіН.

У разі порушення вищезазначених норм працівник має право тимчасово відмовитися від виконання трудових функцій, письмово повідомивши керівника підрозділу або роботодавця. Таке рішення повинно бути обґрунтовано документально — актом з охорони праці, висновком технічного інспектора праці або експерта страхового фонду.

На період простою з причин, пов'язаних із невиконанням роботодавцем обов'язків щодо створення безпечних умов праці, за працівником зберігається середній заробіток.

У разі системного порушення норм охорони праці або невиконання умов колективного договору, працівник має право достроково розірвати трудовий договір за власною ініціативою. У такому разі, згідно зі ст. 6 Закону України «Про охорону праці», йому виплачується вихідна допомога в розмірі не менш як три середньомісячні заробітні плати.

Особливі умови переведення та простою. У разі виявлення стану здоров'я, що обмежує здатність до виконання посадових обов'язків, роботодавець зобов'язаний тимчасово перевести працівника на інше робоче місце відповідно до медичного висновку, організувати його професійне перенавчання (за потреби), скоротити тривалість робочого дня та адаптувати умови праці відповідно до нових функціональних можливостей працівника.

Якщо підприємство (або окремі його виробничі підрозділи) тимчасово припиняє експлуатаційну діяльність з технічних або організаційних причин, за працівниками зберігається робоче місце та середньомісячна заробітна плата на період вимушеного простою відповідно до положень законодавства.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено, що деталь “Корпус” 732144.058 застосовується як базовий елемент світлодіодного промислового світильника, що використовується для освітлення пожежонебезпечних зон приміщень нафтопереробної, газової, хімічної та інших галузей промисловості. Корпус призначений для взаємного розміщення та захисту електричних компонентів світильника. Деталь за даними із виданого креслення 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; розточування великих отворів та підрізання торців виконується на токарних багатошпиндельних горизонтальних напівавтоматах із багаотоінструментальними наладками; свердління малих отворів та нарізання в них різьби виконується на агрегатних верстатах напівавтоматах із багаотоінструментальними наладками та багатошпиндельними насадками; для свердління малих отворів із фасками використовуються комбіновані свердла із швидкоріжучої сталі; для формування різьби великого діаметра використовується фрезерування на різьбофрезерному верстаті.

Вдосконалення технологічного процесу дозволяють зменшити в 3,6 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.