

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2022 р.

ЗАВДАННЯ
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Приказюк Володимир Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення деталі корпусу ПС-10А.51.101.

Керівник роботи Паньків Марія Романівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2022 року № 4/7-27

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи , базовий технологічний процес виготовлення корпусу ПС-10А.51.101, річна програма випуску -4 000 шт.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Зміст. Вступ. Загально-технічна частина. Технологічна частина.

Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Креслення заготовки деталі. Технологічні налашки на операції. Креслення контрольних пристроїв для механічної обробки деталі.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>	<i>Окіпний І.Б., зав. каф. ТМ</i>		

7. Дата видачі
завдання

24 січня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Реферат</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Зміст</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Вступ</i>	<i>11.02.2022</i>	
	<i>Загально-технічна частина</i>	<i>11.02.2022</i>	
	<i>Технологічна частина</i>	<i>06.06.2022</i>	
	<i>Конструкторська частина</i>	<i>06.06.2022</i>	
	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>11.06.2022</i>	
	<i>Висновки</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Перелік посилань</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Графічна частина</i>	<i>14.06.2022</i>	

Студент

_____ (підпис)

Приказюк В.М.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Паньків М.Р.
_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ
РЕФЕРАТ
ВСТУП

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	
1.1. Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб.	7
1.2. Аналіз базового технологічного процесу	14
1.3. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу	15
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1. Характеристика типу та організаційної форми виробництва	16
2.2. Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки	15
2.3 Вибір технологічних баз	19
2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення	20
2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки	29
2.6 Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів	36
2.7 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу	36
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
3.1 Розробка конструкції спеціальних верстатних пристроїв .	
3.2 Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми.	
3.3 Розрахунок сил затиску і визначення основних параметрів механізму затиску.	41 42
3.4 Розрахунок на точність	
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	45
ВИСНОВКИ	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	

РЕФЕРАТ

У кваліфікаційній роботі бакалавра здійснено аналіз заводського технологічного процесу і встановлено його недоліки.

В технологічній частині проекту вибрано спосіб отримання заготовки, базові поверхні, проведено аналіз і відпрацювання деталі на технологічність, встановлено припуски і допуски заготовки, вибрано варіант технологічного маршруту механічної обробки, різальний і допоміжний інструмент, методи та засоби технічного контролю, здійснено технічне нормування розробленого технологічного процесу, вибрано обладнання і рекомендації щодо його експлуатації.

В конструкторській частині дипломної роботи вибрано верстатні пристрої; здійснено їх опис, призначення, будови і розрахунок. Розроблено технологічну документацію на технологічний процес виготовлення корпусу.

ВСТУП

Комплексна механізація і автоматизація виробничих процесів, переоснащення машинобудівних підприємств сучасними верстатами. Стандартизація технологічних процесів, впровадження в практику нових технологій привели створення нових методів проектування. В даний час технологічне проектування – це комплексна система взаємодії засобів і методів, які приводять до створення нових технологій. Освоєння даних технологій виготовлення та оброблення деталей створили основу для розробки автоматичних систем управління виробничими процесами.

Усі ці нововведення застосовуються в технології, автоматизації, організації, економіці управління виробництвом та розглядаються комплексно.

1 ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристика об'єкта виробництва.

Аналіз технічних умов

Деталь ПС-10А.51.101 являється корпусом коробки передач ПС-10А.51.000.

Дана коробка передач встановлюється на установці „Протруювач насіння універсальний ПС-10 А” і призначена для зміни частоти обертання на вихідному валі і передачі крутного моменту від двигуна до ведучого моста установки.

„Протруювач насіння універсальний ПС-10 А” застосовується для протруювання насіння водними суспензіями пестицидів. Алгоритм роботи протруювача виконують такі операції: заправлення резервуара водою, приготування наступний: навантаження насінням, сам технологічний процес протруювання та вивантажування.

Крутний момент передається до шків ПС-10А. 06.004 від двигуна. Шків обертається разом з валом ПС-10А.51.603. При нижньому положенні важеля ПС-10А. 51.020 шестерня, яка нерухомо закріплена на валі ПС-10А.51.603 і знаходиться з лівої сторони, входить в зачеплення із зубчастим колесом ПС-10А. 51.611, що обертає вал ПС-10А. 51.604. При верхньому положенні важеля ПС-10А. 51.020 крутний момент передається через нерухомо закріплену шестерню ПС-10А. 51.602 з правої сторони, через чотири блоки шестерень ПС-10. 06.622, що вільно обертаються на обох валах і зубчасте колесо ПС-10А. 51.611 на вал ПС-10А. 51.604. Вал ПС-10А. 51.604 обертається разом з півмуфтою ПС-10. 06.606. Півмуфта ПС-10. 06.606 входить в зачеплення із зірочкою ПС-10. 06.070, яка обертається і передає крутний момент до ведучого моста протруювача насіння.

Деталь – корпус коробки передач, являє собою відливку коробчатої форми із сірого чавуну СЧ 20 ГОСТ 1412-85. Відливка досить проста за конфігурацією, але потребує застосування стержневого формування для утворення внутрішніх порожнин. Аналізуючи складальне креслення можна

відмітити, що дана деталь призначена для монтажу деталей і механізмів, що перетворюють обертовий рух; повинна забезпечити постійність і незмінність відносного положення деталей і механізмів, які утворюють вузол, як в статичному положенні, так і у процесі експлуатації машини. Корпус характеризується наявністю чотирьох отворів підвищеної точності: Ж Ø62Н9 і 3І, И, 3 Ø47Н9 (поверхні позначено на кресленні деталі).

В таблицях 1.1 та 1.2 приведені дані про хімічний склад і механічні властивості матеріалу корпусу.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад чавуну СЧ 20

С, %	Si, %	Mn, %	P, %	S, %
			не більше	
3,1-3,4	2,0-2,1	0,6-0,9	0,1	0,3

Таблиця 1.2 - Механічні властивості чавуну СЧ 20

Марка чавуну	Границя міцності, кг/мм ²		Стріла прогину, мм, при відстані між опорами, мм		Твердість НВ
	при розтягу	при згині	600	300	
СЧ 20	18	36	8	2,5	170-229

Аналізуючи технічні умови на виготовлення корпусу ПС-10А.51.101 бачимо, що найбільші труднощі викликає досягнення відхилення співвісності отворів 3І, И і 3, Ж, яке повинно становити не більше 0,08 мм.

Результати аналізу технічних умов зведемо таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 - Аналіз технічних умов

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
<i>A, E1</i>	Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 80 мкм	Фрезерування	Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75
<i>B, B</i>	Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 80 мкм Забезпечити взаємне розміщення в межах допуску $\varnothing 0,8$ мм чотирьох отворів $\varnothing 13$ мм	Свердління	Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75 Калібр на розміщення чотирьох отворів
<i>D</i>	Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 20 мкм Забезпечити точність виготовлення різі M12-7H	Нарізання різі мітчиком	Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75 Пробка M12-7H ГОСТ 17758-72
<i>E</i>	Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 40 мкм	Фрезерування	Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75
<i>З, И, З1, Ж</i>	Забезпечити точність виготовлення отворів $\varnothing 47H9$, $\varnothing 62H9$ Забезпечити відхилення співвідношення не більше $\varnothing 0,08$ мм отворів $\varnothing 47H9$ мм, $\varnothing 62H9$ мм Забезпечити висоту мікронерівностей Ra 2,5 мкм	Розточування чорнове і чистове з одного установу	Пробка $\varnothing 47H9$ ГОСТ 14810-69 Пробка $\varnothing 62H9$ ГОСТ 14815-69 Пристрій для контролю співвідношення Після виготовлення на профілометри-профілографі
<i>Ї, И1</i>	Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 80 мкм	Фрезерування	Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75
<i>Л, Н, Щ</i>	Забезпечити взаємне розміщення в межах допуску $\varnothing 0,48$ чотирьох отворів $\varnothing 5$ мм і $\varnothing 6,7$ мм	Свердління	Калібр на розміщення чотирьох отворів

Продовження таблиці 1.3			
1	2	3	4
<i>Й, К</i>	Забезпечити взаємне розміщення в межах допуску $\varnothing 0,58$ мм чотирьох отворів $\varnothing 6,7$ мм Забезпечити точність виготовлення різі М12-7Н Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 20 мкм	Свердління Нарізання різі мітчиком	Калібр на розміщення чотирьох отворів Пробка М12-7Н ГОСТ 17758-72 Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75
<i>М, Х, О</i>	Забезпечити точність виготовлення різі М6-7Н і М8-7Н Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 20 мкм	Нарізання різі мітчиком	Пробка М6-7Н ГОСТ 17758-72 Пробка М8-7Н ГОСТ 17758-72 Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75
<i>Р</i>	Забезпечити точність виготовлення різі М12-7Н	Нарізання різі мітчиком	Пробка М12-7Н ГОСТ 17758-72
<i>Т, У</i>	Забезпечити відхилення співвісності не більше $\varnothing 0,8$ мм отворів $\varnothing 20$ мм Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 80 мкм	Свердління	Пристрій для контролю співвісності Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75
<i>Ф</i>	Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 80 мкм	Свердління	Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75
<i>Я, Є1</i>	Забезпечити відхилення співвісності не більше $\varnothing 0,2$ мм отворів $\varnothing 16H11$ мм Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 20 мкм	Свердління і розвертування	Пристрій для контролю співвісності Пробка $\varnothing 16H11$ мм ГОСТ 14810-69 Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75
<i>Г1, Д1, Б1, В1</i>	Забезпечити висоту мікронерівностей Rz 80 мкм	Зенкування	Зразки шорсткості по ГОСТ 9378-75

Основні задачі, які вирішуються при аналізі технологічності зводяться до можливого зменшення трудомісткості та металомісткості, можливості обробки деталі високопродуктивними методами.

Оцінка рівня технологічності конструкції виробу або складальної одиниці має на меті встановити пристосованість конструкції до умов автоматизованого виробництва, ступінь економічності та вибір найбільш раціональних технологічних методів виготовлення.

Комплексний показник технологічності, що являє собою сукупність часткових показників з урахуванням їхніх вагових коефіцієнтів, визначається за формулою:

$$K_m = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i}, \quad (1.1)$$

де K_m - комплексний показник технологічності;

K_i - частковий показник технологічності;

φ_i - коефіцієнт вагомості часткового показника технологічності;

n - кількість часткових показників технологічності.

Найбільш широко розповсюджена шкала для визначення показника оброблюваності матеріалу, що ґрунтується на прийнятті в якості еталонного матеріалу сталі 45. Оброблюваність будь-якого матеріалу може бути визначена через коефіцієнт відносної оброблюваності. Він дозволяє укрупнено оцінювати оброблюваність того чи іншого матеріалу, незважаючи на особливості, пов'язані із застосуванням різноманітних інструментальних матеріалів, а також з можливою необхідністю забезпечення різної шорсткості обробленої поверхні.

При свердлінні і діаметрі інструменту 6-10 мм для сталі 45 $T = 25$ хв.; для чавуну $T = 35$ хв. [3].

Показник оброблюваності матеріалу:

$$K_{om} = \frac{35}{25} = 1,4.$$

Збільшення собівартості деталі, отримуваної засобами обробки різанням, внаслідок збільшення тривалості технологічного процесу її виготовлення, враховується показником складності конструкції деталі, який визначається за залежністю:

$$K_{ск} = 0,25 \cdot (K_k + K_p + K_e + K_c), \quad (1.2)$$

де K_k, K_p, K_e, K_c - коефіцієнти, що визначаються як $K_i = 1 - A_i$, причому A_i - уточнення.

Коефіцієнт K_k залежить від кількості поверхонь на вхідній заготовці, з яких знімається шар матеріалу при виготовленні деталі. Якщо декілька поверхонь обробляються за один робочий хід інструменту, то вони враховуються як одна.

Оскільки кількість оброблюваних поверхонь даної деталі досить висока, то можна прийняти $K_k = 0,3$.

Коефіцієнт K_p враховує загальну кількість заданих на кресленні даних щодо забезпечення необхідних точності форми і взаємного розташування поверхонь в межах 0,05 мм.

$$K_p = 1 - A_p, \quad (1.3)$$

$$A_p = 0,1 \cdot \sum_{j=1}^n m_j, \quad (1.4)$$

де m_j - кількість заданих на кресленні даних щодо забезпечення необхідних точності форми і взаємного розташування поверхонь в межах 0,05 мм.

$$A_p = 0,1 \cdot 6 = 0,6; K_p = 1 - 0,6 = 0,4.$$

Коефіцієнт K_e враховує загальну кількість різних видів обробки різанням:

$$K_e = 1 - A_e, \quad (1.5)$$

$$A_g = 0,1 \cdot \sum_{j=1}^n m_j, \quad (1.6)$$

де m_j - кількість різних видів обробки різанням.

$$A_g = 0,1 \cdot 6 = 0,6; K_g = 1 - 0,6 = 0,4.$$

Оскільки немає зон в яких параметр шорсткості відрізняється від оптимального, то $A_c = 0,1 \cdot 0 = 0$, $K_c = 1 - 0 = 1$.

$$K_{ск} = 0,25 \cdot (0,3 + 0,4 + 0,4 + 1) = 0,525.$$

Оскільки креслення деталі після завершення технологічного контролю підлягає перегляду та змінам і має прецизійні поверхні, то:

$$K_{нов} = 1 - \frac{m}{N}, \quad (1.7)$$

де m - кількість прецизійних поверхонь;

N - загальна кількість поверхонь.

$$m = 4; N = 51; K_{нов} = 1 - \frac{4}{51} = 0,92.$$

Коефіцієнт уніфікації елементів визначається за формулою

$$K_{ye} = \frac{N_{ye}}{N_e} - 0,1 \cdot n, \quad (1.8)$$

де N_e - загальна кількість конструктивних елементів в деталі;

N_{ye} - кількість уніфікованих конструктивних елементів;

n - кількість не уніфікованих елементів.

$$N_{ye} = 15; N_e = 20; n = 5; K_{ye} = \frac{15}{20} - 0,1 \cdot 5 = 0,25.$$

Цей коефіцієнт визначається за співвідношенням:

$$K_{вм} = \frac{M_\delta}{M_3}, \quad (1.9)$$

де M_δ та M_3 - відповідно маса деталі та заготовки.

$$M_o = 21,5 \text{ кг}; M_s = 23 \text{ кг [табл.]}; K_{em} = \frac{21,5}{23} = 0,93.$$

$$\text{Отже, } K_m = \frac{1,4 \cdot 0,5 + 0,525 \cdot 0,7 + 0,92 \cdot 0,6 + 0,25 \cdot 0,7 + 0,93}{0,5 + 0,7 + 0,6 + 0,7 + 1} = \frac{2,724}{3,5} = 0,78.$$

Результати визначення показників технологічності оформляємо у вигляді таблиці.

Таблиця 1.4 - Зведені показники технологічності деталі

№	Найменування показника технологічності	Позначення	Вагові коефіцієнти	Числове значення
1	2	3	4	5
1	Показник оброблюваності матеріалу	K_{om}	0,5	1,4
2	Показник складності конструкції деталі	$K_{ск}$	0,7	0,525
3	Коефіцієнт точності і шорсткості	$K_{нов}$	0,6	0,92
4	Показник уніфікації конструктивних елементів	K_{ye}	0,7	0,25
5	Показник використання матеріалу	K_{em}	1,0	0,93
6	Комплексний показник технологічності	$K_m = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \cdot \Phi_i}{\sum_{i=1}^n \Phi_i}$		0,78

Оскільки визначений комплексний показник технологічності $K_m = 0,78$ не перевищує нормативне значення $K_m = 0,8$, то конструкція даної деталі задовольняє умовам технологічності.

1.2 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі

Базовий технологічний процес не є автоматизованим. Всі робочі і допоміжні рухи різального інструмента, зміна режимів різання, подача

охолоджуючої рідини, переміщення і поворот оброблюваної деталі, зміна напрямку, величина переміщення і зміна різальних інструментів здійснюються вручну. Виконується значна кількість переустановлень, що веде до збільшення допоміжного часу на обробку деталі. Під час виготовлення деталі використовується велика кількість спеціального оснащення, яке впливає на вартість деталі. Для зменшення часу обробки деякі з поверхонь обробляються паралельно. При цьому інтенсивність виділення тепла більша, ніж при одноінструментальній обробці, тому вищі теплові деформації, які виникають при обробці.

1.3. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу

Базовий технологічний процес не задовольняє сучасним вимогам механічної обробки виготовлення деталі, тому основною задачею на КРБ є удосконалення технологічного процесу.

Оскільки проектується автоматизована дільниця для механічної обробки, то необхідно:

- 1) підвищити продуктивності обробки при зниженні її трудомісткості;
- 2) застосувати ресурсозберігаючі маловідходні і безвідходні технології;
- 3) скоротити кількість обладнання та знизити трудомісткість виготовлення;
- 4) прагнути до безлюдної технології за рахунок комплексної автоматизації, широкої роботизації;
- 5) застосувати верстати з числовим програмним управлінням.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика типу та організаційної форми виробництва

Річна програма випуску деталей $N = 4000$ шт.

Режим роботи підприємства - дві зміни на добу.

Значення коефіцієнта закріплення операцій визначається за формулою [4]:

$$K_{zo} = \frac{t_B}{T_{шт.ср}}, \quad (2.1)$$

де t_B - такт випуску деталей;

$T_{шт.ср}$ - середній штучний час по операціям технологічного процесу.

$$F_D = 4015 \text{ год.}$$

Такт випуску деталей:

$$t_B = \frac{F_D \cdot 60}{N}. \quad (2.2)$$

$$t_B = \frac{4015 \cdot 60}{4000} = 60 \text{ хв/шт.}$$

Число операцій $n = 3$.

Сумарний штучний час по всіх операціях (табл. 2.1):

$$\sum T_{шт} = 12,03 + 27,92 + 1,39 = 41,34 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.1 – Дані по спроектованому технологічному процесу

Номер операції	Назва операції	$T_{шт}$, хв
005	Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПК	12,03
010	Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПК	27,92
015	Слюсарна	1,39

Середній штучний час:

$$T_{шт.ср} = \frac{\sum T_{шт}}{n}. \quad (2.3)$$

$$T_{шт.ср} = \frac{41,34}{3} = 13,78 \text{ хв.}$$

$$K_{зо} = \frac{120,5}{13,78} = 8,7.$$

Отже, тип виробництва крупносерійний.

Прийmemo періодичність запуску деталей у виробництво $a = 12$ днів.

Число робочих днів в році $F = 253$ дні.

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}. \quad (2.4)$$

$$n = \frac{4000 \cdot 12}{253} = 190 \text{ шт.}$$

2.2. Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки

Вихідні дані:

Матеріал деталі СЧ 20 ГОСТ 1412-85.

Маса деталі $q = 21,5$ кг.

Річна програма $N = 4000$ шт.

Такт випуску $t_B = 60,9$ хв/шт.

Показники за якими будемо проводити розрахунок наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Дані для розрахунків вартості заготовки за варіантами

Назва показника	Значення показника	
	Литво в піщано-глиняні форми	Литво в оболонкові форми
1	2	3
Вид заготовки	виливок	виливок
Клас точності	2	2
Група складності	IV	IV
Маса заготовки Q , кг	24,5	23
Вартість 1т заготовок, прийнятих за базу C_i , грн.	5000	5000
Вартість 1т стружки $S_{відх}$, грн.	700	700

Вартість заготовок, отримуваних литвом, можна визначити за формулою [5]:

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{відх}}{1000}, \quad (2.5)$$

де C_i - базова вартість однієї тони заготовок, грн.;

Q - маса, кг;

q - маса деталі, кг;

$k_T, k_C, k_B, k_M, k_{II}$ - коефіцієнти.

$$C_1 = C_2 = 50000 \text{ грн. [3, с.357].}$$

Для відливок 2-го класу точності $k_T = 1,03$.

Для марки матеріалу СЧ 20 $k_M = 1$.

Вибираємо групу серійності 3 при масі заготовки 20-50 кг і об'єму виготовлення 4000 шт. .

$$\kappa_C = 1,2, \kappa_B = 0,8, \kappa_{II} = 1.$$

Вартість заготовки за першим варіантом:

$$S_{заг1} = \left(\frac{5000}{1000} \cdot 24,5 \cdot 1,03 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (24,5 - 21,5) \cdot \frac{700}{1000} = 1190 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки за другим варіантом:

$$S_{заг2} = \left(\frac{5000}{1000} \cdot 23 \cdot 1,03 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (23 - 21,5) \cdot \frac{700}{1000} = 1120 \text{ грн.}$$

По мінімуму приведених затрат приймемо варіант отримання заготовки корпусу литвом в оболонковій формі. Деталь – корпус коробки передач. Всі поверхні, які підлягають обробці, основні і кріпильні отвори можуть бути оброблені за два перевстановлення на горизонтальному поворотному столі і повороті навколо однієї з осей.

2.3 Вибір технологічних баз

За першим встановленням здійснюється обробка базових поверхонь і поверхонь, обробка яких можлива при цьому ж кріпленні заготовки, за другим – обробка всіх решти поверхонь. В якості базової поверхні виберемо поверхню основи *A*. На першій операції необхідно підготувати цю базу, виконуючи обробку основи, і дві інші бази, в якості яких доцільно використати розміщені по діагоналі отвори *B*, призначені для кріплення коробки передач.

Для обробки на першій операції можна запропонувати встановлення заготовки корпусу коробки передач на плоску поверхню однієї з необроблених бокових стінок (поверхня *C*) [4].

Вибрані технологічні бази забезпечують можливість обробки з одного встановлення максимальної кількості поверхонь. Ця умова особливо важлива при обробці деталей на верстатах з ЧПК.

2.4 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення

Вибір етапів маршруту обробки здійснюємо за допомогою системи автоматизованого проектування „ТехноПро”.

Таблиця 2.3 – Вихідна інформація для автоматизованого проектування технологічного процесу виготовлення деталі

Загальні відомості про деталь						
Назва виробу	Протруювач насіння		Назва деталі	Корпус		
Позначення ск. од.	ПС-10А.51		Позначення деталі	ПС-10А.51.101		
Матеріал деталі	Заготовка	Профіль і розміри	Твердість	Маса, кг		Програма випуску
				деталі	заготовки	
СЧ-20 ГОСТ 1412-85	Виливок	235x215x290	НВ210	2,1	23	2000
Відомості про поверхні деталі						
Назва пов.	Вид і Тип поверхні	К-сть	Розміри поверхні, мм	Розміри, що витримуються, мм		Шорсткість
1	2	3	4	5		6
<i>E1</i>	Площ.1 зверху	1	L=880, B=25	Z=290±0,5		Rz40
<i>A</i>	Площ.1 знизу	1	L=510, B=48	Z=16±1,5		Rz80
<i>Є</i>	Площ.1 справа	1	B=66, L=135	X=20±1,5		Rz40
<i>И1</i>	Площ.2 справа	1	B=61, L=69	Y=2js17, Z=60±0,8, X=150js14		Rz80
<i>И3</i>	Площ.1 зліва	1	B=80, L=147	X=246h12		Rz40
<i>İ</i>	Площ.2 зліва	1	B=61, L=69	Y=2js17, Z=60±0,8, X=150js14		Rz80

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
<i>У</i>	Отв.1 справа	1	L=12, D=20H14	Z=60±0,8, Y=117, SOS=0,8	Rz80
<i>Т</i>	Отв. 1 зліва	1	L=12, D=20H14	Z=60±0,8, Y=117, SOS=0,8	Rz80
<i>Ф</i>	Отв.2 справа	1	L=32, D=10H14	Y=107±0,8, Z=185±1,2	Rz80
<i>И</i>	Отв.4 справа	1	D=47H9, L=20	Z=101,25±0,14, SOS=0,08	Ra2,5
<i>З</i>	Отв.5 справа	1	L=20, D=47H9	Z=100±0,1, SOS=0,08	Ra2,5
<i>ЗІ</i>	Отв.5 зліва	1	L=20, D=47H9	Z=100±0,1, SOS=0,08	Ra2,5
<i>Ж</i>	Отв.6 зліва	1	D=62H9, L=20	Z=100, SOS=0,08, PRL=0,06	Ra2,5
<i>Я</i>	Отв.1 спереду	1	D=16H11, L=15	Z=166±1,2, X=176js14, SOS=0,2	Rz20
<i>ЄІ</i>	Отв.1 ззаду	1	D=16H11, L=15	Z=166±1,2, X=176js14, SOS=0,2	Rz20
<i>БІ,ВІ</i>	Фаски в отв.1 справа	2	D=47, L=1,6, F=45	-	Rz80
<i>ГІ</i>	Фаски в отв.1 зліва	2	D=47, L=1,6, F=45	-	Rz80
<i>ДІ</i>	Фаски в отв.2 зліва	1	D=62, L=1,6, F=45	-	Rz80
<i>Щ</i>	Отв.1 під різь справа	8	D=4,95, L=23	POZ=0,4, V=63	-
<i>Л</i>	Отв.1 під різь зліва	4	D=4,95, L=23	POZ=0,4, V=63	-
<i>Н</i>	Отв.2 під різь зліва	4	D=6,7 ^{+0,28} , L=23	V=80, POZ=0,4	-
<i>П</i>	Отв.1 гл. під різь зліва	1	D=10,2 ^{+0,33} , L=32	Y=14±1, Z=40js16	Rz20
<i>Й</i>	Отв.1 гл. під різь зверху	4	D=6,7 ^{+0,28} , L=28	X=200±0,4, Y=168±0,4, Z=22	Rz40

<i>Б</i>	Отв.1 знизу	2	D=13H9, L=16	X=185±0,1, Y=215±0,1, POZ=0,8	Rz20
<i>В</i>	Отв.2 знизу	2	D=12,5 ^{+0,4} , L=16	X=185±0,1, Y=215±0,1, POZ=0,8	Rz80
<i>Г</i>	Отв.1 під різь знизу	1	D=10,2 ^{+0,33} , L=12	X=91,05±0,1	Rz40
<i>С</i>	Фаски в отв.1 під різь зліва	4	D=4,95, L=1, F=45	-	Rz80
<i>Д</i>	Різь в отв.1 знизу	1	L=12, D=12H7, RS=1,75	-	Rz20
<i>Ю</i>	Фаски в отв.2 під різь зліва	4	D=6,7, L=1,5, F=45	-	Rz80
<i>Ж1</i>	Фаски в отв.1 гл. під різь зліва	1	D=10,2, L=1,5, F=45	-	Rz80
<i>Ч</i>	Фаски в отв.1 гл. під різь зверху	4	D=6,7, L=1,5, F=45	-	Rz80
<i>Е</i>	Фаски в отв.1 під різь знизу	1	D=10,2, L=1,6, F=45	-	Rz80
<i>А1</i>	Фаски в отв.1 спереді	1	D=16, L=2, F=45	-	Rz80
<i>Ц</i>	Фаски в отв.1 під різь справа	8	D=4,95, L=1, F=45	-	Rz80
<i>Х</i>	Різь в отв.1 справа	8	L=20±0,5, D=6H7, RS=1	-	Rz20
<i>М</i>	Різь в отв.1 зліва	4	L=21±0,5, D=6H7, RS=1	-	Rz20
<i>О</i>	Різь в отв.2 зліва	4	L=21±0,5, D=8H7, RS=1,25	-	Rz20
<i>Р</i>	Різь в гл. отв.1 зліва	1	L=20±0,5, D=12H7, RS=1	-	Rz20
<i>К</i>	Різь в гл. отв.1 зверху	4	D=8H7, RS=1,25	-	Rz20

Для вводу нової деталі у базу „Конкретных ТП” необхідно вибрати пункт складання, в яку вона входить і натиснути праву клавішу миші (рис. 2.1).

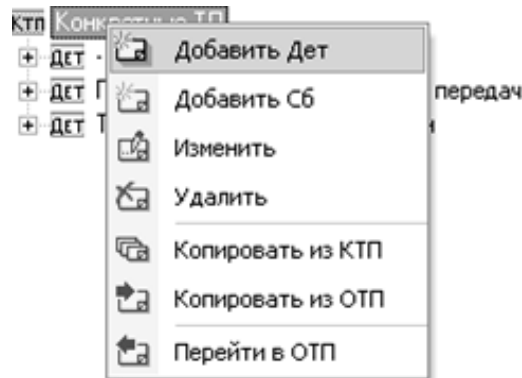


Рисунок 2.1 – Створення нової деталі

Із меню, що з’явилося необхідно вибрати пункт „Добавить Дет”. Після цього справа у вікні з’явиться пуста форма для заповнення відомостей про деталь, технологію виготовлення якої необхідно спроектувати. Форма містить чотири закладки „Сведения1”, „Сведения2”, „Сведения3”, „В карты”. В закладки „Сведения1”, „Сведения2” вносяться відомості з штампу креслення деталі і з технічних умов (рис.2.2).

Сведения1	
Наименование изделия	Протруовач зерен
Обозначение сб. единицы	ПС-10А 51
Обозначение детали	ПС-10А 51.101
Наименование детали	Корпус коробки передач
Материал	10516002 ЧИСТЫЙ ЧУГУН СЧ-20 ГОСТ 14
Заготовка/Сортамент	Литье
Профиль и размеры	235x215x290
Твердость детали	30-34 НRCз
Масса детали	21.5
Масса заготовки	23
Заказ	
Для остальных поверхностей:	
Шероховатость	Rz40 4
Квалитет	14
Объем партии	1000
Предельная твердость	0
Не пересчитывать номер операций <input type="checkbox"/>	

Рисунок 2.2 – Заповнення відомостей про деталь

Для переходу до опису конструкції деталі необхідно вибрати іконку з

підписом „Деталь”. Справа у вікні з’явиться незаповнений список кодів поверхонь, що входять в деталь і нижче список параметрів поверхні.

Для включення поверхні (елемента конструкції) до списку необхідно перейти на закладку „Элемент” і вибрати із випадючих списків вид і тип поверхні, а номер поверхні по порядку присвоюється автоматично або вводиться з клавіатури (рис.2.3). Задані значення Виду, Типу і Номера поверхні визначають Код поверхні. Тут також вводиться значення шорсткості, проставленої для цієї поверхні на кресленні.

Код	500104
Вид	внЦилиндрическая
Тип	правая
Номер	04
Название	Отверстие4 справа
Шерохов-сть	2.5
Сопряжен	650901

Рисунок 2.3 – Включення поверхні до списку

Для введення розмірів поверхні і точності їх виконання необхідно перейти на закладку „Параметры” (рис.2.4). У ній виданий список параметрів, що відповідає виду введеної поверхні. Значення цих параметрів (розмірів) вводимо з клавіатури в стовпчик „Значение”. В стовпцях „Отв.доп.” чи „Вал.доп.” із випадючого списку вибираємо поле допуску у необхідній системі вала чи отвору.

Имя	Значени	Вал.доп.	Отв.доп.	Верхний	Нижний	Квал.
SIM	0					
D	47		H9	0,062	0	9
Sverlo	0		H9			
Z	101,25		JS9	0,14	-0,14	
SOS	0,08		D10			
K	1		H10			r
X	0		JS10			
L	20		A11			
..			B11			
			C11			

Рисунок 2.4 – Введення розмірів поверхні

Після перерахованих дій в списку поверхонь з’явився код введеної поверхні і її назва. Даний список служить для відображення всіх поверхонь,

введених для даної деталі (рис. 2.5).

	Код	наименование	Сопряжен
<input type="checkbox"/>	400103	Плос1 справа обраб на ОБРАБ ЦЕНТ	
<input type="checkbox"/>	400104	Плос2 справа обраб на ОБРАБ ЦЕНТ	
<input type="checkbox"/>	400203	Плос1 слева обраб на ОБРАБ ЦЕНТР	
<input type="checkbox"/>	400204	Плос2 слева обраб на ОБРАБ ЦЕНТР	
<input type="checkbox"/>	400303	Плос1 сверху обраб на ОБРАБ ЦЕНТР	
<input type="checkbox"/>	400403	Плос1 снизу обраб на ОБРАБ ЦЕНТР	
<input type="checkbox"/>	400901	ЗАГОТОВКА [задать габарит размер	
<input type="checkbox"/>	500101	Отверстие1 справа напроход	
<input type="checkbox"/>	500102	Отверстие2 справа напроход	
<input type="checkbox"/>	500104	Отверстие4 справа	Заготовка отв1 пролитые спрае
<input type="checkbox"/>	500105	Отверстие5 справа	Заготовка отв1 пролитые спрае
<input type="checkbox"/>	500201	Отверстие1 слева напроход	
<input type="checkbox"/>	500205	Отверстие5 слева	Заготовка отв1 пролитые слева
<input type="checkbox"/>	500206	Отверстие6 слева	Заготовка отв2 пролитые слева

Рисунок 2.5 – Список поверхонь

При описі конкретної деталі і проектуванні ТП зручно скопіювати „Макет ОТП” з повним переліком характеристик і поверхонь, обробка яких внесена в ОТП. Після введення параметрів всіх поверхонь, які є на кресленні перейдемо до проектування ТП.

Автоматичне проектування ТП ґрунтується на використанні інформації операцій і переходів, попередньо внесених в базу „Общих технологических процессов”. Тому вкажемо, що при проектуванні необхідно вибрати операції і переходи з ОТП „Корпуса”. Призначення ОТП виконується вибором кнопки „Назначить”.

Для запуску процесу автоматичного проектування ТП необхідно вибрати кнопку „Сформировать”, після чого на екрані з’явиться індикатор ходу проектування (рис.2.6).

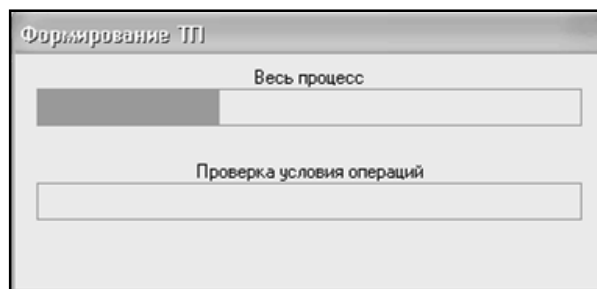


Рисунок 2.6 – Формування ТП

Після закінчення процесу проектування у вікні дерева класифікації відкривається перелік спроектованих операцій, які можна переглянути і

відредагувати (рис.2.7).

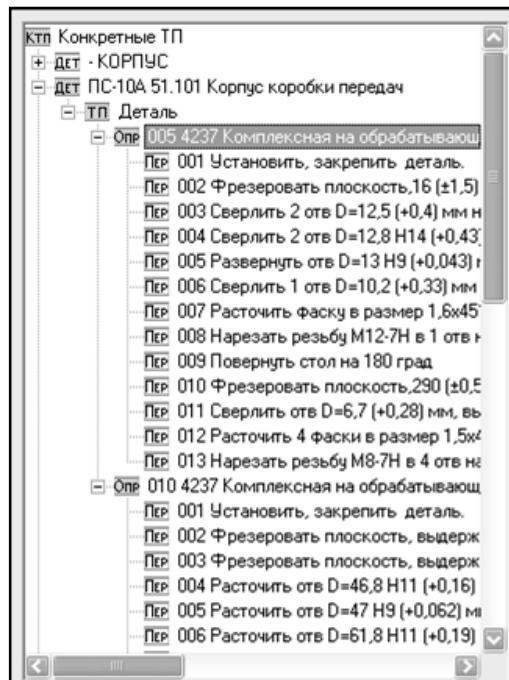


Рисунок 2.7 – Перелік операцій і переходів

Маршрут механічної обробки оформляємо у вигляді таблиці.

Таблица 2.4 - Маршрут механічної обробки деталі

№ операції	Назва операції (переходу)	Базові поверхні	Назва обладнання
1	2	3	4
005	Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПК Фрезерувати поверхню <i>A</i> Свердлити послідовно 2 отв. <i>B</i> Свердлити послідовно 2 отв. <i>B</i> Розвернути послідовно 2 отв. <i>B</i> Свердлити отв. <i>G</i> Зенкувати фаску <i>E</i>	<i>Є, Ш</i>	Модуль ИР500ПМФ4

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
	<p>Нарізати різь <i>Д</i> Свердлити послідовно 4 отв. <i>Й</i> Зенкувати фаску <i>Ч</i> в 4-х отв. послідовно Нарізати різь <i>К</i> в 4-х отв. послідовно</p>		
010	<p>Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПК Фрезерувати площину <i>Ш</i> Фрезерувати площину <i>Ї</i> Розточити отв. <i>ЗІ</i> (чорнова обробка) Розточити отв. <i>ЗІ</i> (чистова обробка) Розточити отв. <i>Ж</i> (чорнова обробка) Розточити отв. <i>Ж</i> (чистова обробка) Свердлити отв. <i>Т</i> Свердлити послідовно 4 отв. <i>Л</i> Зенкувати фаску <i>С</i> в 4-х отв. послідовно Нарізати різь <i>М</i> в 4-х отв. послідовно Свердлити послідовно 4 отв. <i>Н</i> Зенкувати фаску <i>Ю</i> в 4-х отв. послідовно Нарізати різь <i>О</i> в 4-х отв. послідовно Свердлити отв. <i>П</i> Зенкувати фаску <i>ЖІ</i> Нарізати різь <i>Р</i> Розточити фаску <i>ГІ</i> Розточити фаску <i>ДІ</i> Фрезерувати поверхню <i>Є</i> Фрезерувати поверхню <i>ІІ</i> Розточити отв. <i>І і 3</i> (чорнова обробка)</p>	<i>А, Б, ЕІ</i>	Модуль ІР500ПМФ4

	<p>Розточити отв. <i>И</i> і <i>З</i> (чистова обробка) Нарізати різь <i>Р</i> Розточити фаску <i>Г1</i> Розточити фаску <i>Д1</i> Фрезерувати поверхню <i>Є</i> Фрезерувати поверхню <i>И1</i> Розточити отв. <i>И</i> і <i>З</i> (чорнова обробка) Розточити отв. <i>И</i> і <i>З</i> (чистова обробка) Свердлити отв. <i>У</i> Свердлити послідовно 8 отв. <i>Щ</i> Зенкувати фаску <i>Ц</i> в 8-ми отв. послідовно Нарізати різь <i>Х</i> в 8-ми отв. послідовно Розточити послідовно фаски <i>В1</i> і <i>В1</i> Свердлити отв. <i>Є1</i> Розвернути отв. <i>Є1</i> Свердлити отв. <i>Я</i> Розвернути отв. <i>Я</i> Зенкувати фаску <i>А1</i> Свердлити отв. <i>У</i> Свердлити послідовно 2 отв. <i>Ф</i> Свердлити послідовно 8 отв. <i>Щ</i> Зенкувати фаску <i>Ц</i> в 8-ми отв. послідовно Нарізати різь <i>Х</i> в 8-ми отв. послідовно Розточити послідовно фаски <i>В1</i> і <i>В1</i> Свердлити, розвернути отв. <i>Є1</i> Свердлити, розвернути отв. <i>Я</i> Зенкувати фаску <i>А1</i></p>		
--	---	--	--

Схеми базування на операціях спроектованого ТП представлено на рисунках 2.8 і 2.9.

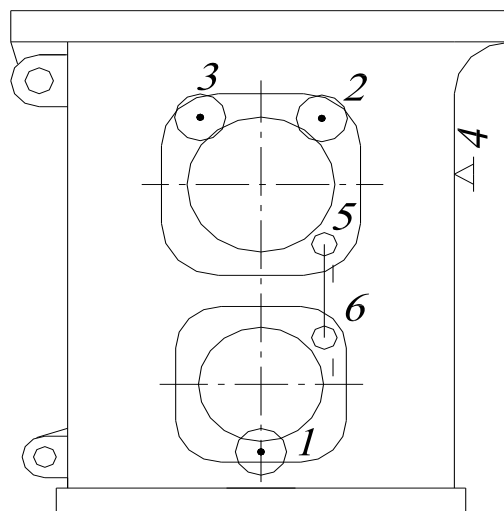


Рисунок 2.8 - Схема базування на операції 005

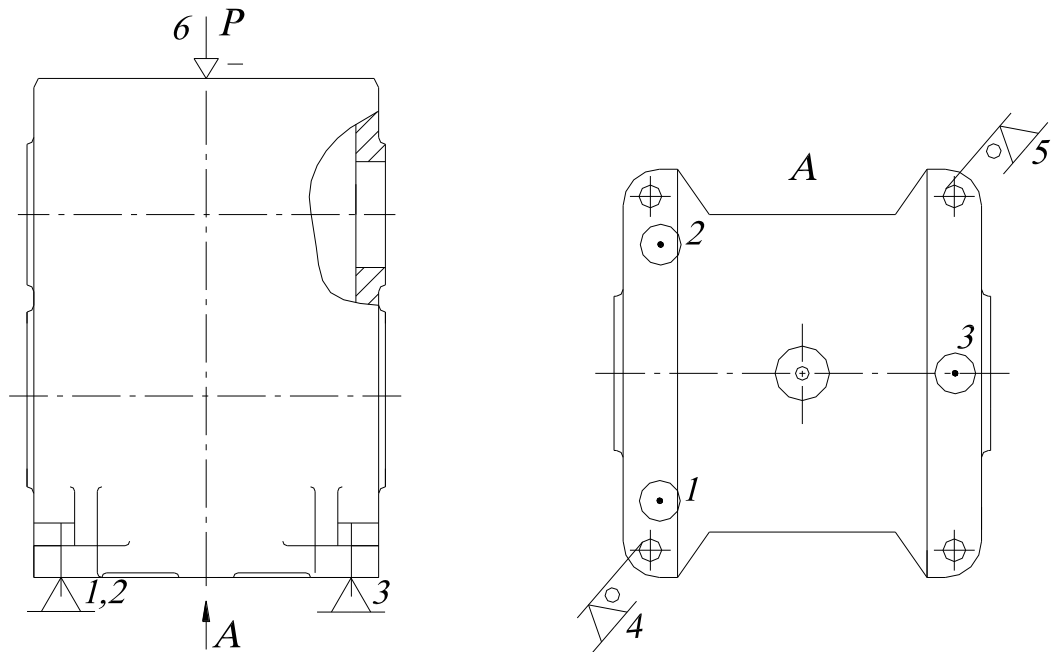


Рисунок 2.9 – Схема базування на операції 010

2.5 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

Заготовка – виливок, отриманий литвом в оболонковій формі [7].

Маса – 21,5 кг; клас точності – другий.

Сумарне значення просторового відхилення для заготовки даного типу визначимо за формулою [4,]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{жол.}}^2 + \rho_{\text{зм.}}^2}, \quad (2.6)$$

де ρ - сумарні значення просторових відхилень, мкм;

$\rho_{\text{жол.}}$ - жолоблення заготовки, мкм;

$\rho_{\text{зм.}}$ - сумарні похибки зміщення поверхонь виливка, мкм.

Величину жолоблення отвору необхідно враховувати як в діаметральному, так і в осьовому його січені, тому:

$$\rho_{\text{жол.}} = \sqrt{(\Delta_K \cdot D)^2 + (\Delta_K \cdot L)^2}, \quad (2.7)$$

де Δ_K - питома кривизна заготовки, мкм/мм;

D - діаметр отвору, мм;

L - довжина отвору, мм.

$\Delta_K = 0,7$ мкм/мм [4]; $D = 47$ мм; $L = 20$ мм.

$$\rho_{жол.} = \sqrt{(0,7 \cdot 47)^2 + (0,7 \cdot 20)^2} = 36 \text{ мкм.}$$

Враховуючи, що сумарне зміщення отвору у виливку відносно зовнішньої її поверхні рівне геометричній сумі у двох взаємно перпендикулярних площинах, отримаємо:

$$\rho_{зм.} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_G}{2}\right)^2}, \quad (2.8)$$

де δ_B і δ_G - допуски на розміри від основи і бокової стінки до центру отвору по класу точності, що відповідає даному виливку: $\delta_B = 2000$ мкм, $\delta_G = 2000$ мкм [2, табл. 7].

$$\rho_{зм.} = \sqrt{\left(\frac{2000}{2}\right)^2 + \left(\frac{2000}{2}\right)^2} = 1414 \text{ мкм.}$$

Таким чином, сумарне значення просторового відхилення заготовки складе:

$$\rho = \sqrt{36^2 + 1414^2} = 1414 \text{ мкм.}$$

Величина остаточного просторового відхилення після чорнового розточування:

$$\rho_1 = K_{y1} \cdot \rho, \quad (2.9)$$

де ρ_1 - просторове відхилення після чорнового розточування, мкм;

K_{y1} - коефіцієнт уточнення, $K_{y1} = 0,05$ [4, табл. А11].

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 1414 = 71 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення при чорновому розточуванні:

$$\varepsilon_{y1} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.10)$$

де ε_{y1} - похибка встановлення при чорновому розточуванні, мкм;

ε_{δ} - похибка базування, мкм;

ε_3 - похибка закріплення, мкм.

Похибка базування в даному випадку виникає за рахунок перекосу в горизонтальній площині при встановленні її на пальці пристрою. Перекіс при цьому виникає через наявність зазорів між найбільшим діаметром отворів на які встановлюється заготовка і найменшим діаметром пальців.

Найбільший зазор між отворами і пальцями визначимо як:

$$S_{\max} = \delta_A + \delta_B + S_{\min}, \quad (2.11)$$

де S_{\max} - найбільший зазор, мм;

δ_A - допуск, мм; $\delta_A = 0,043$;

δ_B - допуск, мм; $\delta_B = 0,011$;

S_{\min} - мінімальний зазор між діаметрами пальця і отвору, мм.

Розмір пальця - $\varnothing 13g6(-0,006 / -0,017)$ мм. $S_{\min} = 0,006$ мм.

$$S_{\max} = 0,043 + 0,011 + 0,006 = 0,06 \text{ мм.}$$

Найбільший кут повороту заготовки на пальцях:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,06}{\sqrt{185^2 + 215^2}} = 0,0002.$$

Похибка базування на довжині оброблюваного отвору в цьому випадку складе:

$$\varepsilon_{\delta} = L \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (2.12)$$

$$\varepsilon_{\delta} = 20 \cdot 0,0002 = 4 \text{ мкм.}$$

Похибку закріплення заготовки ε_z приймаємо рівною 90 мкм [4, табл. А15].

Тоді, похибка встановлення (чорнове розточування):

$$\varepsilon_{y1} = \sqrt{4^2 + 90^2} = 90 \text{ мкм.}$$

Похибка встановлення (чистове розточування), мм:

$$\varepsilon_{y2} = \varepsilon_{y1} \cdot K_{y1}, \quad (2.13)$$

$$\varepsilon_{y2} = 90 \cdot 0,05 = 5 \text{ мкм.}$$

Мінімальні значень міжопераційних припусків:

$$2Z_{\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho^2_{i-1} + \varepsilon^2_{yi}}). \quad (2.14)$$

Під розточування (мінімальний припуск):

чорнове $2Z_{\min.1} = 2(40 + 260 + \sqrt{1414^2 + 90^2}) = 2 \cdot 1717$ мкм,

чистове $2Z_{\min.2} = 2(50 + \sqrt{71^2 + 5^2}) = 2 \cdot 121$ мкм.

Таблиця 2.4 - Розрахункові припуски на механічну обробку отвору $\varnothing 47^{+0,062}$

Технологіч-ний перехід обробки отвору $\varnothing 47^{+0,062}$	Елементи припуску, мкм				$2Z_{\min}$, мкм	Розрахун-ковий розмір D_p , мм	δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мм	
	R_z	T	ρ	ε_y				D_{\min}	D_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}
Заготовка	40	260	1414			43,386	1600	41,79	43,39		
Розточування:											
чорнове	50	-	71	90	2·1717	46,820	620	46,20	46,82	3,43	4,41
чистове	10	-	-	5	2·121	47,062	62	47,01	47,07	0,25	0,81
Всього										3,68	5,22

Значення допусків кожного переходу приймаються за таблицями у відповідності з квалітетом того чи іншого виду обробки. Так, для чистового розточування значення допуску складає $\delta_2 = 62$ мкм (розмір на кресленні); для чорнового розточування $\delta_1 = 620$ мкм [4]; допуск на отвір у виливку 2-го класу точності складає $\delta_{заг} = 1600$ мкм.

Визначаємо розрахункові розміри для переходів за формулою:

$$D_{pi-1} = D_{\max \text{ дем}} - 2 \cdot Z_{\min.i}, \quad (2.15)$$

де $D_{\max \text{ дем}}$ - максимальний розмір деталі, мм;

$Z_{\min.i}$ - мінімальне значення міжопераційного припуску, мм.

Для розточування чистового:

$$D_{p2} = D_{\max.\delta_{det}} = 47 + 0,062 = 47,062 \text{ мм.}$$

Для розточування чорнового:

$$D_{p1} = D_{p2} - 2 \cdot Z_{\min.2} = 47,062 - 0,242 = 46,820 \text{ мм.}$$

Для заготовки:

$$D_{p.заг} = D_{p1} - 2 \cdot Z_{\min.1} = 46,82 - 3,434 = 43,386 \text{ мм.}$$

Визначаємо граничні розміри $D_{\max.i}$ по переходах, заокруглюючи розрахункові розміри D_{pi} в сторону збільшення припуску, відповідно:

$$\text{для розточування чистового } D_{\max.2} = 47,07 \text{ мм;}$$

$$\text{для розточування чорнового } D_{\max.1} = 46,82 \text{ мм;}$$

$$\text{для заготовки } D_{\max.заг} = 43,39 \text{ мм.}$$

Визначаємо граничні розміри $D_{\min.i}$ по переходах за формулою:

$$D_{\min.i} = D_{\max.i} - \delta_i. \quad (2.16)$$

Для розточування чистового:

$$D_{\min.2} = D_{\max.2} - \delta_2 = 47,07 - 0,062 = 47,01 \text{ мм.}$$

Для розточування чорнового:

$$D_{\min.1} = D_{\max.1} - \delta_1 = 46,82 - 0,62 = 46,20 \text{ мм.}$$

Для заготовки:

$$D_{\min.заг} = D_{\max.заг} - \delta_{заг} = 43,39 - 1,6 = 41,79 \text{ мм.}$$

Визначаємо розрахункові граничні значення припусків $2 \cdot Z_{\min.i}$, $2 \cdot Z_{\max.i}$ з врахуванням заокруглених значень граничних розмірів за формулами:

$$\begin{aligned} 2 \cdot Z_{\max.i} &= D_{\min.i} - D_{\min.i-1}; \\ 2 \cdot Z_{\max.i} &= D_{\max.i} - D_{\max.i-1}. \end{aligned} \quad (2.17)$$

Для чистового розточування:

$$2 \cdot Z_{\max.2} = D_{\min.2} - D_{\min.1} = 47,01 - 46,20 = 0,81 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot Z_{\min.2} = D_{\max.2} - D_{\max.1} = 47,07 - 46,82 = 0,25 \text{ мм.}$$

Для чорнового розточування:

$$2 \cdot Z_{\max.1} = D_{\min.1} - D_{\min.заг} = 46,20 - 41,79 = 4,41 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{\min.1} = D_{\max.1} - D_{\max.заг} = 46,82 - 43,39 = 3,43 \text{ мм}.$$

Визначаємо загальні припуски $2 \cdot Z_{заг.макс}$ та $2 \cdot Z_{заг.мін}$ за формулами:

$$2 \cdot Z_{заг.макс} = \sum 2 \cdot Z_{\max.i} = 0,81 + 4,41 = 5,22 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_{заг.мін} = \sum 2 \cdot Z_{\min.i} = 0,25 + 3,43 = 3,68 \text{ мм}.$$

Визначаємо загальний номінальний припуск $2 \cdot Z_{заг.ном}$ та номінальний розмір заготовки $D_{заг.ном}$ за формулами:

$$2 \cdot Z_{заг.ном} = 2 \cdot Z_{заг.мін} + ES_{заготовки} - ES_{деталі}, \quad (2.18)$$

де $ES_{заготовки}$ - найбільше відхилення розміру отвору заготовки, мм;

$ES_{деталі}$ - найбільше відхилення розміру отвору деталі, мм.

$$D_{заг.ном} = D_{дет.ном} - 2 \cdot Z_{заг.ном}, \quad (2.19)$$

де $D_{дет.ном}$ - номінальний розмір отвору деталі, мм.

$$2 \cdot Z_{заг.ном} = 3,68 + 0,51 - 0,062 = 4,25 \text{ мм};$$

$$D_{заг.ном} = 47 - 4,25 = 42,75 \text{ мм}.$$

Проводимо перевірку правильності проведених розрахунків за формулою:

$$2 \cdot Z_{\max.i} - 2 \cdot Z_{\min.i} = \delta_{i-1} - \delta_i. \quad (2.20)$$

$$1) \quad 2 \cdot Z_{\max.1} - 2 \cdot Z_{\min.1} = 4,41 - 3,43 = 0,98 \text{ мм};$$

$$\delta_{заг} - \delta_1 = 1,6 - 0,62 = 0,98 \text{ мм}.$$

$$2) \quad 2 \cdot Z_{\max.2} - 2 \cdot Z_{\min.2} = 0,81 - 0,25 = 0,56 \text{ мм};$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 0,62 - 0,062 = 0,56 \text{ мм}.$$

Висновок: розрахунки проведені вірно.

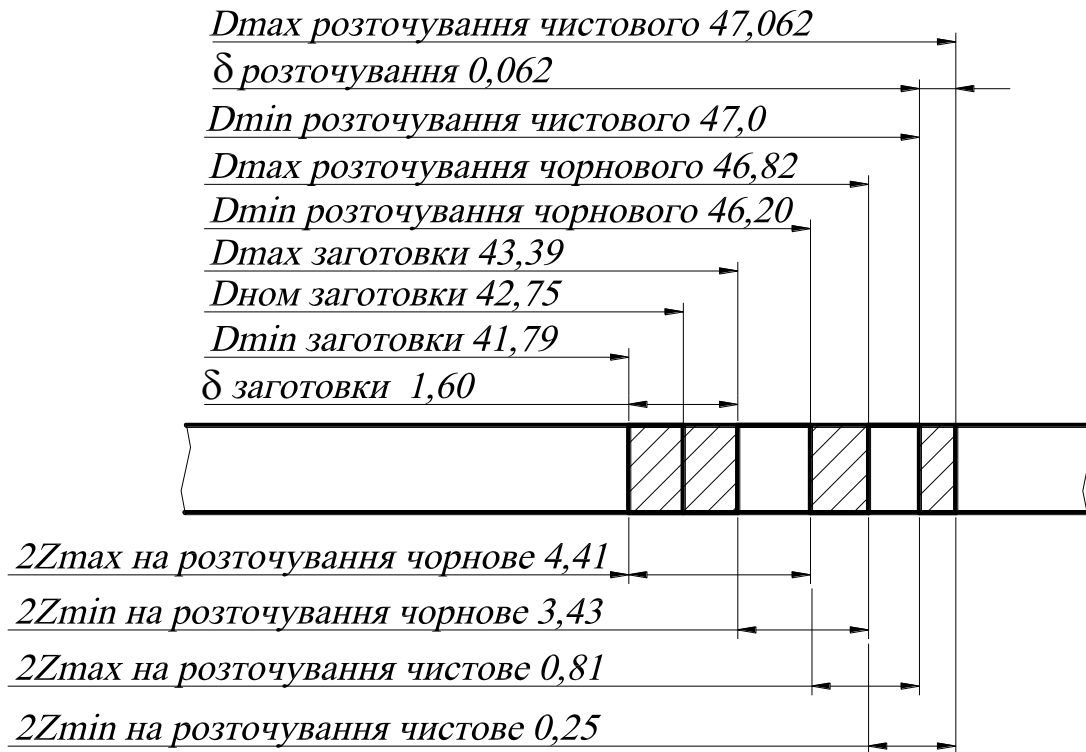


Рисунок 2.10 – Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку отвору $\text{Ø}47^{+0,062}$, розміри в мм

На решту оброблюваних поверхонь корпуса припуски визначаємо за допомогою САПР ТП „ТехноПро”, а допуски вибираємо за таблицями [2, табл.7] та записуємо їх значення в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Припуски і допуски на оброблювані поверхні корпуса по (розміри в мм).

Поверхня	Розмір	Припуск	Допуск	Новий розмір
<i>A</i>	290	2	$\pm 1,0$	$294 \pm 2,5$
<i>Є, Ш</i>	246	2	$\pm 0,9$	$250^{+1,8}_{-3,26}$
<i>Ж</i>	$\text{Ø}62$	2·2,2	$\pm 0,8$	$\text{Ø}57,6 \pm 0,8$
<i>Ї, ІІ</i>	150	1,8	$\pm 0,6$	$153,6 \pm 0,6$
<i>Е1</i>	290	2	$\pm 1,0$	$294 \pm 2,5$

2.6 Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів

Різальний та вимірювальний інструмент призначається при проектуванні з бази даних, що міститься в САПР „ТехноПро”.

Результати роботи оформляємо у вигляді таблиці 2.6.

2.7 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

Розраховуємо технічні норми часу розрахунково-аналітичним методом для операції 010 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПК [3].

При обробці на верстатах з ЧПК норму штучно-калькуляційного часу можна подати в такому вигляді:

$$T_{шк} = \sum_{i=1}^k T_{oi} + \sum_{i=1}^k T_{x.xi} + T_{\delta} + T_{об} + T_n + \frac{T_{nz}}{n}, \quad (2.32)$$

де T_{oi} - основний час обробки при виконанні i -го переходу, хв.;

$T_{x.xi}$ - час холостих ходів верстата, необхідний при виконанні i -го переходу, хв.;

T_{δ} - допоміжний час, хв.;

$T_{об}$ - час на обслуговування робочого місця, хв.;

T_n - час перерв на відпочинок та особисті потреби, хв.;

T_{nz} - підготовчо-заключний час, хв.;

n - кількість деталей в партії, $n = 95$ шт.

Сумарний основний час для даної операції (табл.2.1):

$$\sum_{i=1}^k T_{oi} = 15,71 \text{ хв.}$$

$$\sum_{i=1}^k T_{x.xi} = \sum_{i=1}^k T_{zi} + \sum_{i=1}^k T_{nci} + \sum_{i=1}^k T_{uni}, \quad (2.32)$$

де T_{zi} - час на зміну інструмента на i -му переході, хв.;

$T_3 = 0,24$ хв. [7].;

T_{nci} - час на переміщення стола з деталлю на i -му переході, хв.;

T_{nui} - час на швидке підведення і відведення шпинделя з інструментом на i -му переході, хв.

$$\sum_{i=1}^k T_{x.xi} = 8,4 + 0,95 + 0,48 = 9,83 \text{ хв.}$$

Підраховуємо об'єм допоміжної роботи і час, необхідний для її виконання.

Встановити деталь на горизонтальну площину і два пальці і зняти її: 0,167хв. [6,табл.Ч1.6].

Час на закріплення і відкріплення деталі в пристосуванні рукояткою пневматичного затискача: 0,024 хв. [6, табл.Ч1.7].

Час на встановлення і зняття деталі:

$$T_{\text{вз}} = 0,167 + 0,024 = 0,19 \text{ хв.}$$

Час на керування верстатом (включення) [9,табл.Ч1.8]:

$$T_{\text{к}} = 0,01 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{д}} = T_{\text{вз}} + T_{\text{к}} = 0,191 + 0,01 = 0,20 \text{ хв.}$$

Оперативний час:

$$T_{\text{он}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}} + T_{\text{x.x}} = 15,71 + 0,20 + 9,83 = 25,74 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця приймаємо рівним 6 % [3] від оперативного часу:

$$T_{\text{об}} = T_{\text{он}} \cdot 0,06 = 25,74 \cdot 0,06 = 1,54 \text{ хв.}$$

Час перерв на відпочинок та особисті потреби приймаємо рівним 2,5% [7] від оперативного часу:

$$T_n = T_{on} \cdot 0,025 = 25,74 \cdot 0,025 = 0,65 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час $T_{n.з} = 22$ хв. [6,табл.Ч1.23].

$$T_{шк} = 15,71 + 9,83 + 0,20 + 1,54 + 0,65 + \frac{22}{95} = 28,16 \text{ хв.}$$

Інші результати в таблиці 2.8.

2.8 Вибір обладнання та визначення його кількості

Для кожного верстату в технологічному процесі повинні бути розраховані коефіцієнт завантаження верстату η_3 , коефіцієнт використання верстату по часу η_o та по потужності η_N .

Коефіцієнт завантаження верстата:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n} \cdot 100\%, \quad (2.33)$$

де m_p - розрахункова кількість верстатів;

m_n - прийнята кількість верстатів.

$$m_p = \frac{T_{шк}}{t_g}, \quad (2.34)$$

де $t_g = 60$ хв.

Таблиця 2.9 – Розрахунок коефіцієнтів завантаження верстатів

Номер операції	Модель верстату	$T_{шк}$, хв.	m_p	m_n	η_3 , %
005	Модуль ИР500ПМФ4	12,03	0,20	1	20
010	Модуль ИР500ПМФ4	27,92	0,46	2	23

Середній коефіцієнт завантаження:

$$\eta_{з.ср} = \frac{20 + 23}{2} = 21,5 \text{ \%}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання обладнання по основному часу:

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{ум}} \cdot 100\% . \quad (2.35)$$

Таблиця 2.10 - Розрахунок коефіцієнта використання обладнання

Номер операції	Моделі верстатів	T_o , хв.	$T_{ум}$, хв.	η_o , %
005	Модуль ИР500ПМФ4	7,21	12,03	60
010	Модуль ИР500ПМФ4	15,71	27,92	56

Середній коефіцієнт використання обладнання:

$$\eta_{o.ср} = \frac{60 + 56}{2} = 58\% . \quad (2.36)$$

Визначаємо величину використання обладнання за потужністю

$$\eta_N = \frac{N_p}{N_\epsilon} \cdot 100\% . \quad (2.37)$$

Таблиця 2.11- Розрахунок коефіцієнта використання обладнання за потужністю

Номер операції	Моделі верстатів	N_ϵ , кВт	N_p , кВт	η_N , %
005	Модуль ИР500ПМФ4	7,5	2,6	35
010	Модуль ИР500ПМФ4	7,5	3,2	43

Середній коефіцієнт використання обладнання за потужністю:

$$\eta_{N.cp} = \frac{34 + 43}{2} = 39\% .$$

Результати роботи оформляємо у вигляді таблиці 2.12.

З КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.2 Розробка конструкції спеціальних верстатних пристроїв, засобів технологічного оснащення

Опис призначення, будови і роботи пристрою.

Пристрій призначений для обробки різанням деталі корпус на операції 010 Комплексна на оброблюючих центрах з ЧПК. Оскільки операція виконується на багатоцільовому верстаті, то обробка всіх поверхонь проводиться послідовно з чотирьох сторін [1].

Даний пристрій складається з корпусу на якому розміщено два пальці 7030-0907/13,0 g6 і 7030-0927/13,0 g6 для встановлення і орієнтації деталі по двох, попередньо оброблених, отворах. Після повернення ручки пневморозподілювача стиснене повітря подається від мережі через рукав Б-10-16-27-У у пневмоциліндри. Шток пневмоциліндра разом із тягами рухається вниз. До тяг приєднана плита з притискачем, яка переміщається і притискає деталь до поверхні корпусу. Для транспортування пристрою в його конструкції передбачено два рим-болти М12 ГОСТ 4751-73.

Вибір схеми установки деталі в пристрої

Виходячи з конструкції деталі вибираємо встановлення деталі на два пальці і площину по отворах для кріплення корпусу. Зверху деталь притискається затискним пристроєм. Схема установки представлена на рисунку 4.1.

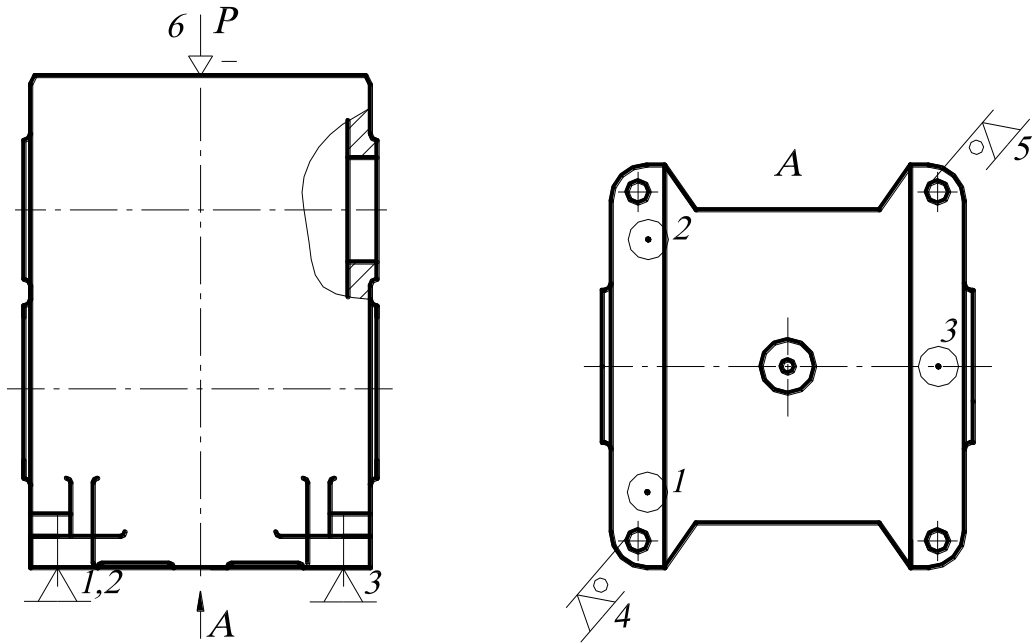


Рисунок 3.1 – Схема встановлення деталі в пристрої

3.1 Розрахунок сил затиску і визначення основних параметрів механізму затиску

Заготовка, встановлена і закріплена силою P , знаходиться під дією коллої сили P_z (рис. 6.2). Момент M_{piz} намагається повернути заготовку навколо її осі, а сила P_x - зсунути заготовку. [2]

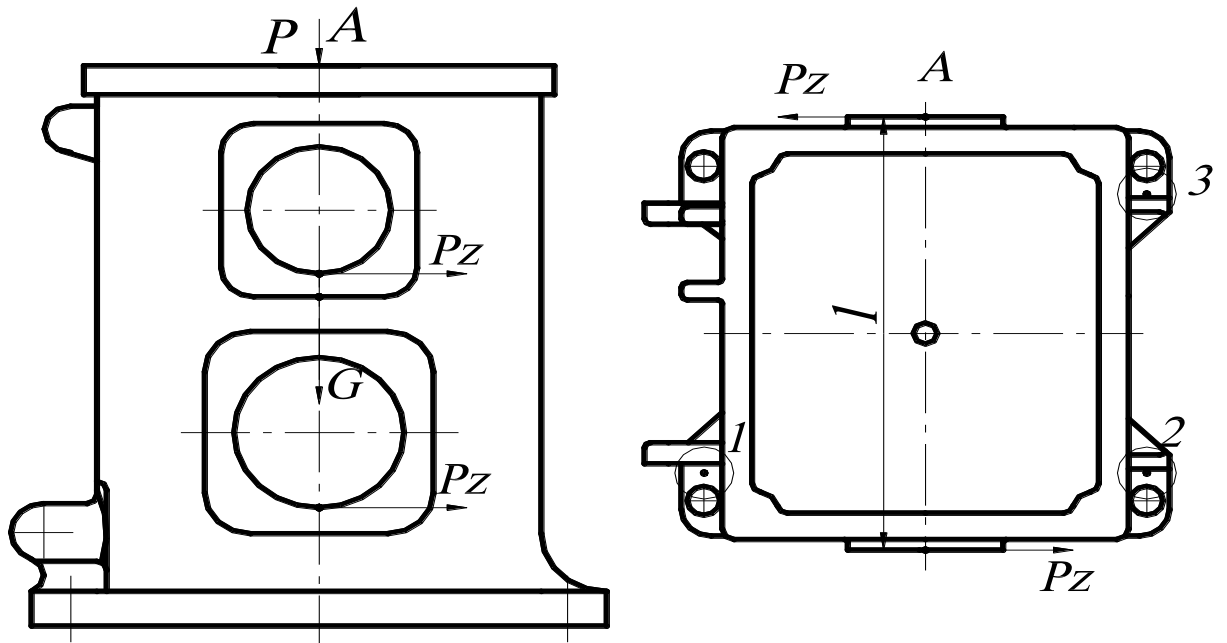


Рисунок 3.2 – Визначення сили затиску

Рівняння, які визначають нерухомість заготовки в процесі обробки, мають вигляд:

$$K \cdot M_{\text{різ}} = M_{\text{ТР}}; \quad (3.1)$$

$$M_{\text{ТР}} = (P + G) \cdot 2 \cdot f \cdot \frac{l}{2}, \quad (3.2)$$

де K - коефіцієнт запасу;

$M_{\text{різ}}$ - момент різання, Н·м;

$M_{\text{ТР}}$ - момент тертя, Н·м;

P - сила затиску, Н;

G - вага деталі, Н;

f - коефіцієнт тертя;

l - відстань від точки прикладання сили різання до центру деталі, мм.

$$M_{\text{різ}} = P_z \cdot \frac{l}{2}, \quad (3.3)$$

де P_z - колова сила різання, Н.

$$P = \frac{K \cdot P_z}{2 \cdot f} - G. \quad (3.4)$$

Так як сили різання мають змінний характер, то для забезпечення надійності закріплення заготовок при розрахунку необхідних сил затиску їх збільшують на коефіцієнт запасу K . Залежно від конкретних умов виконання технологічної операції значення K слід вибирати диференційовано. Величину K можна визначити як добуток первинних коефіцієнтів:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

де $K_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

$K_1 = 1,2$ - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях;

$K_2 = 1,2$ - враховує збільшення сил різання від затуплення різального інструменту;

$K_3 = 1,2$ - враховує ударне навантаження на інструмент.

$K_4 = 1,3$ - характеризує затискний механізм з точки зору надійності;

$K_5 = 1$ - характеризує зручність розміщення ручок;

$K_6 = 1$ - враховується при наявності моментів, які намагаються повернути заготовку.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 3,37.$$

$$f = 0,16; G = 210 \text{ Н}; P_z = 530 \text{ Н}.$$

Сила затиску заготовки:

$$P = \frac{3,37 \cdot 530}{2 \cdot 0,16} - 210 = 5582 \text{ Н}.$$

Приймаючи тиск повітря у пневмережі $p = 0,4$ Мпа і ККД приводу $\eta = 0,85$; визначаємо діаметр пневмоциліндра:

$$D_u = \frac{\sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot p \cdot \eta}}}{m}, \quad (3.6)$$

де m - кількість пневмоциліндрів, $m = 2$.

$$D_u = \frac{\sqrt{\frac{4 \cdot 5582 \cdot 10^{-6}}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}}}{2} = 74 \text{ мм}.$$

Приймаємо $D_u = 80$ мм.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом на проєктованій ділянці механічного цеху

Охорону праці і техніку безпеки при роботі на електроустановках, верстатах та іншому устаткуванні розміщеному на ділянці механічного цеху забезпечують організаційно-запобіжними, інженерно-технічними, захисними заходами і застосуванням електрозахисних засобів.

Організаційно-запобіжні заходи: навчання осіб, що обслуговують електроустаткування, перевірка їхніх знань, контроль виконання правил безпеки, огляд електротехнічних установок, планово-запобіжний ремонт, сигналізація та ін.

Для попередження обслуговуючого персоналу про небезпеку на щитах керування чи розподільних щитах можна встановити сигнальні прилади, які вмикаються в коло допоміжного струму і показують, увімкнені чи вимкнені установки під напругою [8].

Інженерно-технічні заходи зводяться до захисту від дотику, захисту в разі переходу струму на неструмоведучі частини, захисту від надмірних струмів.

Захист від дотику передбачає надійну ізоляцію і розташування у недоступних місцях струмоведучих частин електроустаткування. Крім ізоляції струмоведучі частини необхідно захистити огорожами, кожухами.

Захист у разі переходу напруги на неструмоведучі частини електроустаткування і електропроводки здійснюється шляхом обладнання захисного заземлення, занулення або захисного вимикання.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею металевих неструмоведучих частин, котрі можуть опинитись під напругою (рис. 4.1).

Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні на корпус. Згідно з вимогами Правил улаштування електроустановок опір захисного заземлення не повинен перевищувати 4 Ом. Приєднання заземлюваного обладнання до магістралі заземлення здійснюється за допомогою окремих провідників. При цьому послідовне включення заземлюваного обладнання не допускається.

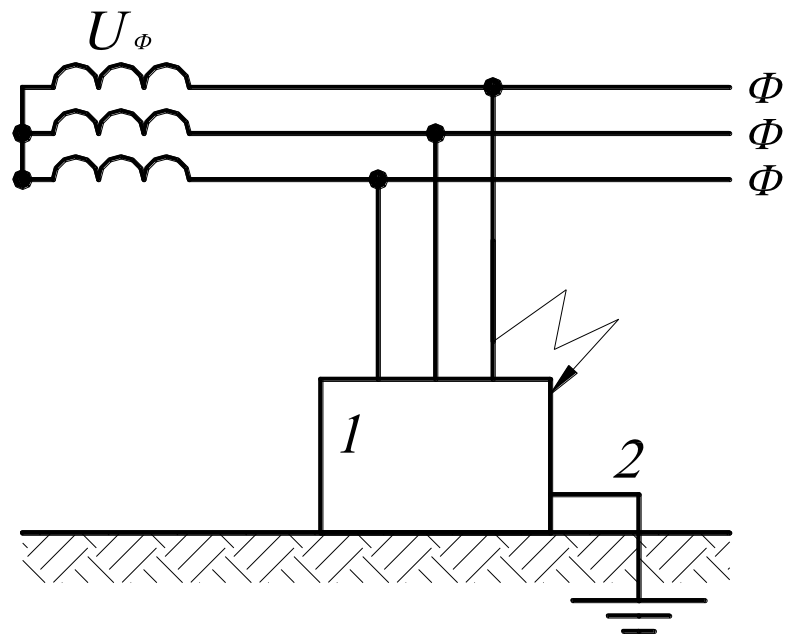


Рисунок 4.1 – Принципова схема заземлення

1 – корпус електроустановки; 2 – з'єднувальний провідник

Занулення – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмоведучих частин, котрі можуть опинитися під напругою (рис. 4.2). Принцип дії занулення – перетворення пробивання на корпус в однофазне коротке замикання з метою викликати струм великої сили, здатний забезпечити спрацювання захисту і завдяки цьому автоматично відключити пошкоджену установку від електричної мережі. Для того, щоб відбулось швидке та надійне вимкнення, необхідно, щоб струм короткого замикання перевищував струм установки вимкненого апарата:

$$I_{к.з.} \geq k \cdot I_{ном.}, \quad (4.1)$$

де $I_{к.з.}$ - струм короткого замикання, А;

$I_{ном.}$ - номінальний струм плавкої вставки або струм уставки автомата, А;

k - коефіцієнт кратності струму короткого замикання відносно струму уставки.

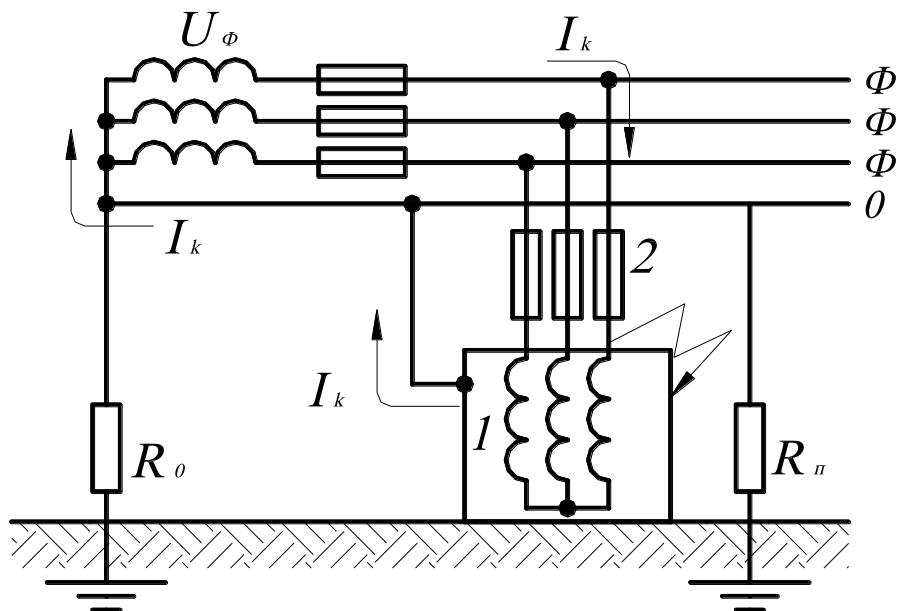


Рисунок 4.2 – Принципова схема занулення

1 – корпус електроустановки; 2 – апарати захисту від струмів короткого замикання (автомати); R_0 – опір заземлення нейтралі джерела струму; $R_п$ – опір повторного заземлення нульового захисного провідника; I_k – струм короткого замикання

Захисне вимкнення – це швидкодіючий захист, котрий забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки при виникненні небезпеки ураження струмом. Небезпека ураження може виникнути і при замиканні фази на корпус електрообладнання при зниженні опору ізоляції фаз відносно землі нижче певної межі внаслідок пошкодження ізоляції, замикання фаз на землю, при появі в мережі більш високої напруги, при випадковому дотику людини до

струмоведучих частин, котрі знаходяться під напругою. В цих випадках відбувається зміна електричних параметрів електроустановки та мережі. Зміна цих параметрів до певної межі, при котрій виникає небезпека ураження людини електричним струмом, може стати сигналом, який викликає автоматичне вимкнення пошкодженої установки.

Електрозахисні засоби – це переносні засоби, призначені для захисту людей, котрі працюють з електроустановками, від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги та електромагнітного поля.

На проєктованій ділянці механічного цеху необхідно використовувати ізолювальні захисні засоби, які використовуються для ізоляції людини від частин електрообладнання, що знаходяться під напругою, а також від землі. До них відносяться: ізолюючі та вимірювальні штанги, ізолюючі та електровимірювальні кліщі, покажчики напруги, діелектричні рукавиці, гумові килимки, підставки.

А також огорожувальні електрозахисні захисні засоби призначені для тимчасового огороження струмоведучих частин обладнання (ширми, бар'єри, щити).

4.2 Вимоги пожежної безпеки до електроустановок

Найбільш розповсюдженим джерелом загоряння є електрообладнання. Вимоги безпечного його використання регламентуються Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ), згідно яких все електрообладнання поділяється вибухозахищене, для пожежонебезпечних установок і нормального виконання. Вибір електрообладнання згідно ПУЕ виконується в залежності від прийнятого класу вибухо-пожежонебезпечності приміщення чи установки.

Електрообладнання вибухонебезпечних приміщень і установок.

У вибухонебезпечних приміщеннях і біля вибухонебезпечних зовнішніх установок (в зоні від 3 до 5 м по вертикалі і горизонталі від технологічного

обладнання) дозволяється використовувати тільки вибухозахищене електрообладнання, що забезпечує безпеку його використання у вибухонебезпечних середовищах.

До вибухозахищеного відноситься наступне електрообладнання.

1. Вибухонепроникне, коли оболонки електрообладнання можуть витримати найбільший тиск вибуху при попаданні всередину оболонок горючих газів, парів чи пилюки, а також не допускають передачі вибуху у зовнішнє середовище.

2. Підвищеної надійності проти вибуху, коли виключається можливість іскріння, виникнення електричної дуги, небезпечних температур нагрівання; частини, що нормально іскряться повинні бути у будь-якому вибухозахищеному виконанні.

3. Наповнене мастилом, коли частини, що іскряться і не іскряться занурені в мастило таким чином, щоб не було доторкання між цими частинами, а також цих частин з вибухонебезпечним середовищем.

4. Електрообладнання, що продувається під надлишковим тиском, коли електрообладнання поміщають в закриту оболонку, що продувається чистим повітрям; причому в оболонці підтримується надлишковий тиск, що перешкоджає попаданню в неї вибухонебезпечної суміші з приміщення.

5. Іскробезпечне, коли іскри, що виникають не здатні запалити вибухонебезпечну суміш; при неможливості забезпечення такого виконання для всіх частин електрообладнання окремі його частини можуть розміщуватися у вибухонепроникну оболонку.

Спеціальне, коли використовуються нові принципи, що відрізняються від перелічених; наприклад використання надлишкового тиску повітря чи інертного газу без продування, заповнення оболонки для струмопровідних частин епоксидними смолами, кварцовим піском і т.п.

Найбільш розповсюдженим видом вибухозахищеного обладнання є вибухонепроникне обладнання. В конструкції такого обладнання передбачено

гасіння полум'я у вузьких зазорах між фланцями та іншими частинами обладнання.

У вибухонебезпечних приміщеннях і зонах зовнішніх установок використовують спеціальне електроосвітлювальне обладнання у вибухозахищеному виконанні. В приміщеннях класу В-I використовують стаціонарні світильники у вибухонепроникному, іскробезпечному чи спеціальному виконанні, в приміщеннях класу В-Ia і В-II – у будь-якому вибухозахищеному виконанні; в приміщеннях класів В-Iб і В-IIa – пилонепроникне.

Електрообладнання пожежонебезпечних приміщень.

В приміщеннях класу П-I електрообладнання повинно бути закрите, обдуватися або продуватися; в приміщеннях класу П-IIa – закрите, що обдувається чи продувається із замкнутим циклом охолодження; в зовнішніх установках класу П-III – закрите чи закрите, що продувається.

У всіх приміщеннях частини машин, що іскряться розміщуються у пилонепроникні ковпаки.

Світильники в приміщеннях П-I і П-II повинні мати пилонепроникне виконання, а для приміщень класу П-IIa допускаються відкриті світильники.

В зовнішніх установках класу П-III використовуються світильники у пилонепроникному і вибухозахищеному виконанні.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання даного дипломного проекту було розроблено принципово новий технологічний процес виготовлення деталі корпус коробки передач ПС-10А.51.101 з використанням багатоцільових верстатів з ЧПК.

Під час виконання дипломного проекту було використано:

- 1) середовище САПР „ТехноПро” для автоматизованого розроблення технологічного процесу;
- 2) принцип концентрації (поєднання) операцій, що призвело до підвищення продуктивності обробки при зниженні її трудомісткості;
- 3) поєднання в одному верстаті декількох методів обробки, що скорочує кількість обладнання і знижує трудомісткість виготовлення;
- 4) принцип безлюдної технології за рахунок комплексної автоматизації, широкої роботизації;

ПЕРЕЛІК ПОСЛАНЬ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1975.
2. Антонюк В.Е. Справочник конструктора по расчету и проектированию приспособлений. - Минск: Беларусь, 1979.
3. Горбацевич А.Ф. и др. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск.: Высшая школа, 1970.
4. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навч. посібник – К.: ІСДО, 1996 – 300 с.
5. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
6. Грабченко А.І., Узунян М.Д., Зубкова Н.В та ін. Розрахунок найвигідніших режимів різання при точінні. Харків НТУ «ХП» 2014. 87 с.
7. Григурко І. О., Брендюля М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2011. 768 с.
8. Джигерей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. Вид. 2-ге, стер. Київ : Знання, 2002. 203 с.
9. Жарков Н. В., Прокди Р. Г., Финков М. В. AutoCAD 2014 : посібник. Санкт-Петербург : Наука и техника, 2014. 624 с.
10. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В., Дячун А. Є. Механоскладальні дільниці та цехи : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 40 с.
11. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
12. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. — Тернопіль : ТНТУ, 2016. — 156 с.
13. Паливода Ю. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю.

- Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, 2019. – 240с.
14. Маталин А.А. Технология машиностроения.– Л. – М., 1985. – 496 с.
15. Міренський І.Г. Основи технології машинобудування: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 207. 275 с.
16. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навч. посіб. / Ж. П. Дусанюк та ін. Вінниця, 2009. 199 с.
17. Локтев А. Д. Общемашиностроительные нормативы режимов резания : справочник. В 2 т. Москва : Машиностроение, 1991.
18. Солнцев Ю. П. Материаловедение : учебник для вузов. Санкт-Петербург : Химиздат, 2007. 784