

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
фланця 24.508 редуктора

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Федюк Ю.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дячун А.Є.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дячун А.Є.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Окіпний І.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

“Розроблення технологічного процесу механічного оброблення фланця 24.508 редуктора ” студента групи МП-41 Федюка Ю.В. Керівник роботи - кандидат техн. наук, доцент Дячун А.Є.

Мета роботи - вдосконалення базового технологічного процесу механічного оброблення фланця 24.508 для великосерійного виробництва.

У першій частині на основі аналізу креслення та встановлених критеріїв технологічності проведено комплексну оцінку конструкції деталі. За сукупністю якісних і кількісних показників встановлено, що деталь “Фланець” 24.508 є технологічною. Аналізуючи технологічний процес виготовлення фланця 24.508 на підприємстві, визначено, що він відповідає середньосерійному типу виробництва. Зокрема, передбачено використання універсального технологічного обладнання із стандартними та спеціальними пристроями з механізованими приводами затискних механізмів. Механічна обробка поверхонь деталі виконується стандартним універсальним ріжучими інструментами (різцями, свердлами, зенкерами, розвертками, шліфувальними кругами тощо).

З урахуванням заданої річної програми випуску 75000 шт., яка відповідає великосерійному типу виробництва, у проєктному варіанті технологічного процесу розглянуто організаційно-технічних заходів, спрямовані на підвищення продуктивності праці.

У другій частині проведено порівняння способів виготовлення заготовок фланця. Застосування способу формування заготовки деталі “Фланець” 24.508 литтям в кокіль дозволяє забезпечити вищий коефіцієнт використання матеріалу ніж литтям в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями та складанням стержнів, тому для проектування технологічного процесу виготовлення деталі вибрано перший спосіб одержання заготовки. У процесі розроблення технологічного маршруту виконано обґрунтований вибір металорізального обладнання, різальних та вимірювальних інструментів,

визначено раціональні величини припусків на обробку, розраховано режими різання та встановлено технічно обґрунтовані норми часу. Сформовано структурно впорядкований технологічний процес механічної обробки деталі, який забезпечує досягнення заданих показників якості поверхонь.

У третій частині розроблено конструкцію спеціального затискного пристрою для забезпечення фрезерування двох шпонкових пазів на 045 шпонково-фрезерної операції.

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. Вентиляція виробничих приміщень та основні вимоги до її експлуатації.....	
4.2. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень для забезпечення безпечних умов праці.....	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки	

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі внесено зміни у базовий технологічний процес механічного оброблення фланця 24.508 з урахуванням вимог великосерійного виробництва. Деталь “Фланець” 24.508 є складовою частиною редуктора гвинтового конвеєра, що використовується для передачі крутного моменту та зменшення швидкості обертання від вихідного вала приводного електродвигуна до шнека, що використовується для транспортування сипких матеріалів. Основне функціональне призначення даної деталі полягає у забезпеченні регламентованого взаємного просторового розташування та точної координації положень валів, підшипників кочення, ущільнювальних елементів, втулок і зубчастих коліс у складі редуктора машини. Деталь виготовляється із сталі 35Л.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі “Фланець” 24.508 відповідає середньосерійному типу виробництва.

Річна програма випуску деталей відповідає великосерійному типу виробництва. Тому у проєктному варіанті технологічного процесу є необхідність у забезпеченні організаційно-технічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності виробництва: операції проточування зовнішніх циліндричних поверхонь, підрізання торців, розточування отворів, нарізання кільцевих канавок доцільно виконувати на токарних багатошпиндельних напівавтоматах із багатоінструментальним налагодженням; свердління, зенкерування та розвертання трьох отворів доцільно здійснювати на вертикально-свердлильних верстатах, оснащених багатоінструментальними налагодженнями та багатошпиндельними свердлильними головками; для свердління трьох отворів із одночасним утворенням фасок доцільно використовувати комбіновані свердла зі швидкорізальної сталі.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Фланець” 24.508 є складовою частиною редуктора гвинтового конвеєра, що використовується для передачі крутного моменту та зменшення швидкості обертання від вихідного вала приводного електродвигуна до шнека, що використовується для транспортування сипких матеріалів.

Основне функціональне призначення даної деталі полягає у забезпеченні регламентованого взаємного просторового розташування та точної координації положень валів, підшипників кочення, ущільнювальних елементів, втулок і зубчастих коліс у складі редуктора машини.

Деталь слугує основним корпусним елементом, який формує посадкові поверхні та базові елементи, що визначають геометричні параметри складання, забезпечують співвісність обертових компонентів і стабільність передавання руху в кінематичних ланцюгах. Встановлені допуски та параметри шорсткості поверхонь гарантують точне позиціонування підшипникових вузлів, зменшення перекосів і радіальних та осьових відхилень, що, у свою чергу, підвищує ресурс і надійність функціонування редуктора.

До основних поверхонь деталі, за допомогою яких виконується кріплення деталей вузла редуктора належать: внутрішня циліндрична поверхня $\varnothing 82H7$, Ra 1,25 використовується як базова поверхня для встановлення підшипників кочення із перехідною посадкою та забезпечує необхідну точність їх радіального та осьового позиціонування із застосуванням штопорних кілець, встановлених у пазу біля отвору; зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 112h7$, Ra1,25 виконує функцію посадкового елемента для монтажу деталі в корпус редуктора, гарантуючи належну точність центрування та жорсткість з'єднання. Інша зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 112h8$, Ra2,5 призначена для спряження з елементами суміжного вузла та забезпечує стабільність складання і взаємозамінність деталі в конструкції. Шпонковий паз $6P9_{-0,065}^{-0,015}$; Rz20

передбачений для фіксації втулки двома шпонками та передачі крутного моменту. Торцеві поверхні $135 \pm IT14/2$; $Rz80$ виконують функцію осевих баз і забезпечують коректне взаємне розташування деталей у вузлі під час складання. Три отвори $\varnothing 20H8$; $Ra2,5$ призначені для розміщення кріпильних елементів і забезпечують надійне з'єднання деталі з іншими складовими конструкції.

Інші поверхні, зокрема внутрішні та зовнішні циліндричні поверхні, канавки визначають конфігурацію корпусу, та виконують допоміжні функції для кріплення та базування елементів вузла редуктора.

Деталь “Фланець” 24.508, відповідно до вимог робочого креслення, передбачено виготовляти зі сталі 35Л ДСТУ 8781:2018. Аналогами є сплави EN-GP240GH (EN 10213) (Євросоюз), J03502, AISI 1035 (США). Застосування сталі 35Л для виготовлення фланця редуктора є технічно обґрунтованим завдяки поєднанню її ливарних і експлуатаційних властивостей, що відповідають умовам роботи корпусних елементів силових передач. Передусім, ця сталь характеризується достатньою міцністю та пластичністю, що забезпечує надійну роботу фланця під дією змінних механічних навантажень, включаючи осеві зусилля та згинальні моменти.

У таблицях 1.1 та 1.2 наведено детальні відомості щодо хімічного складу сталі 35Л, а також результати механічних випробувань, які характеризують його міцність, твердість, пластичність та інші фізико-механічні показники.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 35Л ДСТУ 8781:2018, %

Хімічний елемент	%
(Si)	0,20-0,52
(Cu), не більше	0,30
(Mn)	0,40 – 0,90
(Ni), не більше	0,30
(P), не більше	0,04
(Cr), не більше	0,30
(S), не більше	0,045

Важливою перевагою є добрі ливарні властивості сталі 35Л, зокрема висока рідкотекучість і відносно невелика схильність до утворення ливарних дефектів. Це дозволяє отримувати заготовки складної конфігурації, характерної для фланців, із мінімальними припусками на механічну обробку, що знижує матеріаломісткість і собівартість виготовлення.

Таблиця 1.2 – Результати механічних випробувань сталі 35Л ДСТУ 8781:2018

Термообробка, стан поставки	Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/м ²	НВ	ρ , г/см ³
Нормалізація 860-880 °С. Відпуск 600-630 °С.	<100	280	500	15	25	35		7,85
Гартування 860-880 °С. Відпуск 600-630 °С.	<100	350	550	16	20	30	160	
Відпал 850 °С, піч	30	255	530	19	34	49	146	
Відпал 950 °С, піч.	30	255	530	22	39	64	143	

1.2. Аналіз технічних вимог деталі

Для вдосконалення базового технологічного процесу виготовлення деталі “Фланець” 24.508 проводимо аналіз технічних вимог, зокрема показників якості поверхонь деталі. Після аналізу вимог до точності та шорсткості поверхням присвоєно номери та відображено у таблиці 1.3.

Такий аналіз застосовано як базову інформацію для вибору методів механічного оброблення, послідовності технологічних операцій, технологічних баз для забезпечення заданої точності виготовлення поверхонь. За результатами проведеного аналізу поверхні фланця пронумеровано з метою формування маршруту обробки та наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні вимоги до поверхонь деталі “Фланець” 24.508

Позначення поверхні (поверхонь)	Зміст технічної вимоги	Метод виконання
1	2	3
1	Циліндрична поверхня $\varnothing 202$; Rz200	Заготовка, одержана литтям
2	Канавка зовнішня 2,2 ^{+0,25} ; Rz20, $\varnothing 101_{-0,87}$; Rz40	Точіння напівчистове

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3
3, 4	Отвір $\varnothing 82H7(^{+0,035})$; Ra1,25	Шліфування чистове
5	Фаска зовнішня 1,6×45°; Rz80	Точіння напівчистове
6	Отвір $\varnothing 82H14(^{+0,870})$; l=62±0,2; Rz80	Розточування напівчистове
7, 8	Канавка 2,2 ^{+0,25} ; Rz20 $\varnothing 85,5^{+0,4}$; Rz40	Розточування напівчистове
9	Циліндрична поверхня $\varnothing 102h8(-_{0,054})$; Ra2,5	Шліфування напівчистове
10	Торець 75±0,2; Rz80	Точіння напівчистове
11, 12	Торцева поверхня 135±0,25; Rz80	Підрізання торця напівчистове
13	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 112h8$, Ra2,5	Шліфування напівчистове
14	Торець 40±0,2; Rz80	Точіння напівчистове
15	Фаска 1×45°; Rz80	Розточування напівчистове
16	Циліндрична поверхня $\varnothing 120$; Rz200	Заготовка, одержана литтям
17	Канавка 3,2 ^{+0,4} ; Rz20 $\varnothing 96,5_{-0,46}$; Rz40	Точіння напівчистове
18	Торець 19; Rz200	Заготовка, одержана литтям
19, 20	Два шпонкових пази паз 6P9 ^(-0,012) _{-0,042} ; Rz20; 5H12 ^(+0,12) ; Rz40; 60H15 ^(+0,16)	Фрезерування шпонковою фрезою
21	Торець 4; Rz200	Заготовка, одержана литтям
22...24	Три отвори $\varnothing 20H8(^{+0,033})$; l=20; $\varnothing 144$; Ra2,5	Розвертання чистове
25	Фаска 1×45°; Rz80	Проточування напівчистове
26...28	Три фаски 1×45°; Rz80	Зенкування
29	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 112h7$, Ra1,25	Шліфування чистове

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

З метою визначення технологічності деталі “Фланець” 24.508 враховано річну програму випуску 75000 шт., що відповідає великосерійному типу

виробництва. При такому типі виробництва виникає необхідність у застосуванні способів одержання заготовок фланця, які можуть забезпечити високу продуктивність, а також необхідне використання спеціалізованого технологічного оснащення з механічним затиском заготовок. Проведено аналіз креслення фланця щодо параметрів точності та властивостей поверхонь.

Застосування сталі 35Л для виготовлення фланця редуктора є технічно обґрунтованим завдяки поєднанню її ливарних і експлуатаційних властивостей, що відповідають умовам роботи фланця. Також ця сталь добре піддається операціям механічного оброблення та формування заготовок методами литва.

З позиції механічної обробки конструктивне виконання фланця є раціональним і дозволяє використовувати високопродуктивні режими різання, що забезпечує підвищення ефективності технологічного процесу. Наявність достатньої кількості поверхонь для базування створює умови для надійного базування заготовки під час виконання чорнових і чистових операцій.

Для забезпечення точності оброблення поверхонь фланця на першій операції доцільно провести підрізання торцевої поверхні 12 та розточування центральних отворів 3 і 6, що будуть серед основних технологічних баз на наступних операціях.

Для механічного оброблення торців, отворів, канавок фланця можливе застосування стандартних різальних інструментів: різців, фрез, свердел, зенкерів, розверток тощо. Для оброблення канавок на зовнішніх та внутрішніх циліндричних поверхнях необхідне застосувати спеціальних канавочних різців. Як основне технологічне обладнання доцільно використовувати токарні напівавтомати, свердлильні, фрезерні верстати, застосовуючи принцип концентрації операцій для підвищення продуктивності оброблення в умовах великосерійного виробництва.

Отже, аналіз якісних характеристик показав, що деталь “Фланець” 24.508 є технологічно доцільною та придатною до виготовлення в умовах великосерійного виробництва.

Додатково до якісного аналізу здійснено кількісну оцінку технологічності

конструкції фланця із використанням основних показників: коефіцієнта точності, коефіцієнта шорсткості та коефіцієнта уніфікації. Розрахунки виконано із використанням даних табл. 1.3.

Коефіцієнт точності обробки:

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

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{7 \cdot 3 + 8 \cdot 5 + 9 \cdot 2 + 14 \cdot 15 + 15 \cdot 4}{29} = 12,1;$$

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

При $K_{\text{т.ч.}} = 0,92 > 0,8$ деталь “Фланець” 24.508 є технологічною.

Коефіцієнт шорсткості:

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

$$B_{\text{cp}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{7 \cdot 3 + 6 \cdot 5 + 5 \cdot 6 + 3 \cdot 11 + 1 \cdot 4}{29} = 4,08,$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{4,08} = 0,25.$$

При $K_{\text{ш}} = 0,25 > 0,16$ деталь “Фланець” 24.508 є технологічною.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{\text{у.е.}} = \frac{N_{\text{у.е.}}}{N_{\text{е}}} = \frac{24}{29} = 0,83.$$

При $K_{\text{у.е.}} = 0,83 > 0,6$ деталь “Фланець” 24.508 є технологічною.

Таким чином, за кількісними показниками деталь “Фланець” 24.508 є технологічною.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Технологічне обладнання, що використовується для виконання операцій базового технологічного процесу виготовлення фланця 24.508 представлено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Технологічне обладнання базового технологічного процесу виготовлення фланця 24.508

Операція	Технологічне обладнання	Технологічне оснащення
005 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16K20	Патрон трьохкулачковий
010 Токарно-гвинторізна	Токарно-гвинторізний верстат 16K20	Патрон трьохкулачковий
015 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний верстат 3M151	Оправка спеціальна
020 Круглошліфувальна	Круглошліфувальний напівавтомат 3M151E	Оправка спеціальна
025 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Г175	Пристрій спеціальний із базуванням на оправку
030 Алмазно-розточна	Алмазно-розточний верстат мод. 2705П	Патрон трьохкулачковий
035 Шпонково-фрезерна	Шпонково-фрезерний верстат 692М	Пристрій спеціальний із базуванням на оправку

Аналізуючи технологічний процес виготовлення фланця 24.508 на підприємстві, визначено, що він відповідає середньосерійному типу виробництва. Зокрема, передбачено використання універсального технологічного обладнання із стандартними та спеціальними пристроями з механізованими приводами затискних механізмів. Механічна обробка поверхонь деталі виконується стандартним універсальним ріжучими інструментами (різцями, свердлами, зенкерами, розвертками, шліфувальними кругами тощо).

1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

У першій частині здійснено аналіз технічних вимог, затверджених у конструкторській документації, а також оцінювання показників якості

поверхонь деталі “Фланець” 24.508, що є складовою частиною редуктора гвинтового конвеєра, який використовується для передачі крутного моменту та зменшення швидкості обертання від вихідного вала приводного електродвигуна до шнека, що використовується для транспортування сипких матеріалів. Аналіз якісних та кількісних характеристик поверхонь показав, що деталь “Фланець” 24.508 є технологічно придатною до виготовлення в умовах великосерійного виробництва.

Застосування сталі 35Л для виготовлення фланця редуктора є технічно обґрунтованим завдяки поєднанню її ливарних і експлуатаційних властивостей, що відповідають умовам роботи фланця. Також ця сталь добре піддається операціям механічного оброблення та формування заготовок методами литва.

Для забезпечення точності оброблення поверхонь фланця на першій операції доцільно провести підрізання торцевої поверхні 12 та розточування центральних отворів 3 і 6, що будуть серед основних технологічних баз на наступних операціях.

Для механічного оброблення торців, отворів, канавок фланця можливе застосування стандартних різальних інструментів: різців, фрез, свердел, зенкерів, розверток тощо. Для оброблення канавок на зовнішніх та внутрішніх циліндричних поверхнях необхідне застосувати спеціальних канавочних різців.

Аналізуючи технологічний процес виготовлення фланця 24.508 на підприємстві, визначено, що він відповідає середньосерійному типу виробництва. Зокрема, передбачено використання універсального технологічного обладнання із стандартними та спеціальними пристроями з механізованими приводами затискних механізмів. Механічна обробка поверхонь деталі виконується стандартним універсальним ріжучими інструментами (різцями, свердлами, зенкерами, розвертками, шліфувальними кругами тощо).

Річна програма випуску фланців, що становить 75000 шт. відповідно до завдання, відповідає великосерійному типу виробництва. У зв'язку з цим під час розроблення проектного технологічного процесу доцільно передбачити такі

удосконалення:

- операції проточування зовнішніх циліндричних поверхонь, підрізання торців, розточування отворів, нарізання кільцевих канавок виконувати на токарних багатошпиндельних напівавтоматах із багатоінструментальним налагодженням;

- свердління, зенкерування та розвертання трьох отворів здійснювати на вертикально-свердлильних верстатах, оснащених багатоінструментальними налагодженнями та багатошпиндельними свердлильними головками;

- для свердління трьох отворів із одночасним утворенням фасок використовувати комбіновані свердла зі швидкорізальної сталі.

Запропоновані зміни базового технологічного процесу спрямовані на підвищення продуктивності виготовлення деталі “Фланець” 24.508 в умовах великосерійного типу виробництва.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.2. Визначення типу виробництва

Тип виробництва виготовлення деталі “Фланець” 24.508 залежить від програми випуску 75000 шт. та маси деталі $m = 7,2$ кг, і за табличним методом відповідає великосерійному.

Також розрахунок типу виробництва проведено на основі визначення коефіцієнта закріплення операцій.

Перелік операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Фланець” 24.508 представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Фланець” 24.508

Операція	T шт.к	Операція	T шт.к
005 Токарно-гвинторізна	7,64 хв.	025 Свердлильна	1,89 хв.
010 Токарно-гвинторізна	5,13 хв.	030 Алмазно-розточна	5,87 хв.
015 Круглошліфувальна	3,33 хв.	035 Шпонково-фрезерна	9,2 хв.
020 Круглошліфувальна	6,23 хв.		

Кількості верстатів, що використовуються для кожної операції [1]:

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

де F_d – час роботи обладнання, $F_d = 3979$ год;

$$\eta_{\text{зн.}} = 0,75.$$

$$m_{p005} = \frac{75000 \cdot 7,64}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 3,2. \quad P_{005} = 4 \text{ верстати.}$$

$$m_{p010} = \frac{75000 \cdot 5,13}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 2,15. \quad P_{010} = 3 \text{ верстати.}$$

$$m_{p015} = \frac{75000 \cdot 3,33}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 1,4. P_{015} = 2 \text{ верстати.}$$

$$m_{p020} = \frac{75000 \cdot 6,23}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 2,6. P_{020} = 3 \text{ верстати.}$$

$$m_{p025} = \frac{75000 \cdot 1,89}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,8. P_{025} = 1 \text{ верстат.}$$

$$m_{p030} = \frac{75000 \cdot 5,87}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 2,46. P_{030} = 3 \text{ верстати.}$$

$$m_{p035} = \frac{75000 \cdot 9,2}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 3,85. P_{035} = 5 \text{ верстатів.}$$

Фактичні коефіцієнти завантаження обладнання [1]:

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

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{3,2}{4} = 0,8.$$

$$\eta_{з.ф.010} = \frac{2,15}{3} = 0,72.$$

$$\eta_{з.ф.015} = \frac{1,4}{2} = 0,7.$$

$$\eta_{з.ф.020} = \frac{2,6}{3} = 0,87.$$

$$\eta_{з.ф.025} = \frac{0,8}{1} = 0,8.$$

$$\eta_{з.ф.030} = \frac{2,46}{3} = 0,82.$$

$$\eta_{з.ф.035} = \frac{3,85}{5} = 0,77.$$

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

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

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,8} = 0,94. O_{005} = 1 \text{ операція.}$$

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,72} = 1,04. \quad O_{010} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{015} = \frac{0,75}{0,7} = 1,07. \quad O_{015} = 2 \text{ операції.}$$

$$O_{020} = \frac{0,75}{0,87} = 0,86. \quad O_{020} = 1 \text{ операція.}$$

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,8} = 0,94. \quad O_{025} = 1 \text{ операція.}$$

$$O_{030} = \frac{0,75}{0,82} = 0,91. \quad O_{030} = 1 \text{ операція.}$$

$$O_{035} = \frac{0,75}{0,77} = 0,97. \quad O_{035} = 1 \text{ операція.}$$

Коефіцієнт закріплення операцій [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{1+2+2+1+1+1+1}{4+3+2+3+1+3+5} = \frac{9}{21} = 0,43.$$

Для $K_{з.о.} = 0,43$ тип виробництва – масовий, проте приймаємо великосерійний тип виробництва.

Визначаємо період виготовлення деталей [1]:

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

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

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Матеріал деталі “Фланець” 24.508 сталь 35Л має добрі ливарні властивості, малу схильність до утворення усадкових дефектів, тому для виготовлення заготовок фланців доцільно використовувати різні методи литва.

Вибір доцільного способу формування заготовки з двох можливих

варіантів здійснено за показником - коефіцієнт використання матеріалу. Для порівняння прийнято такі методи одержання заготовки:

1. Лиття в кокіль;
2. Лиття в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями та складанням стержнів.

Для першого варіанта характерні 7-й клас точності розмірів і 2-й ряд припусків. Для другого варіанта прийнято 10-й клас точності розмірів та 3-й ряд припусків.

Виконано проектування заготовок для вказаних способів формоутворення, із визначенням припусків для поверхонь із механічним обробленням. Масу заготовки знайдено додаванням маси припусків до маси готової деталі, що дорівнює 7,2 кг.

Значення загальних припусків деталі “Фланець” 24.508 наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення загальних припусків деталі “Фланець” 24.508

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 кокіль				
Торець 135±0,25	Rz40	1,2	1,6 ×2 = 3,2	138,2±0,6
Циліндрична поверхня Ø120	Rz200	1,2	—	Ø120±0,6
Отвір Ø82H7(^{+0,035})	Ra1,25	1,0	2,4 ×2 = 4,8	Ø77,2±0,5
Циліндрична поверхня Ø202	Rz200	1,4	—	Ø202±0,7
Торець 19	Rz200	0,8	—	19±0,4
Торець 4	Rz200	0,5	—	4±0,25
2) Лиття в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями та складанням стержнів				
Торець 135±0,25	Rz40	3,0	4,2 ×2 = 8,4	143,4±1,5
Циліндрична поверхня Ø120	Rz200	3,2	—	Ø120±1,6

Закінчення таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Отвір Ø82H7(+0,035)	Ra1,25	2,8	4,5 × 2 = 9,0	Ø73±1,4
Циліндрична поверхня Ø202	Rz200	3,6	—	Ø202±1,8
Торець 19	Rz200	2,0	—	19±1,0
Торець 4	Rz200	1,2	—	4±0,6

Ескізи запропонованих варіантів заготовок зображено на рис. 2.1 (лиття в кокіль) та на рис. 2.2 (лиття в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями та складанням стержнів).

Масу заготовки визначаємо як суму маси припусків та маси готової деталі:

$$Q = q + m_{\text{пр}}; \quad (2.5)$$

$$m_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot \rho, \quad (2.6)$$

де $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$.

Об'єми припусків окремих елементів заготовки:

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot (D - d)^2 \cdot H}{4}, \quad (2.7)$$

де D, d, H – номінальні розміри припусків, мм.

Отже, об'єми припусків окремих елементів заготовки, одержаної литвом в кокіль:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (182^2 - 77,2^2) \cdot 1,6}{4} = 34119 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (120^2 - 112^2) \cdot 41,6}{4} = 60609 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (120^2 - 102^2) \cdot 75}{4} = 235265 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{\pi \cdot (120^2 - 77,2^2) \cdot 1,6}{4} = 10601 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot (82^2 - 77,2^2) \cdot 135}{4} = 80982 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр6}} = \frac{\pi \cdot 20^2 \cdot 19 \cdot 3}{4} = 17898 \text{ мм}^3;$$

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

$$V_{\text{пр}} = 439\,474 \text{ мм}^3 = 439,474 \text{ см}^3.$$

Для заготовки одержаної литвом в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями та складанням стержнів:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{\pi \cdot (182^2 - 77,2^2) \cdot 4,2}{4} = 89560 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр2}} = \frac{\pi \cdot (120^2 - 112^2) \cdot 44,2}{4} = 64398 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр3}} = \frac{\pi \cdot (120^2 - 102^2) \cdot 75}{4} = 235265 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр4}} = \frac{\pi \cdot (120^2 - 73^2) \cdot 4,2}{4} = 29907 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр5}} = \frac{\pi \cdot (82^2 - 73^2) \cdot 135}{4} = 147835 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр6}} = \frac{\pi \cdot 20^2 \cdot 19 \cdot 3}{4} = 17898 \text{ мм}^3;$$

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

$$V_{\text{пр}} = 584\,863 \text{ мм}^3 = 584,863 \text{ см}^3.$$

Визначаємо масу припусків:

— лиття в кокіль:

$$m_{\text{пр1}} = 439,474 \cdot 7,85 = 3450 \text{ г} = 3,450 \text{ кг}.$$

— для лиття в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями та складанням стержнів:

$$m_{\text{пр2}} = 584,863 \cdot 7,85 = 4591 \text{ г} \approx 4,591 \text{ кг}.$$

Визначаємо масу заготовок:

– лиття в кокіль:

$$Q_1 = 7,2 + 3,45 = 10,65 \text{ кг.}$$

– лиття в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями та складанням стержнів:

$$Q_2 = 7,2 + 4,591 = 11,791 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_b = \frac{q}{Q}, \quad (2.8)$$

– лиття в кокіль:

$$K_{b.m.1} = \frac{7,2}{10,65} = 0,68;$$

– лиття в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями та складанням стержнів:

$$K_{b.m.2} = \frac{7,2}{11,791} = 0,61.$$

Отже, застосування способу формування заготовки деталі “Фланець” 24.508 литтям в кокіль дозволяє забезпечити вищий коефіцієнт використання матеріалу ніж литтям в піщані форми із машинним формуванням за металевими моделями та складанням стержнів, тому для проектування технологічного процесу виготовлення деталі вибрано перший спосіб одержання заготовки.

2.3. Вибір технологічних баз

Для виконання технологічного процесу механічного оброблення деталі “Фланець” 24.508 застосовано як чорнові так і чистові базові поверхні. Тому на

першій операції запропоновано виконати підрізання торцевої поверхні 12 та розточування центральних отворів 3 і 6, що будуть серед основних технологічних баз на наступних операціях.

Схематичне зображення способів базування деталі “Фланець” 24.508 відображено у таблиці 2.3.

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

При технологічному проектуванні процесу механічного оброблення деталі “Фланець” 24.508 розглянуто два різних варіанти досягнення необхідних показників точності поверхонь фланця. При цьому за рахунок синтезу різних альтернатив одержано остаточну операційну технологію виготовлення фланця, що відповідає великосерійному типу виробництва із використанням напівавтоматизованого обладнання, зокрема токарного горизонтального напівавтомата та багатоінструментальних наладок.

Порівняння варіантів механічного оброблення для досягнення необхідних показників точності поверхонь деталі “Фланець” 24.508 представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Маршрути оброблення поверхонь деталі “Фланець” 24.508

№ 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	Циліндрична поверхня $\varnothing 202$; Rz200	15	Rz200	Заготовка, одержана литтям	
2	Канавка зовнішня $2,2^{+0,25}$; Rz20, $\varnothing 101_{-0,87}$; Rz40	14	Rz20	Проточування канавочним різцем	
3, 4	Отвір $\varnothing 82H7^{(+0,035)}$; Ra1,25	7	Ra1,25	Розточування чорнове Розточування напівчистове Шліфування напівчистове Шліфування чистове	Розточування чорнове Розточування напівчистове Протягування
5	Фаска зовнішня $1,6 \times 45^\circ$; Rz80	14	Rz80	Проточування напівчистове	
6	Отвір $\varnothing 82H14^{(+0,870)}$; $l=62 \pm 0,2$; Rz80	14	Rz80	Розточування напівчистове	
7, 8	Канавка $2,2^{+0,25}$; Rz20 $\varnothing 85,5^{+0,4}$; Rz40	14	Rz20	Розточування канавочним різцем	
9	Циліндрична поверхня $\varnothing 102h8_{(-0,054)}$; Ra2,5	8	Ra2,5	Проточування чорнове Проточування напівчистове Шліфування напівчистове	
10	Торець $75 \pm 0,2$; Rz80	14	Rz80	Підрізання торця напівчистове	
11, 12	Торцева поверхня $135 \pm 0,25$; Rz80	14	Rz40	Підрізання торця чорнове Підрізання торця напівчистове	

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
13	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 112h8$, Ra2,5	8	Ra2,5	Проточування чорнове Проточування напівчистове Шліфування напівчистове	
14	Торець $40 \pm 0,2$; Rz80	14	Rz80	Підрізання торця напівчистове	
15	Фаска $1 \times 45^\circ$; Rz80	14	Rz80	Розточування напівчистове	
16	Циліндрична поверхня $\varnothing 120$; Rz200	15	Rz200	Заготовка, одержана литтям	
17	Канавка $3,2^{+0,4}$; Rz20 $\varnothing 96,5_{-0,46}$; Rz40	14	Rz20	Проточування канавочним різцем	
18	Торець 19; Rz200	15	Rz200	Заготовка, одержана литтям	
19, 20	Два шпонкових пази паз $6P9^{(-0,012}_{-0,042})}$; Rz20; $5H12^{(+0,12)}$; Rz40; $60H15^{(+0,16)}$	9	Rz20	Фрезерування шпонковою фрезою	
21	Торець 4; Rz200	15	Rz200	Заготовка, одержана литтям	
22... 24	Три отвори $\varnothing 20H8^{(+0,033)}$; $l=20$; $\varnothing 144$; Ra2,5	8	Ra2,5	Свердління із використанням кондуктора Зенкерування із використанням кондуктора Розвертання чорнове Розвертання чистове	Оброблення комбінованим інструментом
25	Фаска $1 \times 45^\circ$; Rz80	14	Rz80	Проточування напівчистове	
26... 28	Три фаски $1 \times 45^\circ$; Rz80	14	Rz80	Зенкування	Оброблення комбінованим інструментом

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
29	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 110h7$	7	Ra1,25	Проточування чорнове Проточування напівчистове Шліфування напівчистове Шліфування чистове	

Для умов великосерійного типу виробництва на основі даних таблиці 2.4 сформовано остаточний маршрут механічного оброблення. Запропоновано операції проточування зовнішніх циліндричних поверхонь, підрізання торців, розточування отворів, нарізання кільцевих канавок виконувати на токарних багатошпиндельних горизонтальних напівавтоматах із багатоінструментальним налагодженням замість токарно-гвинторізних верстатів; свердління, зенкерування та розвертання трьох отворів здійснювати на вертикально-свердильних верстатах, оснащених багатоінструментальними налагодженнями та багатошпиндельними свердильними головками; для свердління трьох отворів із одночасним утворенням фасок використовувати комбіновані свердла зі швидкорізальної сталі замість звичайних інструментів із виконанням двох окремих операцій.

005. Токарна напівавтоматна.

Позиція I. Встановлення заготовки і знімання деталі.

Позиція II. Підрізання торця 12 у розмір $136,6 \pm 0,25$ з нижнього переднього поперечного супорта.

Позиція III. Розточування попереднє отвору 3 у розмір $\varnothing 80,8^{+0,74}$ з поздовжнього супорта.

Позиція IV. Розточування отвору 3 у розмір $\varnothing 81,63^{+0,19}$ з поздовжнього супорта.

Позиція V. Розточування отвору 6 у розмір $\varnothing 82^{+0,87}$; $62 \pm 0,2$ з поздовжнього супорта.

Позиція VI. Розточування двох канавок 7, 8 одночасне у розміри $\varnothing 85,5^{+0,4}$; $2,2^{+0,25}$; $28 \pm 0,3$ з поздовжнього та з верхнього переднього поперечного супортів.

Перевірити розміри: $136,6 \pm 0,25$; $\varnothing 81,63^{+0,19}$; $\varnothing 82^{+0,87}$; $62 \pm 0,2$; $\varnothing 85,5^{+0,4}$; $2,2^{+0,25}$; $28 \pm 0,3$.

Контроль 30%

010. Токарна напівавтоматна.

Позиція I. Встановлення заготовки і знімання деталі.

Позиція II. Підрізання торця 11 у розмір $135 \pm 0,25$ з нижнього переднього поперечного супорта; проточування попереднє зовнішніх циліндричних поверхонь 9, 13 з підрізанням торців 10, 14 у розміри $\varnothing 102,9_{-0,87}$; $75 \pm 0,2$; $\varnothing 112,9_{-0,87}$; $40 \pm 0,2$ з поздовжнього супорта одночасне.

Позиція III. Проточування зовнішньої фаски 25 у розмір $1,45 \times 45^\circ$; розточування внутрішньої фаски 15 у розмір $1,2 \times 45^\circ$ з поздовжнього супорта; проточування зовнішньої фаски 5 у розмір $2 \times 45^\circ$ з нижнього заднього поперечного супорта одночасне.

Позиція IV. Проточування зовнішньої циліндричної поверхні 13 у розмір $\varnothing 112,4_{-0,22}$ з поздовжнього супорта.

Позиція V. Проточування зовнішньої циліндричної поверхні 9 у розмір $\varnothing 102,4_{-0,22}$ з поздовжнього супорта.

Позиція VI. Проточування двох канавок 17, 2 у розміри $\varnothing 98_{-0,46}$; $3,2^{+0,3}$; $\varnothing 101_{-0,87}$; $2,2^{+0,25}$ одночасне з верхнього переднього поперечного супорта.

Перевірити розміри: $135 \pm 0,25$; $\varnothing 112,4_{-0,22}$; $\varnothing 102,4_{-0,22}$; $75 \pm 0,2$; $40 \pm 0,2$; $\varnothing 98_{-0,46}$; $3,2^{+0,3}$; $\varnothing 101_{-0,87}$; $2,2^{+0,25}$; $1,2 \times 45^\circ$; $1,8 \times 45^\circ$.

Контроль 30%

015 Круглошліфувальна.

1. Шліфування остаточне поверхні 9 у розміри $\varnothing 102_{-0,054}$ поздовжньою подачею.

2. Шліфування остаточне поверхні 13 у розміри $\varnothing 112_{-0,054}$; попереднє поверхні 29 у розміри $\varnothing 112,15_{-0,054}$ поздовжньою подачею.

3. Шліфування остаточне поверхні 29 у розміри $\varnothing 112_{-0,035}$ поперечною

подачею.

020 Внутрішньошліфувальна.

1. Шліфування попереднє поверхонь 3, 4 у розмір $\varnothing 81,895^{+0,074}$.

2. Шліфування остаточне поверхонь 3, 4 у розмір $\varnothing 82^{+0,035}$

025 Вертикально-свердлильна.

1. Свердління трьох отворів 22...24 і зенкування в них фасок 26...28 одночасне у розміри $\varnothing 18^{+0,21}$; $\varnothing 144$, $2 \times 45^\circ$

030 Вертикально-свердлильна.

1. Зенкування трьох отворів 22...24 одночасне у розміри $\varnothing 19,8^{+0,13}$; $19 \pm 0,2$.

035 Вертикально-свердлильна.

1. Розвертання попереднє трьох отворів 22...24 одночасне у розміри $\varnothing 19,94^{+0,052}$; $19 \pm 0,2$

040 Вертикально-свердлильна.

1. Розвертання остаточне трьох отворів 22...24 одночасне у розміри $\varnothing 20^{+0,033}$; $19 \pm 0,2$.

045 Шпонково-фрезерна.

1. Фрезерування шпонкового паза 19 у розміри $6P9_{-0,042}^{-0,012}$; $5H12^{(+0,12)}$ $60H15^{(+0,16)}$.

2. Повернути деталь на 180° .

3. Фрезерування шпонкового паза 20 у розміри $6P9_{-0,042}^{-0,012}$; $5H12^{(+0,12)}$ $60H15^{(+0,16)}$.

050 Контроль. 100%.

2.5. Визначення припусків на оброблення

Визначення припусків механічного оброблення деталі “Фланець” 24.508 у технологічному процесі виконано табличним та аналітично-розрахунковим

методами із виведенням остаточних результатів у вигляді таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Припуски на оброблення поверхонь деталі “Фланець” 24.508

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
Отвір $\varnothing 20H8^{+0,033}$; $l=19$; $\varnothing 144$; $Ra2,5$					
Розвертання чистове	8	$Ra2,5$	0,033	$0,03 \times 2 = 0,06$	$\varnothing 20^{+0,033}$
Розвертання чорнове	9	$Ra6,3$	0,052	$0,07 \times 2 = 0,14$	$\varnothing 19,94^{+0,052}$
Зенкерування	11	$Ra12,5$	0,13	$0,9 \times 2 = 1,8$	$\varnothing 19,8^{+0,13}$
Свердління із застосуванням кондуктора	12	$Ra25$	0,21	$9 \times 2 = 18$	$\varnothing 18^{+0,21}$
Заготовка	7-тий кл.	$Rz100$	—	$10 \times 2 = 20,0$	Суцільний матеріал
Циліндрична поверхня $\varnothing 112h7$, $Ra1,25$					
Шліфування чистове	7	$Ra1,25$	0,035	$0,075 \times 2 = 0,15$	$\varnothing 112_{-0,035}$
Шліфування напівчистове	8	$Ra2,5$	0,054	$0,125 \times 2 = 0,25$	$\varnothing 112,15_{-0,054}$
Проточування напівчистове	11	$Ra6,3$	0,22	$0,25 \times 2 = 0,5$	$\varnothing 112,4_{-0,22}$
Проточування чорнове	14	$Rz80$	0,87	$3,55 \times 2 = 7,1$	$\varnothing 112,9_{-0,87}$
Заготовка	7-тий кл.	$Rz100$	3,2	$4 \times 2 = 8,0$	$\varnothing 120 \pm 0,6$
Циліндрична поверхня $\varnothing 112h8$, $Ra2,5$					
Шліфування напівчистове	8	$Ra2,5$	0,054	$0,2 \times 2 = 0,4$	$\varnothing 112_{-0,054}$
Проточування напівчистове	11	$Ra6,3$	0,22	$0,25 \times 2 = 0,5$	$\varnothing 112,4_{-0,22}$
Проточування чорнове	14	$Rz80$	0,87	$3,55 \times 2 = 7,1$	$\varnothing 112,9_{-0,87}$
Заготовка	7-тий кл.	$Rz100$	3,2	$4 \times 2 = 8,0$	$\varnothing 120 \pm 0,6$
Циліндрична поверхня $\varnothing 102h8$, $Ra2,5$					
Шліфування напівчистове	8	$Ra2,5$	0,054	$0,2 \times 2 = 0,4$	$\varnothing 102_{-0,054}$
Проточування напівчистове	11	$Ra6,3$	0,22	$0,25 \times 2 = 0,5$	$\varnothing 102,4_{-0,22}$

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6
Проточування чорнове	14	Rz80	0,87	$5 \times 2 = 10$	$\varnothing 102,9_{-0,87}$
Попередньо оброблена поверхня	14	Rz80	0,87	$5.45 \times 2 = 10.9$	$\varnothing 112,9_{-0,87}$
Торцева поверхня $135 \pm 0,25$; Rz80					
Точіння однократне	14	Rz80	0,5	–	$135 \pm 0,25$
Заготовка	7-тий кл.	Rz100	1,2	$1,6 \times 2 = 3,2$	$138,2 \pm 0,6$
Отвір $\varnothing 82H7(^{+0,035})$; Ra1,25					
Шліфування чистове	7	Ra1,25	0,035	$0,0525 \times 2 = 0,105$	$\varnothing 82^{+0,035}$
Шліфування напівчистове	9	Ra2,5	0,087	$0,1325 \times 2 = 0,265$	$\varnothing 81,895^{+0,087}$
Розточування напівчистове	11	Ra6,3	0,22	$0,415 \times 2 = 0,83$	$\varnothing 81,63^{+0,22}$
Розточування чорнове	14	Rz80	0,87	$1,8 \times 2 = 3,6$	$\varnothing 80,8^{+0,87}$
Заготовка	7-тий кл.	Rz100	1,0	$2,4 \times 2 = 4,8$	$\varnothing 77,2 \pm 0,5$

Габаритні розміри заготовки: $135 \pm 0,25 \times \varnothing 202 \pm 0,7$.

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Режими різання визначено на основі табличних даних довідників, а для 005 токарної напівавтоматної операції оброблення деталі “Фланець” 24.508 розрахунок режимів різання проведено аналітичним методом.

005 Операція токарна напівавтоматна.

1. Глибини різання для кожного інструменту:

Позиція II: $t_{II \text{ поп.}} = 1,6$ мм.

Позиція III: $t_{III \text{ позд.}} = 1,8$ мм.

Позиція IV: $t_{IV \text{ позд.}} = 0,42$ мм.

Позиція V: $t_{V \text{ позд.}} = 0,685$ мм.

Позиція VI: $t_{VI1 \text{ поп.}} = 2,2$ мм., $t_{VI2 \text{ поп.}} = 2,2$ мм.

2. Довжини робочих ходів супортів:

Позиція II: довжина робочого ходу поперечного супорта [14]:

$$L_{p.x.} = l_{різ.} + l_{підв.} + l_{вріз.} + l_{перебігу} + l_{дод.}, \quad (2.9)$$

де $l_{різ.} = 52,1$ мм; $l_{підв.} = 2$ мм; $l_{вріз.} = 1$ мм; $l_{перебігу} = 2$ мм; $l_{дод.} = 0$;

$$L_{p.x. I} = 52,1 + 2 + 1 + 2 + 0 = 57,1 \text{ мм.}$$

Позиція III:

– довжина робочого ходу поздовжнього супорта:

$$l_{різ.} = 138,2 \text{ мм; } l_{підв.} = 1,0 \text{ мм; } l_{вріз.} = 0,8 \text{ мм; } l_{пер.} = 1,0 \text{ мм; } l_{дод.} = 0;$$

$$L_{p.x. III} = 138,2 + 1,0 + 0,8 + 1,0 + 0 = 141 \text{ мм.}$$

Позиція IV:

– довжина робочого ходу поздовжнього супорта:

$$l_{різ.} = 138,2 \text{ мм; } l_{підв.} = 1,0 \text{ мм; } l_{вріз.} = 0,8 \text{ мм; } l_{пер.} = 1,0 \text{ мм; } l_{дод.} = 0;$$

$$L_{p.x. III} = 138,2 + 1,0 + 0,8 + 1,0 + 0 = 141 \text{ мм.}$$

Позиція V: – довжина робочого ходу поздовжнього супорта:

$$l_{різ.} = 60 \text{ мм; } l_{підв.} = 4,5 \text{ мм; } l_{вріз.} = 0,5 \text{ мм; } l_{пер.} = 0 \text{ мм; } l_{дод.} = 0;$$

$$L_{p.x. III} = 60 + 4,5 + 0,5 + 0 + 0 = 65 \text{ мм.}$$

Позиція VI:

– довжина робочого ходу поперечного супорта:

$$l_{різ.} = 1,935 \text{ мм; } l_{підв.} = 0,565 \text{ мм; } l_{вріз.} = 0 \text{ мм; } l_{перебігу} = 0 \text{ мм; } l_{дод.} = 0;$$

$$L_{p.x. VI \text{ поп.}} = 1,935 + 0,565 + 0 + 0 + 0 = 2,5 \text{ мм.}$$

– довжина робочого ходу поздовжнього супорта:

$$l_{різ.} = 123 \text{ мм; } l_{підв.} = 1 \text{ мм; } l_{вріз.} = 0 \text{ мм; } l_{перебігу} = 0 \text{ мм; } l_{дод.} = 0;$$

$$L_{p.x. VI \text{ позд.}} = 123 + 1 = 124 \text{ мм.}$$

Найбільше значення робочого ходу поздовжнього супорта

$$L_{p.x. III, IV \text{ позд.}} = 141 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо подачу та зубчасті колеса гітари змінних коліс:

Позиція II:

– поперечний супорт: $S_{oII \text{ поп.}} = 0,4$ мм/об [14].

Позиція III:

– поздовжній супорт: $S_{oIII} = 0,6$ мм/об [14].

Позиція IV:

– поздовжній супорт: $S_{oIV\text{позд.}} = 0,4$ мм/об [14].

Позиція V:

– поздовжній супорт: $S_{oV} = 0,4$ мм/об [14].

Позиція VI:

– поздовжній супорт: $S_{oVI} = 0,4$ мм/об [14].

– поперечний супорт: $S_{oVI\text{поп.}} = 0,01$ мм/об [14].

Кількість обертів шпинделя n_p на один перехід [14]:

$$n_p = \frac{L_{p.x.}}{S_o}, \quad (2.10)$$

де

Позиція II:

– поперечний супорт $n_{pII} = \frac{57,1}{0,4} = 142,75$ об;

Позиція III:

– поздовжній супорт: $n_{pIII} = \frac{141}{0,6} = 235$ об;

Позиція IV:

– поздовжній супорт: $n_{pIV} = \frac{141}{0,4} = 353$ об;

Позиція V:

– поздовжній супорт: $n_{pV} = \frac{65}{0,4} = 162,5$ об;

Позиція VI:

– поздовжній супорт $n_{pVI\text{позд.}} = \frac{124}{0,4} = 310$ об.

– поперечний супорт $n_{pVI\text{поп.}} = \frac{2,5}{0,01} = 250$ об.

Найбільше значення обертів $n_p = 353$ відповідає паспортному значенню $n_{pII} = 353$ обертів при змінних зубчастих колесах $e = 22$, $f = 53$, $g = 54$, $h = 38$.

Фактичні подачі на кожному переході:

$$S_{\Pi} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n_{\text{рп}}}, \quad (2.11)$$

Для поздовжнього супорта на позиціях III, IV, V, VI фактичне значення подачі: $S_{\text{III,IV,V,VI}} = \frac{141}{353} = 0,39 \text{ об};$

Для поперечних супортів:

– позиція II: $S_{\text{II}} = \frac{57,1}{353} = 0,16 \text{ мм/об};$

– позиція VI: $S_{\text{пVIпоп.}} = \frac{2,5}{353} = 0,007 \text{ мм/об};$

Для позиції VI збільшуємо подачу до прийнятої величини $S_{\text{oVIпоп.}} = 0,01 \text{ мм/об}$, збільшуючи довжину робочого ходу:

$$0,01 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{353}, \quad L_{\text{р.х.}} = 0,01 \cdot 353 = 3,53 \text{ мм};$$

Отже, $S_{\text{пVIпоп.}} = 0,01 \text{ мм/об}.$

4. Період стійкості інструментів [14]:

$$T_p = T_M \cdot \lambda, \quad (2.12)$$

де $T_M = 150 \text{ хв.}$ [14];

при $\lambda > 0,75$ приймаємо $\lambda = 1.$

Коефіцієнт часу різання:

$$\lambda = \frac{L_{\text{різ.}}}{L_{\text{р.х.}}}, \quad (2.13)$$

Позиція II: $\lambda_{\text{I}} = \frac{52,1}{57,1} = 0,9; \quad T_{\text{pI}} = 150 \text{ хв.}$

Позиція III: $\lambda_{\text{III}} = \frac{138,2}{141} = 0,98; \quad T_{\text{pIII}} = 150 \text{ хв.}$

Позиція IV: $\lambda_{IV} = \frac{138,2}{141} = 0,98$; $T_{pIV} = 150$ хв.

Позиція V: $\lambda_V = \frac{60}{65} = 0,92$; $T_{pV} = 150$ хв.

Позиція VI: $\lambda_{VI} = \frac{1,935}{3,53} = 0,55$; $T_{pVI} = 150 \cdot 0,55 = 82$ хв.

5. Швидкість різання

Позиція II [14]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.14)$$

Поправочний коефіцієнт [14]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\phi l} \cdot K_r; \quad (2.15)$$

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} [14].$$

$\sigma_B = 550$ МПа.

$K_r = 1,0$ [14];

$n_v = 1,0$ [14];

$$K_{mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{550} \right)^{1,0} = 1,36.$$

$K_{nv} = 0,8$ [14]; $K_{iv} = 0,65$ [14]; $K_{\phi v} = 0,8$ [14]; $K_{\phi l v} = 0,91$ [14]; $K_{rv} = 1,0$ [14];

$C_v = 420$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,20$ [14];

$$K_v = 1,36 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 0,91 \cdot 1,0 = 0,5;$$

$$V_{II} = \frac{420}{150^{0,2} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,16^{0,2}} \cdot 0,5 = 105 \text{ м/хв.}$$

Позиція III:

$V_{III} = 100$ м/хв.

Позиція IV:

$V_{IV} = 135$ м/хв.

Позиція V:

$$V_V = 78 \text{ м/хв.}$$

Позиція VI:

– для поздовжнього супорта:

$$V_{V\text{позд.}} = 70,4 \text{ м/хв.}$$

– для поперечного супорта:

$$V_{V\text{поп.}} = 70,4 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя [14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (2.16)$$

$$\text{Позиція II: } n_{\text{IIпоп.}} = \frac{1000 \cdot 105}{\pi \cdot 182} = 184 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{Позиція III: } n_{\text{IIIпоп.}} = \frac{1000 \cdot 100}{\pi \cdot 80,8} = 394 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{Позиція IV: } n_{\text{IVпоп.}} = \frac{1000 \cdot 135}{\pi \cdot 81,63} = 527 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{Позиція V: } n_{V\text{позд.}} = \frac{1000 \cdot 78}{\pi \cdot 82} = 303 \text{ хв}^{-1}.$$

$$\text{Позиція VI: } n_{VI} = \frac{1000 \cdot 70,4}{\pi \cdot 83,5} = 268 \text{ хв}^{-1}.$$

Вибираємо найменшу частоту обертання $n_{II} = 184 \text{ хв}^{-1}$. За паспортом верстата вибираємо частоту обертання шпинделя $n_{\text{шп}} = 165 \text{ хв}^{-1}$ і відповідні зубчасті колеса $a = 42, b = 42, c = 23, d = 61$.

Фактична швидкість різання [14]:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{шп}}}{1000}, \quad (2.17)$$

$$\text{Позиція II: } V_{\phi\text{IIпоп.}} = \frac{\pi \cdot 182 \cdot 165}{1000} = 94,3 \text{ м/хв.}$$

$$\text{Позиція III: } V_{\phi\text{III}} = \frac{\pi \cdot 80,8 \cdot 165}{1000} = 41,9 \text{ м/хв.}$$

Позиція IV: $V_{\phi IV} = \frac{\pi \cdot 81,63 \cdot 165}{1000} = 42,3 \text{ м/хв.}$

Позиція V: $V_{\phi V} = \frac{\pi \cdot 82 \cdot 165}{1000} = 42,5 \text{ м/хв.}$

Позиція VI: $V_{\phi VI_{1,2}} = \frac{\pi \cdot 83,5 \cdot 165}{1000} = 43,3 \text{ м/хв.}$

6. Сила різання для позиції II [14]:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.18)$$

Поправочний коефіцієнт сили різання [14]:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.19)$$

Позиція II:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n [14];$$

$$n = 0,75 [14];$$

$$K_{mp} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,79 [14].$$

$$K_{\phi p} = 0,95; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 0,88 [14].$$

$$K_p = 0,79 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,88 = 0,66;$$

$$C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15 [14];$$

$$P_{zII} = 10 \cdot 300 \cdot 1,6^{1,0} \cdot 0,16^{0,75} \cdot 94,3^{-0,15} \cdot 0,66 = 401 \text{ Н.}$$

Позиція III:

$$P_{zIII} = 1470 \text{ Н.}$$

Позиція IV:

$$P_{zIV} = 367,5 \text{ Н.}$$

Позиція V:

$$P_{zV} = 970,2 \text{ Н.}$$

Позиція VI:

– для різця 1: $P_{zVI_1}=485,1\text{Н}$.

– для різця 2: $P_{zVI_1} = P_{zVI_1} = 485,1\text{Н}$;

$$\Sigma P_{zVI} = 485,1 \cdot 2 = 970,2\text{Н}.$$

7. Потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.20)$$

$$\text{Позиція II: } N_{\text{різII}} = \frac{401 \cdot 94,3}{1020 \cdot 60} = 0,62\text{кВт};$$

$$\text{Позиція III: } N_{\text{різIII}} = \frac{1470 \cdot 41,9}{1020 \cdot 60} = 1,01\text{кВт};$$

$$\text{Позиція IV: } N_{\text{різIV}} = \frac{367,5 \cdot 42,3}{1020 \cdot 60} = 0,25\text{кВт};$$

$$\text{Позиція V: } N_{\text{різV}} = \frac{970,2 \cdot 42,5}{1020 \cdot 60} = 0,67\text{кВт};$$

$$\text{Позиція VI: } N_{\text{різVI}} = \frac{970,2 \cdot 43,3}{1020 \cdot 60} = 0,68\text{кВт}.$$

Визначаємо сумарну потужність:

$$\Sigma N_{\text{різ}} = N_{\text{різII}} + N_{\text{різIII}} + N_{\text{різIV}} + N_{\text{різV}} + N_{\text{різVI}}, \quad (2.21)$$

$$\Sigma N_{\text{різ}} = 0,62 + 1,01 + 0,25 + 0,67 + 0,68 = 3,23\text{ кВт}.$$

8. Перевіряємо забезпечення потужності приводом верстата:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}, \quad (2.22)$$

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta, \quad (2.23)$$

де $N_d - 30\text{кВт}$;

$\eta = 0,8$.

$$N_{\text{шп}} = 30 \cdot 0,8 = 24\text{кВт}.$$

$$N_{\text{різ}} = 3,23\text{ кВт} < N_{\text{шп}} = 24\text{ кВт}$$

9. Час робочого ходу [14]:

$$t_p = \frac{n_{pp}}{n_{шп}}, \quad (2.24)$$

$$t_p = 60 \cdot \frac{n_{pp}}{n_{шп}} = 60 \cdot \frac{353}{165} = 128,4 \text{ с.} = 2,14 \text{ хв.}$$

Також визначено режими різання для інших операцій технологічного процесу виготовлення деталі “Фланець” 24.508, що зведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Режими різання операцій технологічного процесу виготовлення деталі “Фланець” 24.508

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _m , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _m , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна напівавтоматна										
Позиція II Підрізання торця 12 у розмір 136,6±0,25 з нижнього переднього поперечного супорта	1,6	57,1	1	150	0,16	165	94,3	31,35	2,14	0,62
Позиція III Розточування попереднє отвору 3 у розмір Ø80,8 ^{+0,74} з поздовжнього супорта.	1,8	141	1	150	0,396	165	41,9	99	2,14	1,01
Позиція IV Розточування отвору 3 у розмір Ø81,63 ^{+0,19} з поздовжнього супорта	0,42	141	1	150	0,396	165	42,3	66	2,14	0,25
Позиція V Розточування отвору 6 у розмір Ø82 ^{+0,87} ; 62±0,2 з поздовжнього супорта.	0,685	65	1	150	0,396	165	42,5	72,6	2,14	0,67
Позиція VI. Розточування двох канавок 7, 8 одночасне у розміри Ø85,5 ^{+0,4} ; 2,2 ^{+0,25} ; 28±0,3 з поздовжнього та з верхнього переднього поперечного супортів	2,2	Позд 124	1	82	0,396	165	43,3	423	2,14	0,68
		Поп. 3,53			0,01			1,62		

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
010 Токарна напівавтоматна										
Позиція II Підрізання торця 11 у розмір 135±0,25 з нижнього переднього поперечного супорта; проточування попереднє зовнішніх циліндричних поверхонь 9, 13 з підрізанням торців 10, 14 у розміри Ø102,9 _{-0,87} ; 75±0,2; Ø112,9 _{-0,87} ; 40±0,2 з поздовжнього супорта одночасне.	1,6	21	1	110	0,07	165	62	11,55	1,85	1,28
	3,55	116		140	0,386		58	63,69		2,79
	3,55									
Позиція III Проточування зовнішньої фаски 25 у розмір 1,45×45°; розточування внутрішньої фаски 15 у розмір 1,2×45° з поздовжнього супорта; проточування зовнішньої фаски 5 у розмір 2×45° з нижнього заднього поперечного супорта одночасне	2	19	1	75	0,06	165	55	9,9	1,85	0,45
	1,45	11		47	0,386		53	63,69		0,6
	1,2			47						
Позиція IV Проточування зовнішньої циліндричної поверхні 13 у розмір Ø112,4 _{-0,22} з поздовжнього супорта	0,25	43	1	140	0,386	165	58	63,69	1,85	0,12
Позиція V Проточування зовнішньої циліндричної поверхні 9 у розмір Ø102,4 _{-0,22} з поздовжнього супорта	0,25	76	1	140	0,386	165	54	63,69	1,85	0,12

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позиція VI. Проточування двох канавок 17, 2 у розміри $\varnothing 98_{-0,46}^{+0,3}$; $\varnothing 101_{-0,87}^{+0,25}$ одночасне з верхнього переднього поперечного супорта	3,2	6	1	55	0,02	165	51,3	62	1,85	1,01
	2,2									
015 Круглошліфувальна										
Шліфування остаточне поверхні 9 у розміри $\varnothing 102_{-0,054}$ поздовжньою подачею	0,2	75	1	—	$S_x = 0,005$ мм/хід $S_o = 24$ мм/об	170	4	—	1,09	3,4
Шліфування остаточне поверхні 13 у розміри $\varnothing 112_{-0,054}$; попереднє поверхні 29 у розміри $\varnothing 112,15_{-0,054}$ поздовжньою подачею	0,2	40	1	—	$S_x = 0,01$ мм/хід $S_o = 24$ мм/об	150	3,6	—	0,28	3,2
Шліфування остаточне поверхні 29 у розміри $\varnothing 112_{-0,035}$ поперечною подачею	0,075	2	1	—	0,005	145	5,7	—	0,16	—
020 Внутрішньошліфувальна										
Шліфування попереднє поверхонь 3, 4 у розмір $\varnothing 81,895^{+0,074}$	0,1325	134	1	—	$S_{2x} = 0,005$ мм/ дв.х	$n_k = 12000$ $n_3 = 200$	$V_{кол} = 50$ м/хв $V_{спозд} = 6050$ м/хв	—	1,18	1,4
Шліфування остаточне поверхонь 3, 4 у розмір $\varnothing 82^{+0,035}$	0,0525		1	—	$S_{2x} = 0,005$ мм/ дв.х	$n_k = 12000$ $n_3 = 200$	$V_{кол} = 50$ м/хв $V_{спозд} = 6050$ м/хв	—	1,18	—

Закінчення таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
025 Вертикально-свердлильна										
Свердління трьох отворів 22...24 і зенкування в них фасок 26...28 одночасне у розміри $\varnothing 18^{+0,21}$; $\varnothing 144$, $2 \times 45^\circ$	9	28	3	47	0,14	300	100	42	0,67	0,7
030 Вертикально-свердлильна										
Зенкерування трьох отворів 22...24 одночасне у розміри $\varnothing 19,8^{+0,13}$; $19 \pm 0,2$.	0,9	28	3	64	0,98	80	60	79	0,35	3,3
035 Вертикально-свердлильна										
Розвертання попереднє трьох отворів 22...24 одночасне у розміри $\varnothing 19,94^{+0,052}$; $19 \pm 0,2$	0,07	28	3	55	1,1	80	50	88	0,32	—
040 Вертикально-свердлильна										
Розвертання остаточне трьох отворів 22...24 одночасне у розміри $\varnothing 20^{+0,033}$; $19 \pm 0,2$	0,03	28	3	55	1,1	80	50	88	0,32	—
045 Шпонково-фрезерна										
1. Фрезерування шпонкового паза 19 у розміри $6P9_{(-0,042)}^{(-0,012)}$; $5H12^{(+0,12)}$ $60H15^{(+0,16)}$	0,2	60	20	50	Sz мм/зуб 0,0625	800	20	390	2,4	0,7
Повернути деталь на 180°										
2. Фрезерування шпонкового паза 20 у розміри $6P9_{(-0,042)}^{(-0,012)}$; $5H12^{(+0,12)}$ $60H15^{(+0,16)}$	0,2	60	20	50	Sz мм/зуб 0,0625	800	20	390	2,4	0,7

Технічні норми часу визначено на основі табличних даних довідників, а на 005 та 010 токарні напівавтоматні операції оброблення деталі “Фланець” 24.508 розрахунок технічних норм часу проведено аналітичним методом.

Штучний час роботи токарного напівавтомата [14]:

$$T_{шт} = T_{ц} + T_{тех.обсл.} + T_{орг.обсл.} + T_{відп.}, \quad (2.25)$$

Час циклу роботи напівавтомата:

$$T_{ц} = t_{р.х.} + t_{х.х.}, \quad (2.26)$$

де $t_{р.х.}$ – час робочих ходів;

$t_{х.х.}$ – час на швидкі переміщення.

Час на вимірювання витрачається під час циклу роботи напівавтомата.

Операція 005. Токарна напівавтоматна.

Час робочих ходів дорівнює найбільшому часу на позиціях верстата, тобто

$$t_p = 2,14 \text{ хв.} = 128,4 \text{ с.}$$

Час на швидкі переміщення $t_{х.х.} = 3,7 \text{ с.}$ за паспортом верстата.

$$\text{Тоді, } T_{ц005} = 128,4 + 3,7 = 132,1 \text{ с} = 2,2 \text{ хв.}$$

Час на технічне обслуговування [1]:

$$T_{тех.обсл.} = t_p \cdot 2\% = 2,14 \cdot 0,02 = 0,0429 \text{ хв.}$$

Час на організаційне обслуговування [1]:

$$T_{орг.обсл.} = T_{ц} \cdot 3,1\% = 2,2 \cdot 0,031 = 0,0684 \text{ хв.}$$

Час на перерви, відпочинок і особисті потреби [1]:

$$T_{відп.} = T_{ц} \cdot 9\% = 2,2 \cdot 0,09 = 0,199 \text{ хв.}$$

Штучний час (2.25):

$$T_{шт.005} = 2,2 + 0,0429 + 0,0684 + 0,199 = 2,52 \text{ хв.}$$

010. Токарна напівавтоматна.

Час робочих ходів дорівнює найбільшому часу на позиціях верстата, тобто

$$t_p = 1,85 \text{ хв.} = 111 \text{ с.}$$

Час на швидкі переміщення $t_{х.х.} = 3,7 \text{ с.}$ за паспортом верстата.

$$\text{Тоді, } T_{ц005} = 111 + 3,7 = 114,7 \text{ с} = 1,91 \text{ хв.}$$

Час на технічне обслуговування [1]:

$$T_{тех.обсл.} = t_p \cdot 2\% = 1,85 \cdot 0,02 = 0,037 \text{ хв.}$$

Час на організаційне обслуговування [1]:

$$T_{\text{орг.обсл.}} = T_{\text{ц}} \cdot 3,1\% = 1,91 \cdot 0,031 = 0,0592 \text{ хв.}$$

Час на перерви, відпочинок і особисті потреби [1]:

$$T_{\text{відп.}} = T_{\text{ц}} \cdot 9\% = 1,91 \cdot 0,09 = 0,17 \text{ хв.}$$

Штучний час (2.25):

$$T_{\text{шт.010}} = 1,91 + 0,037 + 0,0592 + 0,17 = 2,18 \text{ хв.}$$

015 Круглошліфувальна операція.

Основний час $T_{\text{о015}} = 1,453 \text{ хв.}$

Штучний час [1]:

$$T_{\text{шт.}} = \Psi_{\text{к}} \cdot T_{\text{о}}, \quad (2.27)$$

$$T_{\text{шт.015}} = 2,1 \cdot 1,53 = 3,213 \text{ хв.}$$

020 Внутрішньошліфувальна операція

Основний час $T_{\text{о020}} = 2,36 \text{ хв.}$

Штучний час (2.27):

$$T_{\text{шт.020}} = 2 \cdot 2,36 = 4,72 \text{ хв.}$$

025 Вертикально-свердлильна операція

Основний час $T_{\text{о025}} = 0,67 \text{ хв.}$

Штучний час (2.27):

$$T_{\text{шт.025}} = 1,72 \cdot 0,67 = 1,15 \text{ хв.}$$

030 Вертикально-свердлильна операція.

Основний час $T_{\text{о030}} = 0,35 \text{ хв.}$

Штучний час (2.27):

$$T_{\text{шт.030}} = 1,72 \cdot 0,35 = 0,60 \text{ хв.}$$

035 Вертикально-свердлильна операція.

Основний час $T_{\text{о035}} = 0,32 \text{ хв.}$

Штучний час (2.27):

$$T_{\text{шт.035}} = 1,72 \cdot 0,32 = 0,55 \text{ хв.}$$

040 Вертикально-свердлильна операція.

Основний час $T_{\text{о040}} = 0,32 \text{ хв.}$

Штучний час (2.27):

$$T_{шт.040} = 1,72 \cdot 0,32 = 0,55 \text{ хв.}$$

045 Шпонково-фрезерна операція.

Основний час $T_{045} = 4,8$ хв.

Штучний час (2.27):

$$T_{шт.045} = 1,51 \cdot 4,8 = 7,23 \text{ хв.}$$

Технічні норми часу технологічного процесу виготовлення деталі “Фланець” 24.508 зведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні норми часу технологічного процесу виготовлення деталі “Фланець” 24.508

Номер та назва операції	T_o , хв	Час циклу н/автомата, $T_{ц}$, хв	Час обслуговування, $T_{об}$, хв		$T_{відп}$, хв	$T_{шт}$, хв
005 Токарна напівавтоматна	2,14	2,2	0,0429	0,0684	0,199	2,52
010 Токарна напівавтоматна	1,85	1,91	0,037	0,0592	0,17	2,18
015 Кругло- шліфувальна	1,453					3,213
020 Внутрішньо- шліфувальна	2,36					4,72
025 Вертикально- свердлильна	0,67					1,15
030 Вертикально- свердлильна	0,35					0,6
035 Вертикально- свердлильна	0,32					0,55
040 Вертикально- свердлильна	0,32					0,55
045 Шпонково- фрезерна	4,8					7,23

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі

Для забезпечення фрезерування двох шпонкових пазів 19, 20, витримуючи розміри: ширина $6P9_{-0,042}^{-0,012}$; висота $5H12_{+0,12}^{+0,12}$; довжина $60H15_{+0,16}^{+0,16}$ в деталі “Фланець” 24.508 на 045 шпонково-фрезерної операції виконано проектування спеціалізованого затискного пристрою. Конструкція пристрою передбачає його монтаж на столі шпонково-фрезерного верстату 692М допомогою пазів та кріпильних елементів (болтових з’єднань), що забезпечує надійну фіксацію та точне позиціонування відносно робочих органів верстата.

Деталь у пристосуванні встановлюється та базується по центральному отвору $\varnothing 82H7$ за допомогою цангової оправки 13 з осьовим упором у торцеву поверхню 18. Додаткове орієнтування заготовки забезпечується отвором $\varnothing 20H8$, який взаємодіє зі зрізаним установчим пальцем 32, що виключає можливість кутового зміщення деталі відносно оснащення. Прийнята схема базування забезпечує повне усунення шести ступенів вільності деталі: чотири ступені обмежуються цанговою оправкою, один - зрізаним пальцем, та ще один - торцевим упором.

Принцип дії пристосування полягає у реалізації механізованого затискання деталі за допомогою гвинтового затискного механізму. Після встановлення деталі на цангову оправку та зрізаний палець здійснюється обертання гайки 3, жорстко зв’язаної з тягою 14. У результаті цього тяга переміщується в осьовому напрямку вліво, а клиновий елемент, розташований на її кінці, виконує радіальне розтискання цангової оправки. Завдяки цьому створюється необхідне затискне зусилля, яке забезпечує надійну фіксацію деталі в процесі різання.

Для забезпечення точного позиціонування деталі при повороті на 180° у конструкції передбачено фіксуючий механізм, який виключає похибки повторного встановлення. Кнопки 15 виконують функцію запобігання

мимовільному повертання поворотного диска навколо його осі під дією сил різання та інерційних навантажень. Після завершення обробки першого паза поворотний диск разом з оправкою та закріпленою деталлю розфіксується і повертається на 180° навколо власної осі. У момент суміщення другого фіксуючого отвору втулки 11 зі штоком 10 останній під дією пружини 8 автоматично входить у отвір, забезпечуючи точне позиціонування диска для подальшої обробки другого паза.

Розкріплення деталі здійснюється шляхом відгвинчування гайки 3, унаслідок чого тяга 14 переміщується вправо, а цангова оправка повертається у вихідний стан і втрачає контактний тиск із базовою поверхнею деталі. Після зняття затискного зусилля оброблена деталь вилучається з пристосування, після чого система готова до виконання наступного технологічного циклу.

Запропонована конструктивно-кінематична схема пристосування забезпечує високоточне базування, надійне закріплення та швидке переналагодження деталі, що сприяє підвищенню продуктивності обробки, стабільності геометричних параметрів і зниженню допоміжного часу в умовах великосерійного виробництва.

Креслення розробленого затискного пристрою наведено у графічній частині роботи.

Похибку встановлення заготовки деталі “Фланець” 24.508 у пристрої розраховано на основі залежності, яка враховує сумарний вплив похибок базування, закріплення та виготовлення елементів оснащення [15]:

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

Необхідний рівень точності встановлення заготовки у затискному пристрої забезпечується за умови, що сумарна похибка встановлення не перевищує допустимого поля допуску на розміри, які формуються в процесі механічної обробки [15]:

$$\Delta \varepsilon_1 \leq T . \quad (3.2)$$

На 045 шпонково-фрезерної операції здійснюється фрезерування двох шпонкових пазів 19, 20, витримуючи розміри: ширина $6P9\begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,042 \end{smallmatrix}$; висота $5H12\begin{smallmatrix} +0,12 \\ \end{smallmatrix}$; довжина $60H15\begin{smallmatrix} +0,16 \\ \end{smallmatrix}$.

Для кількісної оцінки похибки встановлення на 045 шпонково-фрезерній операції використовується розрахункова схема (рисунок 3.1).

Точність ширини паза $6P9\begin{smallmatrix} -0,012 \\ -0,042 \end{smallmatrix}$ забезпечується шпонковою фрезою, тому похибка базування на цей розмір дорівнює нулю.

Похибка базування виникає на розмір $5H12$, що пов'язана із допуском виготовлення циліндричної поверхні $\varnothing 102h8\begin{smallmatrix} -0,054 \\ \end{smallmatrix}$ фланця і визначається за рівнянням:

:

$$\Delta_{\epsilon} = 0,5 \cdot TD, \quad (3.3)$$

де TD – поле допуску циліндричної поверхні $\varnothing 102h8\begin{smallmatrix} -0,054 \\ \end{smallmatrix}$ фланця, $TD = 0,054$ мм.

Тоді, $\Delta_{\epsilon} = 0,5 \cdot 0,054 = 0,027$ мм = 27 мкм.

Похибка закріплення заготовки $\Delta_z = 60$ мкм.

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

Похибка встановлення заготовки деталі “Фланець” 24.508 у пристрої (3.1):

$$\Delta \epsilon_1 = \sqrt{0,054^2 + 0,06^2 + 0,02^2} = 0,083 \text{ мм.}$$

Перевіряємо виконання умови (3.2):

$$0,083 \text{ мм} < 0,12 \text{ мм.}$$

Отже, точність встановлення заготовки забезпечена.

Похибка базування буде виникати при забезпеченні технічної вимоги на кресленні деталі – відхилення від співвісності двох пазів не більше 0,1 мм.

На основі конструкції спроектованого поворотного пристосування похибка базування на розмір 0,1 мм буде залежати від точності отворів $\varnothing 20H8\begin{smallmatrix} +0,033 \\ \end{smallmatrix}$ (їх

розташування). Допуск на розмір кута 120° між отворами буде становити $3'30'' = 0,06^\circ$.

Переводимо градусів в міліметри:

$$A_{Th} = A_{T\alpha} \cdot L \cdot 10^{-3}, \quad (3.4)$$

де $A_{T\alpha}$ – допуск на кут 120° , $A_{T\alpha} = 0,06^\circ$;

L – радіус міжосьової відстані $\varnothing 144$ отворів $\varnothing 20H8$; $L = 72$ мм.

$$A_{Th} = 0,06 \cdot 72 \cdot 10^{-3} = 0,004 \text{ мм.}$$

Похибка встановлення заготовки деталі “Фланець” 24.508 у пристрої (3.1):

$$\Delta \varepsilon_1 = \sqrt{0,004^2 + 0,06^2 + 0,02^2} = 0,063 \text{ мм.}$$

Перевіряємо виконання умови (3.2):

$$0,063 \text{ мм} < 0,1 \text{ мм.}$$

Отже, точність встановлення заготовки забезпечена.

Похибка базування буде також на розмір 0,1 при базуванні на зрізаний палець:

$$\Delta_{\text{б.}} = S_{\min} + T_d + T_D, \quad (3.5)$$

де $S_{\min.} = 0,007$ мм мінімальний зазор;

T_d – поле допуску пальця $\varnothing 20g6(-0,007_{-0,020})$ $T_d = 0,013$ мм;

T_D – поле допуску базуючого отвору $\varnothing 20H8(+0,033)$ $T_D = 0,033$ мм.

Тоді, похибка базування:

$$\Delta_{\text{б.}} = 0,007 + 0,013 + 0,033 = 0,053 \text{ мм} = 53 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення заготовки деталі “Фланець” 24.508 у пристрої (3.1):

$$\Delta \varepsilon_1 = \sqrt{0,053^2 + 0,06^2 + 0,02^2} = 0,083 \text{ мм.}$$

Перевіряємо виконання умови (3.2):

$$0,083 \text{ мм} < 0,1 \text{ мм.}$$

Отже, точність встановлення заготовки забезпечена.

3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі

Для визначення необхідного зусилля затиску заготовки деталі “Фланець” 24.508 на 045 шпонково-фрезерній операції приймається розрахункова схема навантаження, що відповідає фрезеруванню шпонкового паза, витримуючи розміри: ширина $6P9_{(-0,042)}^{(-0,012)}$; висота $5H12_{(+0,12)}$; довжина $60H15_{(+0,16)}$. Для цього розроблено розрахункову схему, що представлена на рис. 3.2.

Заготовка закріплюється цангою, що приводиться в дію клиновим та гвинтовим механізмами.

Необхідна сила затиску деталі [15]:

$$N = (Q + Q_1) \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi \right), \quad (3.6)$$

де Q – сила затиску заготовки,;

Q_1 – сила розтискання пелюстка цанги;

α – кут конуса цанги; $\alpha = 15^\circ$ [15];

φ – кут тертя $\varphi = 8^\circ$.

Сила затиску заготовки:

$$Q = \frac{k}{f} \sqrt{\frac{4M_{\text{кр}}^2}{D^2} + P_z^2}, \quad (3.7)$$

де $k=3$ – коефіцієнт запасу;

f – коефіцієнт тертя $f = 0,25$;

D – діаметр отвору деталі, $D = 82$ мм;

P_z – сила різання при фрезеруванні;

$M_{\text{кр}}$ – крутний момент, що діє на заготовку.

Сила розтискання пелюстка цанги [15]:

$$Q_1 = 0,17 \cdot 10^3 \frac{t \cdot d^3 \cdot S_{\max}}{l^3} . \quad (3.8)$$

де $l = 90$ мм; $t = 4$ мм; $d = 82$ мм; $S_{\max} = 0,1$ мм.

Сила різання при фрезеруванні шпонкового паза [14]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{mp}} , \quad (3.9)$$

де

$$K_{\text{mp}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n , \quad (3.10)$$

$\sigma_B = 550$ МПа; $n = 0,3$ [14];

$$K_{\text{mp}} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,3} = 0,9 \text{ [14];}$$

$C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $n = 1,0$; $q = 0,86$; $w = 0$ [14];

$t = 0,2$ мм;

$S_z = 0,0625$ мм/зуб ; $B = 6$ мм; $z = 2$; $D = 6$ мм; $n = 800$ хв⁻¹];

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,2^{0,86} \cdot 0,0625^{0,72} \cdot 6^{1,0} \cdot 2}{6^{0,86} \cdot 800^0} \cdot 0,9 = 53,6 \text{ Н} .$$

Крутний момент при фрезеруванні шпонкового паза [14]:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} , \quad (3.11)$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{53,6 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 1,61 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Підставляємо дані у рівняння (3.7):

$$Q = \frac{3}{0,25} \sqrt{\frac{4 \cdot 1,61^2}{82^2} + 53,6^2} = 12,48 \cdot 57 = 643 \text{ Н} .$$

Підставляємо дані у рівняння (3.8):

$$Q_1 = 0,17 \cdot 10^3 \frac{4 \cdot 82^3 \cdot 0,1}{90^3} = 0,17 \cdot 0,51 \cdot 10^3 = 0,087 \cdot 10^3 = 51,43 \text{ Н.}$$

Підставляємо дані у рівняння (3.6):

$$N = (463 + 51,43) \cdot \text{tg}(7,5 + 8) = 143 \text{ Н.}$$

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Вентиляція виробничих приміщень та основні вимоги до її експлуатації

Системи вентиляції та кондиціонування повітря є важливими елементами інженерного забезпечення виробничих будівель і призначені для підтримання нормативних параметрів мікроклімату, видалення шкідливих речовин із повітря робочої зони та забезпечення безпечних умов праці. Проектування, монтаж і експлуатація вентиляційних систем повинні відповідати вимогам Закону України «Про охорону праці», ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», Правил пожежної безпеки в Україні та інших чинних нормативно-правових актів.

На кожному підприємстві повинні бути розроблені та затверджені графіки проведення профілактичних оглядів, технічного обслуговування і очищення повітроводів, фільтрів, циклонів, вогнезатримувальних клапанів та іншого обладнання вентиляційних систем. Крім того, визначається порядок відключення вентиляційних установок і дій обслуговуючого персоналу у разі виникнення пожежі, аварії або іншої надзвичайної ситуації.

Особа, призначена наказом роботодавця відповідальною за технічний стан і безпечну експлуатацію систем вентиляції, зобов'язана забезпечувати їх справність, своєчасне проведення профілактичних робіт та дотримання вимог пожежної безпеки.

Експлуатація технологічного обладнання у вибухопожежонебезпечних приміщеннях забороняється у разі несправності або відключення пиловловлювальних установок, гідрофільтрів, сухих фільтрів, аспіраційних систем та інших елементів вентиляційного обладнання, які забезпечують видалення шкідливих і вибухонебезпечних речовин із повітряного середовища.

У тамбур-шлюзах приміщень категорій А та Б за вибухопожежною небезпекою повинен підтримуватися постійний надлишковий тиск повітря

(підпір), який перешкоджає поширенню вибухонебезпечних парів, газів та пилу до суміжних приміщень. Вентиляційне обладнання, що забезпечує створення підпору повітря, необхідно розміщувати в окремих вентиляційних камерах, відокремлених від інших приміщень протипожежними конструкціями з нормованою межею вогнестійкості.

Повітря, яке містить горючий пил або інші пожежонебезпечні домішки, повинно очищуватися перед надходженням до вентилятора. Для цього передбачаються:

- каменевловлювачі;
- пиловловлювачі;
- магнітні сепаратори для видалення металевих частинок;
- фільтрувальні установки.

Не допускається прокладання повітроводів, якими транспортуються вибухонебезпечні гази, пари та пил, у підвальних приміщеннях і каналах під підлогою.

Усередині вентиляційних каналів забороняється прокладання газопроводів, трубопроводів із горючими речовинами, електричних кабелів, електропроводки та інших інженерних комунікацій.

Матеріали, з яких виготовляються повітроводи, повинні відповідати вимогам пожежної безпеки та будівельних норм. Використання азбестоцементних матеріалів для виготовлення повітроводів не допускається.

Усі металеві повітроводи, циклони, фільтри, вентилятори та інші елементи витяжних систем, що транспортують горючі або вибухонебезпечні речовини, підлягають обов'язковому захисному заземленню та обладнуються засобами захисту від статичної електрики.

Вентиляційні камери, циклони, фільтри та повітроводи повинні регулярно очищуватися від:

- горючого пилу;
- виробничих відходів;
- жирових відкладень;

- інших легкозаймистих речовин.

Періодичність очищення визначається графіком, затвердженим керівником підприємства, а результати технічних оглядів та виконаних робіт заносяться до журналу експлуатації вентиляційних систем.

Бункери під циклонами повинні мати суцільну огорожу з негорючих матеріалів і регулярно очищуватися від накопичених відходів. Максимально допустимий обсяг накопичення відходів і періодичність очищення визначаються інструкцією з пожежної безпеки підприємства.

Витяжні повітроводи, призначені для транспортування пилу, волокон та інших горючих речовин, повинні обладнуватися ревізійними люками та пристроями для їх очищення.

Вибухозахищені вентилятори, встановлені поза межами виробничих приміщень, необхідно розміщувати під спеціальними навісами з негорючих матеріалів та захищати металевими сітчастими огорожами.

Пристрої протипожежного захисту вентиляційних систем, зокрема:

- вогнезатримувальні клапани;
 - магнітні вловлювачі;
 - системи автоматичного відключення вентиляції;
 - блокування з установками пожежної сигналізації та пожежогасіння,
- повинні перевірятися не рідше одного разу на шість місяців та утримуватися у справному технічному стані.

Під час експлуатації вентиляційних систем забороняється:

- відключати або демонтувати вогнезатримувальні пристрої;
- випалювати жирові відкладення та інші горючі речовини в повітроводах;
- закривати вентиляційні отвори, решітки та канали;
- залишати двері вентиляційних камер відчиненими;
- використовувати вентиляційні канали для відведення продуктів згоряння від нагрівальних приладів;
- розміщувати горючі матеріали на відстані менше 0,5 м від

вентиляційного обладнання;

- видаляти однією системою речовини, які під час змішування можуть спричинити вибух або займання;
- експлуатувати переповнені циклони та пилозбірники.

Не допускається встановлення холодильних установок систем кондиціонування у житлових і громадських будівлях з масовим перебуванням людей. Ам'ячні холодильні установки дозволяється застосовувати виключно для виробничих систем кондиціонування повітря та розміщувати в окремих приміщеннях або будівлях.

Під час експлуатації калориферних установок необхідно дотримуватися таких вимог:

- відстань між калориферами та конструкціями з горючих матеріалів повинна становити не менше 1,5 м при електричному або вогневому нагріванні та не менше 0,1 м при використанні води або пари як теплоносія;
- контрольно-вимірювальні прилади повинні постійно перебувати у справному стані;
- зазори між калориферами та будівельними конструкціями необхідно герметизувати негорючими матеріалами;
- очищення теплообмінних поверхонь повинно здійснюватися пневматичним або гідравлічним способом;
- транзитні канали подачі нагрітого повітря не повинні мати сторонніх отворів та пошкоджень.

Дотримання зазначених вимог забезпечує ефективну роботу систем вентиляції, підтримання нормативних параметрів повітряного середовища, зменшення концентрації шкідливих речовин у робочій зоні та створення безпечних і здорових умов праці для працівників підприємства.

4.2. Вимоги до виробничих і допоміжних приміщень для забезпечення безпечних умов праці

Виробничі будівлі та приміщення повинні відповідати вимогам Закону України «Про охорону праці», Державних будівельних норм (ДБН), санітарних норм і правил, а також нормативно-правових актів з питань безпеки праці. Архітектурно-планувальні та конструктивні рішення виробничих приміщень мають забезпечувати безпечні та здорові умови праці, ефективну організацію виробничого процесу, а також можливість застосування сучасних засобів механізації та автоматизації.

Вибір типу виробничого приміщення здійснюється з урахуванням особливостей технологічного процесу, інтенсивності виділення тепла, шуму, вібрації, пилу, шкідливих газів і парів, а також можливості ефективного застосування інженерних засобів захисту працівників від дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Відповідно до чинних санітарних норм виробничі приміщення повинні бути забезпечені:

- достатнім природним та штучним освітленням;
- системами загальнообмінної та місцевої вентиляції;
- нормативними параметрами мікроклімату;
- засобами колективного захисту від шуму, вібрації та запиленості повітря.

Висота виробничих приміщень від підлоги до стелі повинна становити не менше 3,2 м. Мінімальний об'єм приміщення на одного працюючого має бути не менше 15 м³, а площа – не менше 4,5 м².

Для приміщень, обладнаних персональними комп'ютерами та відеодисплейними терміналами, відповідно до державних санітарних норм, на одного працівника повинно припадати не менше: площі – 6 м²; об'єму – 20 м³.

Виробничі ділянки зі значними тепловиділеннями, а також приміщення, у яких виділяються шкідливі гази, пари або пил, рекомендується розташовувати біля зовнішніх стін будівлі, а в багатоповерхових виробничих корпусах – на

верхніх поверхх для забезпечення ефективного природного та механічного повітрообміну.

Підлога виробничих приміщень повинна відповідати таким вимогам: бути рівною та міцною; мати неслизьку поверхню; бути теплоізовованою та зручною для очищення; не вбирати вологу, мастила та агресивні хімічні речовини; витримувати механічні навантаження та вплив виробничих факторів.

Стіни та стелі виробничих приміщень повинні забезпечувати належні показники тепло- і шумоізоляції, легко очищатися від забруднень та мати покриття, стійке до дії хімічно активних речовин. Для їх оздоблення доцільно використовувати матеріали, що допускають вологе прибирання та дезінфекцію, зокрема керамічну плитку, водостійкі емалі та полімерні покриття.

У приміщеннях, де застосовуються або виділяються агресивні та токсичні речовини (кислоти, луги, органічні розчинники, сполуки свинцю, ртуті тощо), конструкції стін, стелі та підлоги повинні унеможливлувати сорбцію небезпечних речовин та забезпечувати можливість їх періодичного миття й знезараження.

Для виробництв зі значним пиловиділенням (шліфувальні, заточувальні та інші операції механічної обробки) необхідно передбачати застосування промислових пиłosосів, аспіраційних установок або систем гідрозмивання.

Вимоги до допоміжних приміщень і будівель

До допоміжних належать адміністративно-побутові, санітарно-гігієнічні, медичні, навчальні та інші приміщення, необхідні для забезпечення нормальних умов праці та відпочинку персоналу.

До складу допоміжних приміщень входять: адміністративні приміщення; кімнати управління; конструкторські бюро; приміщення для навчання та інструктажів; медичні пункти; приміщення громадського харчування; санітарно-побутові приміщення.

Допоміжні приміщення рекомендується розміщувати в одному будинку з виробничими приміщеннями або в прибудовах до них за умови мінімального впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Висота поверхів допоміжних будівель повинна становити не менше 3,3 м, а висота від підлоги до нижньої частини перекриття – не менше 2,2 м. У місцях нерегулярного проходу працівників допускається висота не менше 1,8 м.

Висота допоміжних приміщень, розташованих усередині виробничих корпусів, повинна бути не менше 2,4 м.

Мінімальна площа приміщень становить:

- для кімнат управління – не менше 4 м² на одне робоче місце;
- для конструкторських бюро – не менше 6 м² на одного працівника;
- для залів нарад – не менше 0,9 м² на одне місце;
- для вестибюлів та гардеробних – не менше 0,27 м² на одного працівника.

До складу санітарно-побутових приміщень входять:

- гардеробні;
- душові;
- туалети;
- кімнати для вмивання;
- приміщення для обігрівання працівників;
- кімнати для особистої гігієни жінок;
- приміщення для сушіння та знепилювання спецодягу;
- приміщення для приймання їжі та відпочинку.

Підлоги санітарно-побутових приміщень повинні бути вологостійкими, мати неслизьке покриття та виконуватися у світлих тонах. Стіни та перегородки необхідно облицьовувати вологостійкими матеріалами на висоту не менше 1,8 м.

Для зберігання особистого та спеціального одягу працівників гардеробні обладнуються індивідуальними шафами розмірами: висота – 1650 мм; ширина – 250–400 мм; глибина – 300 мм.

Кількість шаф повинна відповідати обліковій чисельності працівників підприємства.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено, що деталь “Фланець” 24.508 є складовою частиною редуктора гвинтового конвеєра, що використовується для передачі крутного моменту та зменшення швидкості обертання від вихідного вала привідного електродвигуна до шнека, що використовується для транспортування сипких матеріалів. Основне функціональне призначення даної деталі полягає у забезпеченні регламентованого взаємного просторового розташування та точної координації положень валів, підшипників кочення, ущільнювальних елементів, втулок і зубчастих коліс у складі редуктора машини. Деталь виготовляється із сталі 35Л.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі “Фланець” 24.508 відповідає середньосерійному типу виробництва.

Річна програма випуску деталей відповідає великосерійному типу виробництва. Тому у проєктному варіанті технологічного процесу запропоновано організаційно-технічні заходи для підвищення продуктивності праці: операції проточування зовнішніх циліндричних поверхонь, підрізання торців, розточування отворів, нарізання кільцевих канавок виконуються на токарних багатошпиндельних напівавтоматах із багатоінструментальним налагодженням; свердління, зенкерування та розвертання трьох отворів здійснюється на вертикально-свердлильних верстатах, оснащених багатоінструментальними налагодженнями та багатошпиндельними свердлильними головками; для свердління трьох отворів із одночасним утворенням фасок використовуються комбіновані свердла зі швидкорізальної сталі.

Зміни у базовому технологічному процесі дозволяють 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.