

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)
на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення корпусу редуктора приводу гідроциліндра автотранспорту

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МПс-41 спеціальності 131 «Прикладна механіка»

	(шифр і назва спеціальності)	
		Ліпкан А.Г.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник		Паньків М.Р.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		Дячун А.Є.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри		Окіпний І.Б.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент		
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

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)

« _____ » _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Ліпкан Артур Георгійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу механічного оброблення корпусу редуктора приводу гідроциліндра автотранспорту

Керівник роботи Паньків Марія Романівна, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2026 року № 4/9 - 26 .

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи базовий технологічний процес

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)

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>Комар Р.В., к.т.н, доцент</i>		

7. Дата видачі
завдання

3 лютого 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/П	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Реферат</i>	<i>05.02.2026</i>	
	<i>Зміст</i>	<i>07.02.2026</i>	
	<i>Вступ</i>	<i>14.02.2026</i>	
	<i>Аналітична частина</i>	<i>26.02.2026</i>	
	<i>Технологічна частина</i>	<i>18.02.2026</i>	
	<i>Конструкторська частина</i>	<i>03.06.2026</i>	
	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>07.06.2026</i>	
	<i>Висновки</i>	<i>09.06.2026</i>	
	<i>Перелік посилань</i>	<i>10.06.2026</i>	
	<i>Графічна частина</i>	<i>18.06.2026</i>	

Студент

(підпис)

Ліпкан А.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Паньків М.Р.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Сучасний рівень технологічного процесу, безперервне утворення нових вдосконалень, автоматизованих і високоточних машин, основаних на використанні найновіших досягнень науки, потребують підготовки висококваліфікованих інженерів, які володіють високими теоретичними знаннями і добре володіють новою технікою і технологією виробництва.

Машинобудування, яке постачає нову техніку всім галузям народного господарства, визначають технічний прогрес держави, надає великий вплив на утворення металорізальної бази нового суспільства.

Триває вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей машин і складання. Розробок машинобудування на даному етапі повинно здійснюватись перехід до масового застосування високоефективних систем машин і технологічних процесів, які забезпечують комплексну механізацію і автоматизацію виробництва, технічне забезпечення його основних галузей. Найбільш важливою вимогою по утворенню нових конструкцій машин і приладів являється досягнення максимального народногосподарського ефекту при зниженні їх вартості.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1	ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	7
1.1	Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб	7
1.2	Аналіз базового технологічного процесу	9
1.3	Характеристика проектного варіанту технологічного процесу	10
1.4	Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу	12
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1	Характеристика типу та організаційної форми виробництва	13
2.2	Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки	15
2.3	Вибір технологічних баз	17
2.4	Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення	21
2.5	Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва	29
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	33
3.1	Методика вибору пристосування	33
3.2	Силовий розрахунок параметрів приводу	35
3.3	Розрахунок на точність	39
3.4	Розрахунок спеціального різального інструменту	41
3.5	Засоби механізації та автоматизації	45
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	46
	ВИСНОВКИ	
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить ____ сторінок, та додатки (специфікації складальних креслень, комплекти технологічної документації), графічна частина проекту складається з _____ листів формату А1.

Ключові слова: технологічний процес, технологічна операція, технологічний перехід, технологічне оснащення, технологічний пристрій, інструмент, припуск, поверхня, режим різання, бази, базування, похибки, допуск та інші.

Згідно із завданням необхідно розробити технологічний процес виготовлення корпусу .

Річна програма випуску 15000 штук.

Розроблені конструкції пристроїв для механічної обробки і контролю корпусу редуктора. Проведено відпрацювання деталі на технологічність.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз конструкції виробу

Об'єктом виробництва являється корпус редуктора приводу гідроциліндра автонавантажувача. Редуктор – це механізм, що складається із зубчатих передач, виконаний у вигляді окремого агрегату і служить для передачі обертання від валу двигуна до валу робочої машини. Призначення редуктора – пониження кутової швидкості і відповідно підвищення обертового моменту веденого валу в порівнянні з ведучим. Редуктор складається з корпусу, в якому розміщені елементи передачі – зубчаті колеса, вали, підшипники.

Розглянемо одноступеневий, циліндричний із зубчатим типом передачі, горизонтальний редуктор. Даний редуктор призначений для передачі крутного моменту від електродвигуна до гідронасосів, які, в свою чергу, приводять в дію гідроциліндри підйому і нахилу автонавантажувача. Крутний момент від електродвигуна передається на швидкохідний вал редуктора. Цей вал монтується на підшипниках в отворах Ø90 мм. Далі крутний момент за допомогою ведучої шестерні і веденого колеса передається на тихохідний вал, що є порожнистим і монтується на підшипниках в отворах Ø125 мм. В середині тихохідного валу нарізані шліци, за допомогою яких вали гідронасосів під'єднуються до редуктора. Отвори з різьбою М12 призначені для кріплення гідронасоса циліндра підйому, а отвори М10 – гідронасоса циліндра нахилу до редуктора. Отвори з різьбою М8 призначені для кріплення наскрізних кришок, через які проходять кінці валів до корпусу редуктора. Для заливання масла і огляду в корпусі є вікно, що закривається кришкою.

Отвір з конічною різьбою КГ 1/4" призначений для підтримання необхідного рівня масла при його заливанні. Інший отвір КГ1/4" служить для видалення забрудненого масла і промивки редуктора. Пробка-сапун приєднується до корпусу за допомогою різьби КГ3/4" і призначена для з'єднання порожнини редуктора з атмосферою. Встановлення пробки підвищує надійність ущільнень (при відсутності пробки незначне підвищення тиску в середині корпусу може привести до видавлювання масла через ущільнювачі). Три лапи з

отворами Ø14 мм призначені для кріплення редуктора до шасі автотранспорту.

1.2 Аналіз відповідності технічних вимог службовому призначенню деталі

Аналіз складального креслення корпусу редуктора показує, що найбільш високі вимоги висуваються до поверхонь отворів Ø90 мм та Ø125 мм, що призначені для встановлення в них підшипників.

До отвору Ø125^{+0,02}_{-0,02} мм висуваються такі вимоги: допуск округлості 0,01мм, допуск профілю поздовжнього січення поверхні Л 0,01 мм, допуск перпендикулярності бічної поверхні редуктора до осі отвору 0,06 мм, шорсткість $R_a = 0,4$ мкм.

Вимоги до отвору Ø90^{+0,017}_{-0,017} мм: допуск округлості 0,009 мм, допуск профілю поздовжнього січення поверхні Н 0,009 мм, допуск паралельності поверхні Л 0,04 мм, шорсткість $R_a = 0,4$ мкм. Допуск на відстань між осями створів 0,05 мм.

До бічних поверхонь корпусу редуктора встановлено допуск на паралельність 0,06 мм, шорсткість $R_a = 6,3$ мкм. Шорсткість основи та верху редуктора $R_a = 12,5$ мкм. Допуск округлості отворів Ø14 мм в лапах редуктора R 0,3 мм. Всі інші поверхні є маловідповідальними, тому до них не висуваються певні технічні вимоги.

Матеріал деталі – чавун СЧ18.

Аналіз показав, що всі технічні вимоги відповідають службовому призначенню деталі.

1.2 Аналіз базового (типового) технологічного процесу

Корпус редуктора виготовляють за технологічним процесом наведеним нижче (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Базовий технологічний процес

Операція	Назва операції	Зміст операції	Номер і назва обладнання
1	2	3	4
005	Фрезерна	1. Фрезерувати основу, витримавши розмір $130 \pm 0,63$ мм	Фрезерний верстат моделі 6P11, $T_{шт} = 4,47$ хв
010	Вертикально-свердлильна	1. Свердлити 2 отвори $\varnothing 13,5$ мм і отвір $\varnothing 14$ мм 2. Розвернути 2 отвори $\varnothing 14^{+0,015}_{-0,034}$ мм 3. Цекувати 3 отвори $\varnothing 24$ мм	Вертикально-свердильний верстат 2A135, $T_{шт} = 1,7$ хв
015	Вертикально-фрезерна	1. Фрезерувати поверхню 2, витримавши розмір 108 мм 2. Фрезерувати поверхню 3, витримавши розмір $104^{+0,54}_{-0,54}$ мм	Фрезерний верстат моделі 6P11, $T_{шт} = 6,34$ хв
020	Вертикально-фрезерна	1. Фрезерувати поверхню 4, витримавши розмір $235 \pm 0,72$ мм	Верстат 6P11, $T_{шт} = 2,14$ хв

1	2	3	4
025	Горизонтально-розточна з ЧПК	1. Розточити отвір Ø123 мм в лінію начорно 2. Розточити отвір Ø124,5 мм в лінію чисто 3. Зенкерувати фаску 1,6 × 45° з двох сторін 4. Розточити отвір Ø125 ^{+0,02} _{-0,02} мм в лінію тонко 5. Розточити отвір Ø88 мм в лінію начорно 6. Розточити отвір Ø89,8 мм в лінію чисто 7. Зенкерувати фаску 1,6 × 45° з двох сторін 8. Розточити отвір Ø90 ^{+0,017} _{-0,017} мм тонко	Верстат 2620ГФ1, Т _{шт} = 28,5 хв
030	Вертикально-свердлильна	1. Свердли 10 отворів Ø6,8 мм 2. Свердли 10 отворів Ø6,8 мм	Верстат 2А135, Т _{шт} = 2,18 хв
035	Вертикально-свердлильна	1. Свердли 6 отворів Ø6,8 мм	Верстат 2А135, Т _{шт} = 1,4 хв
040	Радіально-свердлильна	1. Свердли 4 отвори Ø10,2 мм 2. Нарізати різь М12 в 4 отворах 3. Свердли 4 отвори Ø8,5 мм 4. Нарізати різь М10 в 4 отворах 5. Свердли отвір Ø11,1 мм на прохід 6. Нарізати різь КГ1/4"	Верстат 2М55, Т _{шт} = 7,63 хв
045	Вертикально-свердлильна	1. Свердли отвір Ø23,3 мм 2. Розвернути отвір під конус Ø24,12 мм в основній площині 3. Нарізати різь КГ3/4"	Верстат 2А135, Т _{шт} = 1,1 хв

050	Вертикально-свердлильна	1. Свердлити отвір Ø11,1 мм 2. Нарізати різь КГ1/4"	Верстат 2A135, $T_{шт} = 0,52$ хв
055	Різенарізна	1. Нарізати різь М8 в 10 отворах 2. Нарізати різь М8 в 10 отворах	Верстат 5991, $T_{шт} = 5,89$ хв
060	Різенарізна	1. Нарізати різь М8 в 6 отворах	Верстат 5991, $T_{шт} = 1,78$ хв

Враховуючи те, що річна програма випуску становить до 50 деталей в рік, в якості пристроїв використовують універсально-складальні пристрої. Заготовка виготовляється литтям в піщані форми, використовуючи дерев'яні моделі і ручну формовку.

Недоліком існуючого технологічного процесу, є:

- наявність операції різенарізання на вертикально–свердлильному верстаті 5991;
- неоптимальний розподіл технологічних переходів між окремими позиціями, що призводить до збільшення штучного часу на операціях 025 і 040;
- необґрунтованість вибору баз на операції 025 і 040;

Крім того, слід проаналізувати доцільність використання даних типів верстатів, враховуючи задану згідно завдання програму випуску деталей.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Попереднє встановлення типу та організаційної форми виробництва

Визначимо такт випуску за формулою:

$$\tau = \frac{60 F_d}{N}, \quad (2.1)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання. Приймаємо $F_d = 4015$ год;

N – річна програма випуску, $N = 15000$ штук, тоді:

$$\tau = \frac{60 \cdot 4015}{15000} = 16,06 \text{ хв.}$$

Розрахуємо величини необхідні для визначення $K_{3.0}$ для першої операції.

Проведемо розрахунок кількості одиниць технологічного обладнання за формулою:

$$C_{pi} = \frac{T_{шти} \cdot N}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{3.н}}, \quad (2.3)$$

де C_{pi} – кількість одиниць верстатів, необхідних для виконання i -ої операції;

$\eta_{3.н}$ – нормативний коефіцієнт завантаження, приймаємо $\eta_{3.н} = 0,75$

$$C_{pi} = \frac{4,47 \cdot 15000}{60 \cdot 4015 \cdot 0,75} = 0,371 \text{ од.}$$

Встановлюємо кількість робочих місць C_{pi} шляхом заокруглення C_{pi} до

більшого цілого числа. Отже, $C_{pi005} = 1$.

Визначаємо фактичний коефіцієнт завантаження устаткування для кожної операції за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{C_{р.і}}{C_{п.і}}, \quad (2.4)$$

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{0,371}{1} = 0,371$$

Кількість операцій закріплених за одним робочим місцем розраховуємо за формулою:

$$O_i = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф.і}}, \quad (2.5)$$

$$O_i = \frac{0,75}{0,371} = 2$$

Результати розрахунку для інших операцій зведемо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Дані для розрахунку $K_{3.0}$.

№ п/п	№ Опер.	Назва операції	T_{um} , хв	C_{pi}	C_{ni}	$C_{\phi i}$	O_i
1	005	Вертикально-фрезерна	4,4	0,3	1	0,3	2
2	010	Вертикально-свердлильна					5
3	015	Вертикально-фрезерна	7	71	1	71	1
4	020	Вертикально-фрезерна	1,7	0,1	1	0,1	4
5	025	Вертикально-фрезерна	6,34	41	1	41	1
6	030	Горизонтально-розточна	2,14	0,5	3	0,5	4
7	035	Горизонтально-розточна	28,5	26	1	26	7
8	040	Вертикально-свердлильна	2,18	0,1	1	0,1	8
9	045	Вертикально-свердлильна	1,4	78	1	78	2
1	050	Вертикально-свердлильна	1,1	2,3	1	0,7	16
0	055	Вертикально-свердлильна	1,1	6	1	9	2
1	060	Вертикально-свердлильна	7,63	0,1	1	0,1	6
1		Вертикально-свердлильна	0,52	81	1	81	
1		Радіально-свердлильна	5,89	0,1	1	0,1	
2		Радіально-свердлильна	1,78	16		16	
		Вертикально-свердлильна		0,0		0,0	
		Вертикально-свердлильна		91		91	
		Різенарізна		0,6		0,6	
		Різенарізна		3		3	
		Різенарізна		0,1		0,1	
		Різенарізна		43		43	
		Різенарізна		0,4		0,4	
		Різенарізна		89		89	
		Різенарізна		0,1		0,1	
		Різенарізна		48		48	

Коефіцієнт закріплення операцій визначається за формулою:

$$K_{30} = \frac{K_0}{K_{p.m.}}, \quad (2.6)$$

де K_{30} – загальна кількість операцій, закріплених за робочими місцями;

$K_{p.m.}$ – загальна кількість робочих місць.

Визначаємо K_o за формулою:

$$K_o = \sum_{i=1}^r O_i, \quad (2.7)$$

де r – кількість операцій технологічного процесу $r = 12$.

Тоді, $K_o = 58$ операцій.

Розраховуємо K_{pm} за формулою:

$$K_{pm} = \sum_{i=1}^r C_{p,i}, \quad (2.8)$$

$$K_{pm} = 5.112$$

Знаходимо коефіцієнт закріплення операцій:

$$K_{zo} = \frac{58}{5.112} = 11,35 = 11,35$$

Виробництво середньосерійне.

Попередньо виконуємо перевірку можливості використання потокової лінії при застосуванні потокової форми організації виробництва, тобто перевіримо можливість завантаження обладнання потокової лінії не менше, ніж на 60%.

Величина добової програми випуску деталей визначається за формулою:

$$N_o = \frac{N}{D}, \quad (2.9)$$

де D – річна кількість робочих днів, $D = 254$ дні

$$N_o = \frac{15000}{254} = 59,1$$

Добова продуктивність однономенклатурної потокової лінії визначається за формулою:

$$Q_o = \frac{r \cdot F_o \cdot \eta_{3,л}}{\sum_{i=1}^r T_{штi}}, \quad (2.10)$$

де F_o – добовий фонд часу роботи обладнання, $F_o = 952$;

$\eta_{3,л}$ – коефіцієнт завантаження потокової лінії, $\eta_{3,л} = 0,6$

$$Q_{\partial} = \frac{12 \cdot 952 \cdot 00,6}{63,6} = 107,76$$

Так як $Q_{\partial} > N_{\partial}$, то використовувати потокову лінію недоцільно.

Попереднє визначення розміру партії деталей розраховуємо, як:

$$n_1 = \frac{N \cdot a}{D}, \quad (2.11)$$

де a – періодичність запуску в днях, $a = 3$

$$n_1 = \frac{15000 \cdot 3}{254} = 177.2 = 178 \text{ дет.}$$

Встановлюємо кількість змін, необхідних для обробки порції деталей

$$C = \frac{\left(\sum_{i=1}^r T_{\text{шт}i} \right) \cdot n_1}{0.5 \cdot r \cdot F_o \cdot \eta_{\text{н1}}}, \quad (2.12)$$

де $\eta_{\text{н1}}$ – нормативний коефіцієнт завантаження устаткування в серійному виробництві $\eta_{\text{н1}} = 0,8$

$$C = \frac{63,65 \cdot 178}{0,5 \cdot 12 \cdot 952 \cdot 0,8} = 2.47$$

Заокругливши отримане значення C до цілого числа, встановлюємо остаточно кількість змін $C_{\text{пр}}$, необхідних для виготовлення партії деталей, $C_{\text{пр}} = 3$ зміни.

Розмір партії деталей встановлюють за формулою:

$$n_{np} = \frac{0,5 \cdot F_0 \cdot \eta_{н1} \cdot r \cdot C_{пр}}{\sum_{i=1}^r T_{шт}}, \quad (2.13)$$

$$n_{np} = \frac{0,5 \cdot 952 \cdot 0,8 \cdot 12 \cdot 3}{63,65} = 216 \text{ дет.}$$

Кількість змін, необхідних для виконання річної програми, складає:

$$z_p = \frac{N \cdot C_{пр}}{n_{пр}},$$

$$z_p = \frac{15000 \cdot 3}{216} = 208,33 = 209 \text{ змін}$$

Місячна кількість запусків партій заготовки встановлюється як:

$$K_{zn} = \frac{z_p}{12 \cdot C_{кр}}, \quad (2.14)$$

$$K_{zn} = \frac{209}{12 \cdot 3} = 5,8$$

Заокруглюючи одержане значення до більшого цілого числа – отримуємо кількість запусків з перебором $K_{zn} = 6$, а до меншого – з недобором $K_{zn} = 5$.

2.2 Відпрацювання деталі на технологічність

Аналіз складального креслення р креслення корпусу редуктора показує, що найбільш високі вимоги висуваються до поверхонь отворів діаметрів 90 мм і 125 мм, що призначено для встановлення в них підшипників. Отвори обробляються по сьомому квалітету точності.

До отвору діаметром $125^{+0,02}_{-0,02}$ мм висуваються такі вимоги: допуск округлості 0,01 мм, допуск профілю повздовжнього січення поверхні Л 0,01 мм, допуск перпендикулярності бічної поверхні корпусу редуктора до осі отвору 0,06 мм, шорсткість $R_a = 0,4$ мкм.

Вимоги до отвору діаметром $90^{+0,017}_{-0,017}$ мм: допуск округлості 0,009 мм, допуск профілю повздовжнього січення поверхні Н 0,009 мм, допуск паралельності поверхні Л 0,04 мм, шорсткість $R_a = 0,4$ мкм.

Що стосується додаткових показників, наприклад, коефіцієнтів точності та шорсткості деталі, то вони можуть бути розраховані для конструкції деталі на підставі даних, приведених в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Дані для розрахунку показників технологічності

№ п/п	Конструктивний елемент деталі	Кількість однотипних елементів	Кількість уніфікованих поверхонь	Ква-літет	Шорсткість, мкм
1	Поверхня 1	1	—	14	12,5
2	Отвір Ø14	3	3	12	12,5
3	Отвір Ø24	3	3	12	12,5
4	Поверхня 2	2	—	13	6,3
5	Поверхня 3	1	—	14	12,5
6	Отвір Ø90	2	2	7	0,4
7	Отвір Ø125	2	2	7	0,4
8	Отвір М8	26	26	7	6,3
9	Отвір М12	4	4	7	6,3
10	Отвір М10	4	4	7	6,3
11	Отвір КГ1/4"	2	2	7	6,3
12	Отвір КГ3/4"	1	1	7	6,3
	Узагальнено	51	47		

До бічних поверхонь редуктора встановлено допуск на паралельність 0,06 мм, шорсткість $R_a = 6,3$ мкм.

Показники працемісткості і собівартості деталі можуть бути визначені лише після розробки нормування технологічного процесу.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів деталі:

$$K_{ye} = \frac{Q_{y.e}}{Q_e}, \quad (2.15)$$

де Q_e – число типорозмірів конструктивних елементів;

$Q_{y.e}$ – число уніфікованих типорозмірів конструктивних елементів.

$$Q_e = 51, Q_{y.e} = 47$$

$$K_{ye} = \frac{47}{51} = 0.92$$

Коефіцієнт точності обробки визначаємо за формулою:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_m}$$

де A_m – середній квалітет обробки

$$A_m = \frac{n_1 + n_2 \cdot 2 + n_3 \cdot 3 + \dots + n_{19} \cdot 19}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{19}}$$

$$A_m = \frac{7 \cdot 41 + 12 \cdot 6 + 13 \cdot 2 + 14 \cdot 2}{51} = 8,898$$

Тоді:

$$K_T = 1 - \frac{1}{8,898} = 0,887$$

Коефіцієнт шорсткості поверхні деталі визначаємо:

$$K_{III} = 1 - \frac{1}{B_T}$$

де B_T – середня шорсткість поверхонь.

$$B_T = \frac{0,01 \cdot n_{0.01} + 0,002 \cdot n_{0.02} + \dots + 80 \cdot n_{80}}{n_{0.01} + n_{0.002} + \dots + n_{80}}$$

$$B_T = \frac{0,4 \cdot 4 + 6,3 \cdot 39 + 12,5 \cdot 8}{51} = 7,24$$

Тоді:

$$K_{III} = 1 - \frac{1}{7,24} = 0,863$$

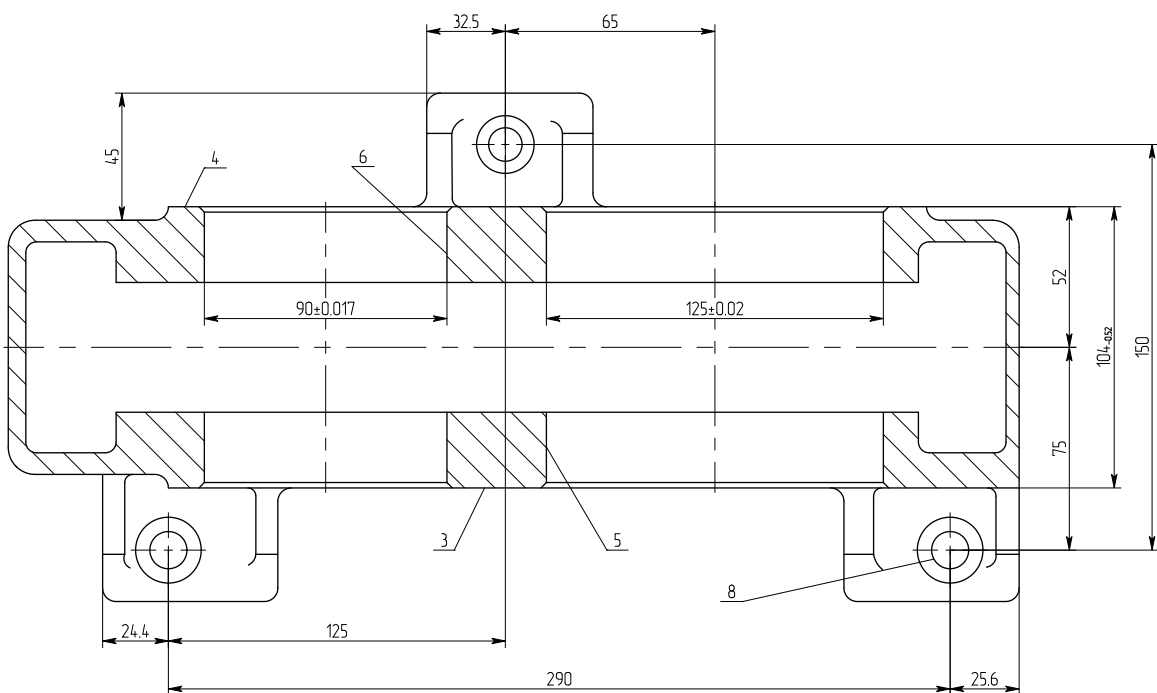
Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{B.M} = \frac{m}{M},$$

де m – маса деталі, $m = 16,8$ кг;

M – маса заготовки, $M = 19,2$ кг

$$K_{B.M} = \frac{16,8}{19,2} = 0,875$$

[illegible]

2.3 Вибір методів отримання заготовки

В якості матеріалу заготовки використовують чавун СЧ18. Заготовку одержують литтям. Проведемо розрахунок вартості заготовки, отриманої литтям в піщані форми, і заготовки, отриманої литтям в кокіль.

Розрахунок проводимо за формулою:

$$C_{B.} = 0,001 \cdot (C_{Б.В.} \cdot C_B \cdot k_{TB} \cdot k_{CB} \cdot k_{MB} \cdot k_{ПМВ} \cdot k_{СТ} - (G_B - G_D) \cdot C_{BX}), \quad (2.16)$$

де $C_{Б.В.}, C_B$ — ціна виливка та базова ціна однієї тони виливків, виготовлених з базового матеріалу, $C_{Б.В.} = 290000$ грн;

$k_{TB}, k_{CB}, k_{MB}, k_{ПМВ}, k_{СТ}$ — коефіцієнти відповідно точності розмірів, конструктивної та технологічної складності виливка, марки матеріалу, програми річного замовлення та маси виливка і відносного потоншення основних стінок виливка порівняно з базовою товщиною.

C_{BX} — ціна відходів; $C_{BX} = 14400$ грн;

G_B, G_D — маса відповідно виливка і деталі;

$G_D = 16,8$ кг; $G_B = 19,5$ кг,

Проводимо розрахунок ціни виливка отриманого литтям:

— в піщані форми:

$$C_{B.нф} = 0,001 \cdot (290000 \cdot 19,5 \cdot 0,44 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,27 - (19,5 - 16,8) \cdot 14400) = 42773910 \text{ грн.}$$

— в кокіль:

$$C_{BK.} = 0,001 \cdot (290000 \cdot 18,5 \cdot 0,68 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1,34 - (18,5 - 16,8) \cdot 14400) = 66171902 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E = (C_{BK.} - C_{B.нф}) \cdot N$$

$$E = (66171902 - 42773910) \cdot 15000 = 350\,969\,890\,320 \text{ грн.}$$

Отже, заготовка отримується литтям в піщані форми із застосуванням оболонкових стержнів. Форми для лиття заготовки виготовляють в двох опоках

за рознімними моделями. Використовується машинне формування, тому моделі виготовляють металевими.

2.4 Вибір методів обробки поверхонь

Технологічні методи обробки вибираються за умови забезпечення уточнення заготовки до відхилень, заданих допусками на готову деталь. Порядок розрахунків розглянемо при встановленні методів обробок для отвору діаметром $90^{+0,017}_{-0,017}$ мм, який обробляється по сьомому квалітету точності.

Встановлюємо, що допуск заготовки на цю поверхню складає $T_z = 2,2$ мм, що відповідає 16 квалітету.

Визначаємо розрахункове уточнення:

$$E_p = \frac{T_z}{T_d}, \quad (2.17)$$

де T_z , T_d – відповідно допуски на означену характеристику точності партії заготовок і деталей, $T_d = 34$ мкм

$$E_p = \frac{2,2}{0,034} = 62,7 = 62,7$$

Встановлюємо кінцеві методи обробки, що забезпечують одержання допуску деталі $T_d = 34$ мкм та шорсткість $R_a = 34$ мкм. Це може бути: точне розвертання, тонке розточування, чистове шліфування, розкатування, калібрування, алмазне виглажування. В нашому випадку використаємо точне розвертання.

Встановлюємо необхідну кількість методів обробки за формулою:

$$m = \frac{\lg E_p}{0,46}, \quad (2.18)$$

$$m = \frac{\lg 62,7}{0,46} = 3,9 = 3,9$$

Отже, потрібно чотири методи обробки. Як попередні методи обробки, ,
призначаємо розточування: чорнове, напівчистове, чистове.

Встановлюємо для кожного методу обробки середньо-економічний
квалітет і допуск:

1. Розточування чорнове – 13 квалітет, $T_1 = 0,54$ мм
2. Розточування напівчистове – 11 квалітет, $T_2 = 0,22$ мм
3. Розточування чистове – 9 квалітет, $T_3 = 0,087$ мм
4. Розвертання точне – 7 квалітет, $T_4 = 0,034$ мм.

Визначаємо уточнення для кожного методу обробки по формулі:

$$E_i = \frac{T_{i-1}}{T_i}, \quad (2.19)$$

де T_{i-1} , T_i – допуски, що забезпечуються відповідно попереднім і даним
методом обробки.

Отже:

— розточування чорнове

$$E_1 = \frac{2,2}{0,54} = 4,07 ;$$

— розточування напівчистове

$$E_2 = \frac{0,54}{0,22} = 2,45;$$

— розточування чистове

$$E_3 = \frac{0,22}{0,087} = 2,53 ;$$

— розвертання точне

$$E_4 = \frac{0,087}{0,034} = 2,56$$

Визначаємо загальне уточнення всіх методів обробок E_n по формулі:

$$E_n = E_1 \cdot E_2 \cdot E_3 \cdot E_4 \dots E_m = \prod_{i=1}^m E_i$$

$$E_n = 4,07 \cdot 2,45 \cdot 2,53 \cdot 2,56 = 64,58$$

Враховуючи те, що виконується нерівність $62,7 < 64,58$ ($E_p < E_n$), приходимо до висновку, що необхідна кількість методів обробок поверхні деталі визначена правильно.

Вибір технологічних методів обробки для інших поверхонь зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Вибір методів обробки

№ п/ п	Назва поверхні і методи обробки	Ква літет	Допуск, мм		Уточнення		Кіль – кість методів обробк и
			Позна чення	Вели чина	Формула	Значення	
1.	Отвір Ø125	7	T _д	0,04	E _р = T _з /T _д	62,5	4
	Заготовка	16	T _з	2,5			
	Розточування:						
	- чорнове	13	T ₁	0,63	E ₁ = T _з /T ₁	3,97	
	- напівчистове	11	T ₂	0,25	E ₂ = T ₁ /T ₂	2,52	
	- чистове	9	T ₃	0,1	E ₃ = T ₂ /T ₃	2,5	
Розверчування точне	7	T ₄	0,04	E ₄ = T ₃ /T ₄	2,5		
					E _п = ∏ _{i=1} ⁴ E _i	62,53	
2.	Поверхня 1	14	T _д	1,15	E ₁ = T _з /T ₁	2,52	1
	Заготовка	16	T _з	2,9			
	Фрезерування чорнове	16	T ₁	1,15	E _р = T _з /T _д	2,52	
3.	Поверхня 2	13	T _д	0,54	E _р = T _з /T _д	4,1	2
	Заготовка	16	T _з	2,2			
	Фрезерування						
	- чорнове	14	T ₁	0,87	E ₁ = T _з /T ₁	2,52	
	- чистове	13	T ₂	0,54	E ₂ = T ₁ /T ₂	1,61	
						E _п = ∏ _{i=1} ² E _i	4,12

4.	Отвір Ø13	7	T_d	0,018	$E_p = T_3 / T_d$	10	2
	Заготовка	12	T_3	0,18			
	Зенкерування						
	- чистове	9	T_1	0,043	$E_1 = T_3 / T_1$	4,186	
	Розвертання				$E_2 = T_1 / T_2$	2,389	
	точне	7	T_2	0,018	$E_n = \prod_{i=1}^2 E_i$	10,001	

2.5 Розрахунок і вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз є дуже відповідальним моментом в розробці технологічного процесу виготовлення деталі, тому що від цього вибору багато залежать точність та економічність виготовлення.

Найчастіше положення більшості поверхонь задається відносно основних баз деталі. Тому в якості технологічної бази вибираємо основну базу деталі, намагаючись зберегти принцип єдності баз в технологічному процесі. В нашому випадку для більшості операцій технологічного процесу базування буде відбуватися по площині і двох отворах з насадкою на пальці.

Необхідно вирішити наступну задачу: як базувати деталь на першій операції, щоб обробити її поверхню, що буде технологічними базами для наступних операцій.

При обробці корпусу потрібно забезпечити рівномірність припуску в отворах діаметром $90^{+0,017}_{-0,017}$ мм і $125^{+0,02}_{-0,02}$ мм. Нерівномірність припуску виявляється на операції розточування отворів.

При вибраній схемі базування деталі (рис.2.2а) на операції розточування нерівномірність припуску проявиться як відносне зміщення осі отвору в заготовці і осі обертання борштанги з різцем. Таке зміщення може бути представлено замикаючою ланкою A_Δ розмірного ланцюга A , складовими ланками якого будуть: A_2 – відстань між віссю обробленого отвору і тією ж базуючою поверхнею деталі; A_1 – відстань між віссю отвору в заготовці і установочною технологічною базою.

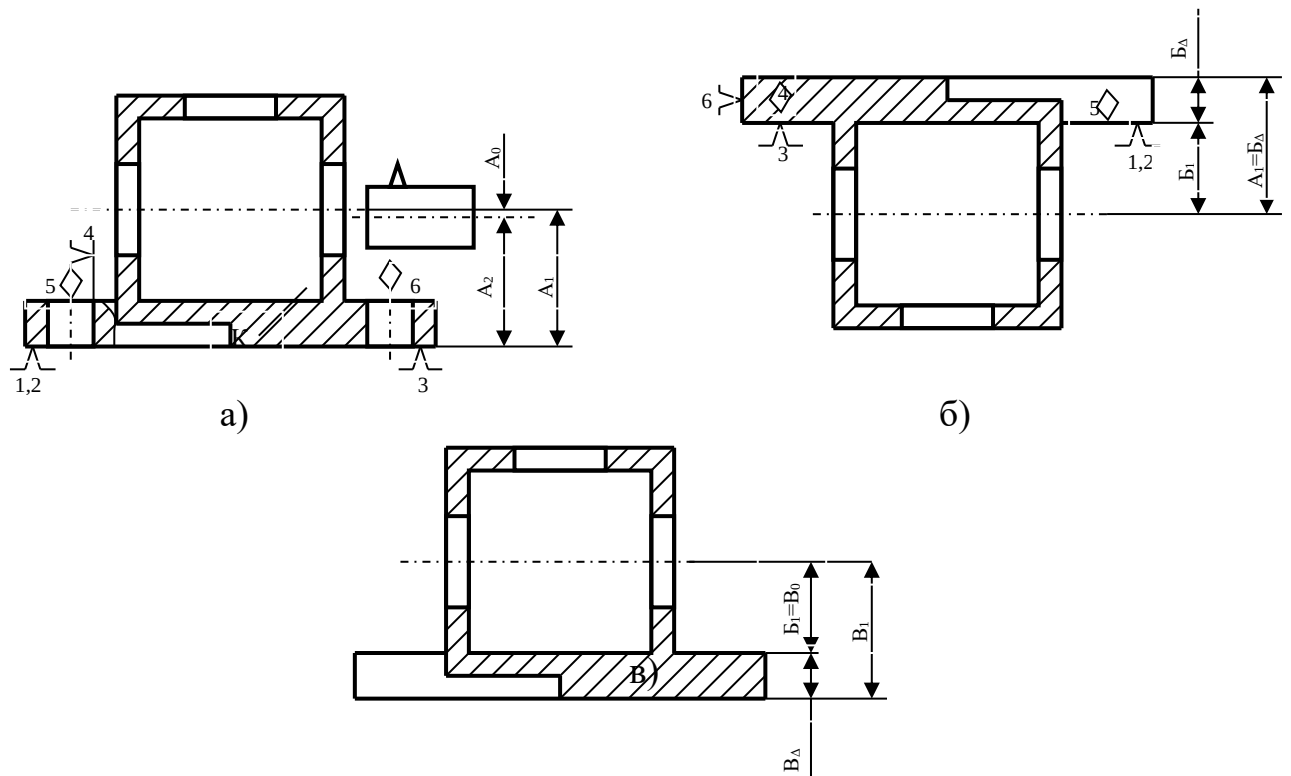


Рис. 2.2 – Схеми базування деталі:

а) схема базування на більшість операцій;

б) варіант базування на першій операції;

в) заготовка

Відстань A_1 встановиться при обробці поверхні К, виконаній на першій технологічній операції. Розглянемо два варіанти базування деталі при обробці поверхні К.

При першому варіанті (рис.2.2б) A_1 буде отримуватися як замикаюча ланка B_Δ ланцюга Б. Де B_2 – це витримуваний розмір при обробці деталі на налагодженому верстаті, а B_1 – розмір, що належить заготовці.

Розміри заготовки проставлені і витримані в процесі її виготовлення, так як показано на рис.2.2в, і ланка B_1 – розмір, що належить заготовці, сама являється замикаючою ланкою B_Δ розмірного ланцюга В і його похибка ωB_1 буде рівна похибці ωB_Δ , що являє суму похибок складових ланок B_1 і B_2 .

$$\omega B_1 = \omega B_\Delta = \omega B_1 + \omega B_2$$

У відповідності з виявленою схемою утворення похибки ωA_Δ в першому варіанті базування деталі на першій операції :

$$\omega A_\Delta = \omega A_1 + \omega A_2 = \omega B_1 + \omega B_2 + \omega A_2$$

Підставивши дані рівняння отримаємо:

$$\omega A_{\Delta} = \omega A_2 + \omega B_2 + \omega B_1 + \omega B_2$$

Тоді, $\omega A_2 = 0,1$ мм; $\omega B_2 = 0,3$ мм; $\omega B_1 = 2,5$ мм; $\omega B_2 = 1,3$ мм;

$$\omega A_{\Delta} = 0,1 + 0,3 + 2,5 + 1,3 = 4,2 \text{ мм}$$

В другому варіанті може бути вибрана схема базування деталі на першій операції, яка показана на рис.2.2. Отвір Ø125 мм використано в якості подвійної направляючої технологічної бази, для утворення опорних баз взяли отвір Ø90 мм і бокову поверхню лап.

В цьому випадку відстань A_1 буде отримано як замикаюча ланка Γ_{Δ} в розмірному ланцюзі системи ВПД, на яку буде виконуватися перша операція. $\omega \Gamma_{\Delta} = 0,5$.

$$\omega A_{\Delta} = \omega A_2 + \omega \Gamma_{\Delta}$$

$$\omega A_{\Delta} = 0,1 + 0,5 = 0,6 \text{ мм}$$

Так, як другий варіант дає більш короткий шлях досягнення точності A_{Δ} і повністю виключає вплив похибки заготовки, то його можна рахувати більш вдалим рішенням поставленої задачі – забезпечити рівномірний припуск при розточуванні.

На другій операції проводимо свердління отворів під установочні пальці. В процесі їх виготовлення забезпечується симетричність отворів 5,6 відносно зовнішніх поверхонь в горизонтальній площині.

На рис.2.3а видно, що несиметричність A_{Δ} виявляється на операції розточування і через складову ланку A_1 буде залежати від прийнятої схеми базування на другій операції. На рис. 2.3 приведені два варіанти базування, які відрізняються тільки тим, що в першому варіанті опорна база (точка 6) на боковій поверхні корпусу, а в другому – в якості опорної бази прийнята поверхня отвору 5. Скрита опорна база в другому варіанті може бути створена за допомогою зрізаного пальця.

Згідно рис.2.3 похибка замикаючої ланки A_{Δ} буде рівна:

$$\omega A_{\Delta} = \omega A_1 + \omega A_2$$

Згідно першого варіанту базування, ланка A_1 рівна замикаючій ланці B_Δ ланцюга Б. Де B_Δ визначається як :

$$\omega A_1 = \omega B_\Delta = \omega B_1 + \omega B_2$$

Підставивши формулу формули дістанемо:

$$\omega A_\Delta = \omega B_1 + \omega B_2 + \omega A_2$$

де B_1 – витримуваний розмір, $\omega B_1 = 0,4$ мм;

B_2 – розмір, що належить заготовці $\omega B_2 = 2,2$ мм;

A_2 – відстань між віссю оброблюваного отвору і віссю установочного отвору $\omega A_2 = 0,3$ мм.

Тоді:

$$\omega A_\Delta = 0,4 + 2,2 + 0,3 = 2,9 \text{ мм/}$$

В другому варіанті відстань A_1 буде отримано як замикаючу ланку B_Δ в розмірному ланцюзі системи. $\omega B_\Delta = 0,5$.

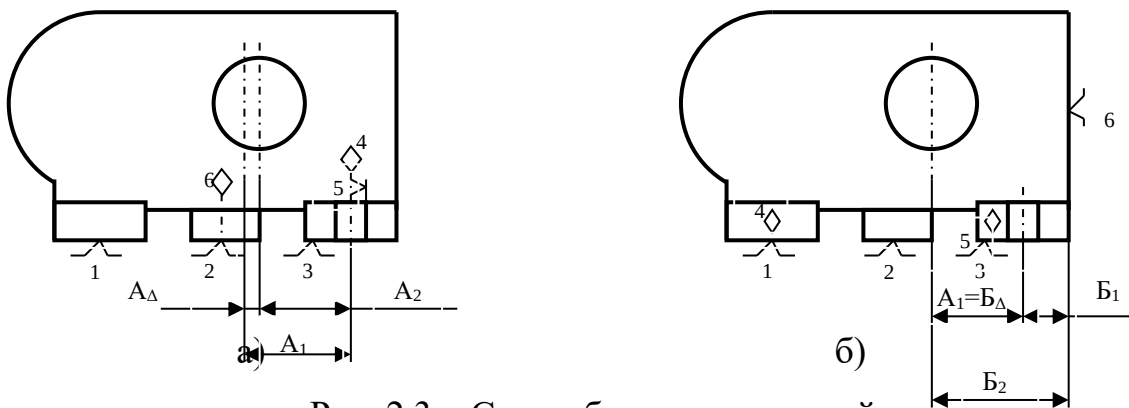


Рис. 2.3 – Схеми базування деталей:

а) базування на більшість операцій;

б) варіант базування на другу операцію.

Звідси:

$$\omega A_\Delta = \omega B_\Delta + \omega A_2;$$

$$\omega A_\Delta = 0,5 + 0,3 = 0,8 \text{ мм.}$$

Як показали розрахунки, кращим є другий варіант базування. Проте, взявши до уваги те, що пристрій, який необхідний для встановлення деталі по другому варіанті є складним, приймаємо базування деталі на другій операції по першому варіанті.

Оптимальний варіант технологічного процесу

005 Горизонтально-фрезерна

1. Фрезерувати поверхню 1 начорно

Верстат 6P83, $C_T = 26,66$ коп

010 Радіально-свердлильна

1. Свердлити 2 отвори $\varnothing 13,5$ мм і отвір $\varnothing 14$ мм
2. Зенкерувати 2 отвори $\varnothing 13,9$ мм
2. Розвернути 2 отвори $\varnothing 14H7$
3. Повернути деталь на 180°
4. Цекувати 3 отвори $\varnothing 24$ мм

Верстат 2P53, $C_T = 15,1$ коп

015 Карусельно-фрезерна

1. Фрезерувати поверхні 2, 3, 4 послідовно

Верстат 6M23, $C_T = 135,67$ коп

020 Горизонтально-розточна

1. Розточити отвір 5, точити фаску $1,6 \times 45^\circ$ начорно
2. Повернути стіл на 180°
3. Розточити отвір 5, точити фаску $1,6 \times 45^\circ$ начорно
4. Розточити отвір 5 напівчисто, чисто в лінію
5. Розвернути отвір 5 точно
6. Розточити отвір 6, точити фаску $1,6 \times 45^\circ$ начорно
7. Повернути стіл на 180°
8. Розточити отвір 6, точити фаску $1,6 \times 45^\circ$ начорно
9. Розточити отвір 6 напівчисто, чисто в лінію

10. Розвернути отвір 6 точно

Верстат 2620Г, $C_T = 409,6$ коп

025 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити 6 отворів Ø6,8 мм одночасно
2. Повернути деталь на 180°
3. Свердлити 6 отворів Ø6,8 мм одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 1,31$ коп, 6-шпіндельна головка

030 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити 4 отвори Ø6,8 мм одночасно
2. Повернути деталь на 180°
3. Свердлити 4 отвори Ø6,8 мм одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 1,31$ коп, 4-шпіндельна головка

035 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити 6 отворів Ø6,8 мм одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 1,31$ коп, 6-шпіндельна головка

040 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити 4 отвори Ø10,2 мм одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 1,22$ коп, 4-шпіндельна головка

045 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити 4 отвори Ø8,5 мм одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 1,01$ коп, 4-шпіндельна головка

050 Вертикально-свердлильна

1. Нарізати різь М8 в 6 отворах одночасно
2. Повернути деталь на 180°
3. Нарізати різь М8 в 6 отворах одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 0,93$ коп, 6-шпіндельна головка

055 Вертикально-свердлильна

1. Нарізати різь М8 в 4 отворах одночасно
2. Повернути деталь на 180°
3. Нарізати різь М8 в 4 отворах одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 0,93$ коп, 4-шпіндельна головка

060 Вертикально-свердлильна

1. Нарізати різь М8 в 6 отворах одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 0,47$ коп, 6-шпіндельна головка

065 Вертикально-свердлильна

1. Нарізати різь М12 в 4 отворах одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 0,862$ коп, 4-шпіндельна головка

070 Вертикально-свердлильна

1. Нарізати різь М10 в 4 отворах одночасно

Верстат 2Н135, $C_T = 0,72$ коп, 4-шпіндельна головка

075 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити отвір $\varnothing 23,25$ мм
2. Розвернути отвір на конус
3. Нарізати різь КГ3/4"

Верстат 2Н135, $C_T = 1,5$ коп

080 Вертикально-свердлильна

1. Свердлити отвір $\varnothing 11,1$ мм
2. Нарізати різь КГ1/4"
3. Повернути деталь на 90°
4. Свердлити отвір $\varnothing 11,1$ мм
5. Нарізати різь КГ1/4"

Верстат 2Н135, $C_T = 6,5$ коп

2.6.1 Визначення допусків, припусків і операційних розмірів

Визначення припусків на механічну обробку заготовки виконується табличним або розрахунковим способом.

Проведемо визначення припусків і проміжних значень граничних розмірів для отвору $\varnothing 90^{+0,017}_{-0,017}$ мм розрахунковим способом. Технологічний маршрут обробки отвору складається з розточування чорнового, напівчистового, чистового і розвертання точного. Заготовка базується на даній операції на площині основи 1 і двох отворах $\varnothing 14$ мм.

Розрахунок припусків ведемо шляхом складання таблиці, в яку послідовно записуємо технологічний маршрут обробки отвору і всі значення елементів припуску.

Сумарне значення R_z і h , що характеризує якість поверхні литих заготовок, складає 400 мкм табл.6 [10]. Після першого технологічного переходу величина h для деталей з чавуну виключається із розрахунків.

Сумарне значення просторових відхилень для заготовки визначаємо по формулі:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{зм}}^2}$$

Величину короблення отвору слід враховувати, як в діаметральному, так і в осьовому його січенні:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_k d)^2 + (\Delta_k \ell)^2}$$

де Δ_k – питома кривизна заготовки на 1 мм, $\Delta_k = 0,7$ мкм;

d, ℓ – відповідно діаметр отвору $d = 90$ мм і довжина отвору $\ell = 104$ мм.

Тоді:

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(0,7 \cdot 90)^2 + (0,7 \cdot 104)^2} = 96,27 \text{ мкм}$$

Враховуючи, що сумарне зміщення отвору у виливці відносно зовнішньої її поверхні представляє собою геометричну суму в двох взаємно перпендикулярних площинах, отримуємо:

$$\rho_{зм} = \sqrt{\left(\frac{\delta_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{2}\right)^2},$$

де δ_1, δ_2 – допуски на розміри відповідно 130 м – $\delta_1 = 2,2$ м і 269,4 мм – $\delta_2 = 2,4$ мм, що відповідають виливці. Тоді:

$$\rho_{зм} = \sqrt{\left(\frac{2200}{2}\right)^2 + \left(\frac{2400}{2}\right)^2} = 1627,9 \text{ мкм}$$

Таким чином, сумарне значення просторового відхилення заготовки складає:

$$\rho_3 = \sqrt{96,27^2 + 1627,9^2} = 1630,744 \text{ мкм}$$

Величина залишкового просторового відхилення після попередньої обробки визначається за формулою:

$$\rho_{зм} = k_y \cdot \rho_3$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми;

$k_y = 0,05$ – після чорнового розточування; $k_y = 0,04$ – після напівчистового розточування; $k_y = 0,005$ – після чистового розточування.

Похибка установки при чорновому розточуванні визначається за формулою:

$$E_y = \sqrt{E_\delta^2 + E_3^2}$$

де E_δ – похибка базування;

E_3 – похибка закріплення.

Похибка базування в даному випадку виникає за рахунок переносу заготовки в горизонтальній площині при установці її на пальці пристрою. Перекіс при цьому відбувається через зазор між найбільшим діаметром установочних отворів і найменшим діаметром пальців.

Найбільший зазор між отворами і пальцями визначається за формулою:

$$S_{\max} = \delta_A + \delta_B + S_{\min},$$

де δ_A – допуск на отвір: $\delta_A = 0,018$ мм;

δ_B – допуск на діаметр пальця: $\delta_B = 0,077$;

$S_{\min}$ – мінімальний зазор між діаметром штиря і отвором: $S_{\min} = 0,28$ мм.

Тоді:

$$S_{\max} = 0,018 + 0,077 + 0,28 = 0,375 \text{ мм}$$

Тоді найбільший кут повороту заготовки рівний

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max}}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}},$$

де L_1, L_2 – відстані між базовими отворами: $L_1 = 125$ мм, $L_2 = 150$ мм.

Тоді:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,375}{\sqrt{125^2 + 150^2}} = 0,0019$$

Похибка базування на довжині оброблюваного отвору в цьому випадку буде рівна:

$$E_\delta = l \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

де l - довжина отвору $l = 104$ мм

$$E_\delta = 104 \cdot 0,0019 = 197,6 \text{ мкм}$$

Похибку закріплення заготовки E_3 приймаємо рівною 190 мкм. Тоді похибка установки при чорновому розточуванні:

$$E_1 = \sqrt{190^2 + 197,6^2} = 274,13 \text{ мкм}$$

Залишкові похибки установки знаходимо, помноживши E_1 на коефіцієнт уточнення форми k_y . Знайдені значення заносимо в таблицю.

Розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись формулою

$$2Z_{\min 1} = \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2} \right)$$

Мінімальний припуск під чорнове розточування:

$$2Z_{\min 1} = 2 \left(400 + \sqrt{1630,7^2 + 274,13^2} \right) = 2 \cdot 2053,58$$

Результати розрахунку мінімального припуску для інших переходів зводимо в таблицю.

Графа таблиці “Розрахунковий розмір d_p ” заповнюється, починаючи з кінцевого креслярського розміру, послідовно, віднімаючи розрахунковий мінімальний припуск кожного технологічного переходу. Результати розрахунку зводимо в таблицю.

Мінімальні граничні значення припусків $Z_{\min}^{\text{пр}}$ дорівнюють різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення $Z_{\max}^{\text{пр}}$ – відповідно різниці найменших граничних розмірів. Результати розрахунку $Z_{\min}^{\text{пр}}$ і $Z_{\max}^{\text{пр}}$ зводимо в таблицю 2.5.

На основі даних розрахунків будуємо схему графічного розміщення припусків і допусків по обробці отвору $\varnothing 90^{+0,017}_{-0,017}$ рис. 2.4.

Загальний припуск $z_{0 \min}$ і $z_{0 \max}$ визначаємо, сумуючи проміжні припуски:

$$2 z_{0 \min} = 0,02654 + 0,19628 + 0,26536 + 4,10716 = 4,5953 \text{ мм}$$

$$2 z_{0 \max} = 0,07954 + 0,32928 + 0,58536 + 5,76718 = 6,76134 \text{ мм}$$

Загальний номінальний припуск

$$z_{0 \text{ном}} = z_{0 \min} + B_z - B_d$$

,

де B_z, B_d – допуск відповідно на заготовку $B_z = 1,1$ мм і на деталь

$$B_d = 0,034 \text{ мм.}$$

$$z_{0 \text{ном}} = 4,5953 + 1,1 - 0,034 = 5,6613$$

$$d_{\text{зном}} = d_{\text{дно}} - z_{\text{онно}}$$

$$d_{\text{зном}} = 90 - 5,6613 = 84,3387 \text{ мм,}$$

де $d_{\text{зном}}$ – номінальний діаметр заготовки.

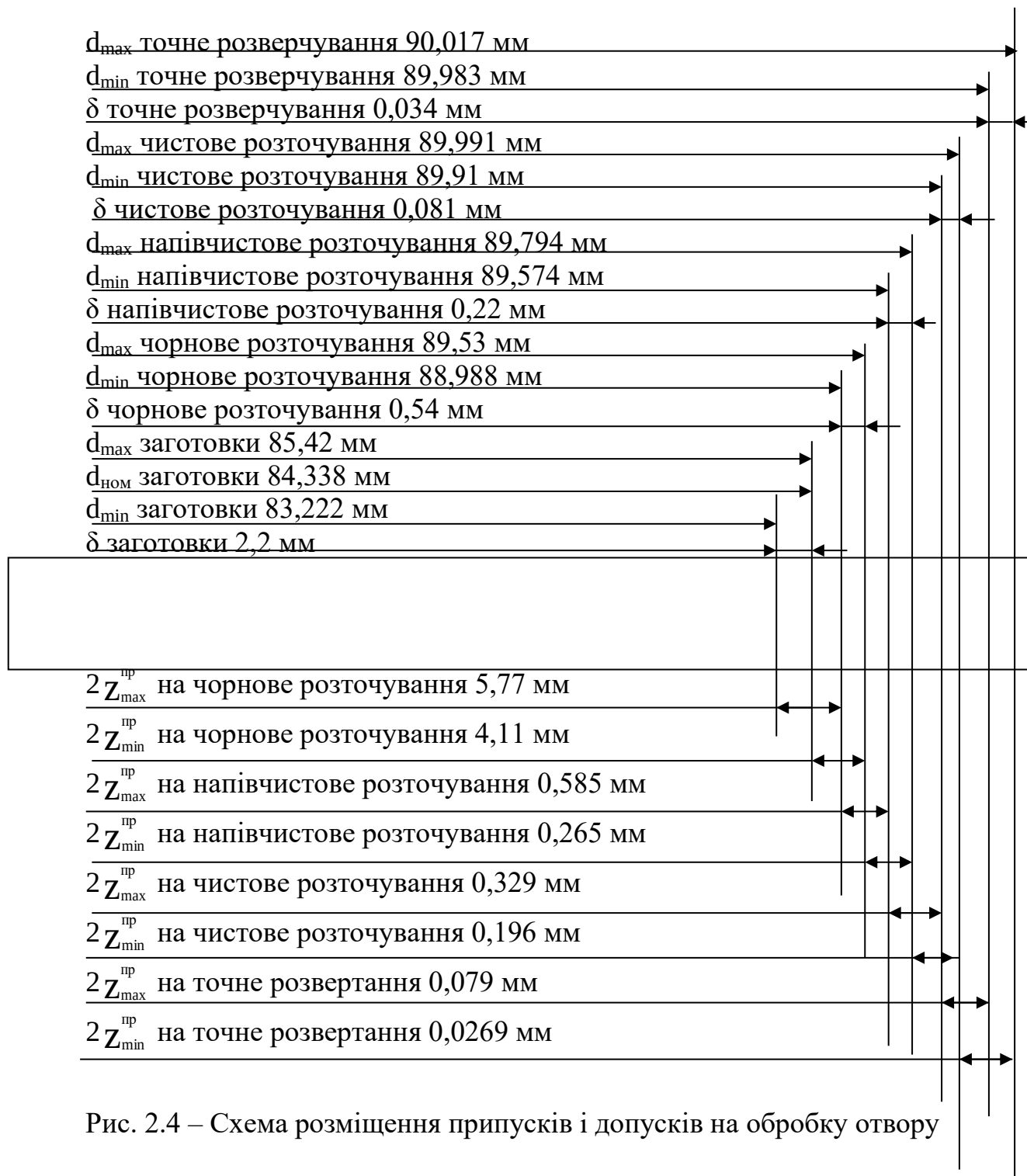


Рис. 2.4 – Схема розміщення припусків і допусків на обробку отвору

Ø90^{+0,017}_{-0,017} мм

Проводимо перевірку правильності виконаних розрахунків, використовуючи формулу:

$$z_{\max i}^{\text{np}} - z_{\min i}^{\text{np}} = \delta_{i-1} - \delta_i$$

Перевіримо розрахунки точного розвертання

$$0,079 - 0,0265 = 0,87 - 0,034$$

$$0,53 = 0,53$$

На інші оброблювані поверхні корпусу редуктора зводимо в таблицю 2.6.

При цьому допуски вибираємо по дев'ятому класу точності, а припуски – по третьому ряді.

Таблиця 2.6 – Припуски і допуски на оброблювані поверхні корпусу редуктора

Поверхня	Розмір	Допуск	Припуск
1,3	235	$\pm 2,8$	$2 \cdot 3,6$
2,4	104	$\pm 2,4$	$2 \cdot 3,6$
5	$\varnothing 125$	$\pm 2,4$	$2 \cdot 3,6$
6	$\varnothing 90$	$\pm 2,2$	$2 \cdot 3,2$

2.6.2 Розрахунок режимів різання, вибір обладнання та оснащення

Розглянемо застосування методики для розрахунку режимів різання при обробці поверхні 1.

Характер обробки – чорнове фрезерування.

Металорізальний інструмент: торцева фреза із вставними ножами, оснащеними пластинами із твердого сплаву ВК8.

Глибина різання $t = 3,6$ мм.

Подачу приймаємо $S_t = 0,2$ мм.

Швидкість різання визначається по формулі:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (2.20)$$

де $C_v = 445$;

$q = 0,2$;

$x = 0,15$;

$y = 0,35$;

$$u = 0,2;$$

$$p = 0;$$

$$m = 0,32$$

B – ширина фрезерування, $B = 184$ мм

K_v – загальний коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$$

$$\text{де } K_{mv} = 1;$$

$$K_{nv} = 0,8;$$

$$K_{iv} = 1,1.$$

Тоді:

$$V = \frac{445 \cdot 250^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 3,6^{0,15} \cdot 0,2^{0,25} \cdot 184^{0,2}} \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,1 = 118,36 \text{ м/хв}$$

Частота обертання фрези

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D_{\text{фр}}}, \quad (2.21)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118,36}{3,14 \cdot 250} = 150,7 \text{ хв}^{-1}$$

Сила різання (головна складова сили різання):

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

$$\text{де } C_p = 54,5;$$

$$x = 0,9;$$

$$y = 0,74;$$

$$n = 1;$$

$$q = 1;$$

$$w = 0,$$

$$K_{\text{мр}} = 1 \text{ табл.9[18]}:$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3,6^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 184^1 \cdot 14}{250^1} \cdot 1 = 4428,7 \text{ Н}$$

Ефективна потужність різання:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N_e = \frac{4428,7 \cdot 118,36}{1020 \cdot 60} = 8,2 \text{ кВт}$$

Потужність приводу верстату:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_e}{\eta}, \quad (2.22)$$

де η – коефіцієнт корисної дії двигуна $\eta = 0,75$

$$N_{\text{дв}} = \frac{8,2}{0,75} = 10,9 \text{ кВт}$$

Обробка ведеться на горизонтально-фрезерному верстаті 6Р83, $N=11$ кВт. Згідно технічних характеристик, частота обертання шпинделя в діапазоні 31,5 – 1600 хв^{-1} , повздовжня подача в діапазоні 85 – 1250 мм/хв . Число робочих подач столу, як і число швидкостей шпинделя 18. Користуючись цими даними, знаходимо ряд рівний 1,26. Тепер проводимо приведення частоти обертання шпинделя і подачі до верстату: $n_{\text{пр}} = 126 \text{ хв}^{-1}$; $S_{\text{м пр}} = 400 \text{ мм/хв}$.

2.7.4. Встановлення контрольних, допоміжних і транспортних операцій.

Встановлюємо контрольні операції.

Вхідний контроль заготовки полягає у наступних заходах:

- ✓ зовнішній огляд заготовок для встановлення дефектів матеріалу і механічних пошкоджень (на поверхні отворів 5, 6 , шлакові включення і раковини не допускаються, на поверхнях 1, 2, 3, 4 величина уступів не більше 0,6 мм, глибина і раковин не більше 0,2 мм). Проводимо зовнішній огляд всіх заготовок;
- ✓ контроль твердості матеріалу виливок, згідно ДСТУ1412-70 для сірого чавуну СЧ18 повинна становити 207-229 НВ. Проводимо контроль твердості матеріалу у 2÷3 заготовок в партії;
- ✓ контроль геометричних розмірів виливка: $\text{Ø}83,6 \pm 1,1 \text{ мм}$; $210,8 \pm 1,2 \text{ мм}$; $242,2 \pm 1,4 \text{ мм}$; $111,6 \pm 1,2 \text{ мм}$. Контроль проводимо у 2÷3 заготовок з партії.

Далі здійснюється операційний контроль. Розглянемо операційний контроль отвору $\varnothing 90^{+0,017}_{-0,017}$ мм. Гранично допустимі похибки вимірювання засобів для контролю параметрів поверхні отвору $\varnothing 90H7$ визначаємо по формулі

$$[\Delta] \geq A_{мет} \cdot T, \quad (2.71)$$

де $A_{мет}$ – коефіцієнт точності методу вимірювання, $A_{мет} = 0,3$; T – допуск контрольованого розміру, $T = 0,034$ мм. Тоді

$$[\Delta] = 0,3 \cdot 0,034 = 0,0102$$

Для контролю діаметру отвору $\varnothing 90H7$ вибираємо калібр двосторонню з вставками прохідною і непрохідною. Конструкція калібру Контроль шорсткості поверхні з параметром $R_a = 0,4$ мкм здійснюється шляхом порівняння шорсткості оброблених поверхонь з поверхнею стандартних шорсткості.

Контроль параметрів поверхні отвору $\varnothing 90H7$ буде здійснюватися на окремій контрольній операції. Контроль діаметру отвору проводиться у всіх деталей, час на контроль перекривається машинним часом. Контроль шорсткості поверхні вибірковий – 5% деталей від партії.

Вибір методів операційного контролю для інших поверхонь зводимо в таблицю.

Методи операційного контролю

№ операції	Розмір, що контролюється, мм	Засіб контролю	Періодичність контролю, %
005	130	Спеціальний пристрій	5
010	Ø14H7	Калібр-пробка двостороння	30
015	235	Штангенциркуль – -250-0,05	20
	104 _{-0,54}		
020	Ø90H7	Калібр-пробка двостороння	20
	Ø125H7		
050, 055,	M8	Калібр-пробка різьбова	
060		двостороння	5
065	M10	Калібр-пробка різьбова	
		двостороння	5
070	M12	Калібр-пробка різьбова	
		двостороння	5
075	КГ3/4"	Калібр-пробка різьбова	3
080	КГ1/4"	Калібр-пробка різьбова	3

Кінцевий контроль готових деталей здійснює кон на контрольній операції. Контролю підлягають:

- ✓ зовнішній вид (наявність всіх оброблених поверхонь, відсутність задирок, раковин, забоїн);
- ✓ шорсткість оброблених поверхонь шляхом порівняння зразками шорсткості;

Спеціальними пристроями перевіряють:

- ✓ допуск перпендикулярності осі отвору Ø125 до поверхні 3
0,06 мм;
- ✓ допуск співвісності отворів Ø90 мм і Ø125 мм – 0,1 мм;
- ✓ допуск паралельності поверхонь 2,3 – 0,06 мм;
- ✓ допуск паралельності твірних поверхонь отворів Ø90 і Ø 125 – 0,04
мм.

Періодичність контролю спеціальними пристроями – 5% деталей з партії.

Встановлюємо транспортні операції.

Завіз заготовок на склад цеху здійснюється за допомогою автотранспорту. Зі складу на ділянку заготовки перевозяться електрокаром вантажопідйомністю 3,2 т. Партія запуску 216 деталей, тому підвіз партії відбувається за три рази. Заготовки між робочими місцями будуть переміщатися в спеціальній тарі за допомогою кран-балки. На ділянці повинен бути міжопераційний склад заготовок.

2.6.3 Нормування технологічного процесу, уточнення типу виробництва

Технічні норми часу встановлюються розрахунково-аналітичним методом. При серійному виробництві визначається штучний час $T_{шт}$, підготівочно-заключний час $T_{п.з}$ і штучно-калькуляційний час $T_{штк}$.

За формулою згідно [6]:

$$T_{шт} = T_{штк} + \frac{T_{п.з}}{n},$$

де n – партія деталей, $n = 216$ деталей

$$T_{шт} = T_o + T_{\partial} + T_{обсл} + T_{від}$$

де T_o – основний час;

T_{∂} – допоміжний час;

$T_{обсл}$ – час на обслуговування робочого місця;

$T_{від}$ – час на відпочинок.

Розглянемо порядок розрахунку норм часу на прикладі нормування першої, горизонтально-фрезерної операції.

Основний час фрезерних робіт визначається по формулі:

$$T_o = \frac{L_p}{S_m}, \quad (2.23)$$

де L_p – розрахункова довжина робочого ходу інструменту,

S_m – хвилинна подача інструменту, $S_m = 400$ мм/хв.

$$L_p = l + l_1 + l_2 \quad (2.24)$$

де l_1, l_2 – величина відповідно врізання і перебігу фрези, $l_1 = 125$ мм, $l_2 = 125$ мм;

Підставляємо всі значення у формулу:

$$T_o = \frac{340 + 125 + 125}{400} = 1,475 \text{ хв}$$

При визначені допоміжного часу T_d сумуються наступні його елементи:

$T_{уст}$ – час на встановлення та зняття деталі, $T_{уст} = 1,04$ хв;

$T_{пр}$ – час на перехід, $T_{пр} = 0,29$ хв;

$T_{вим}$ – час на вимірювання деталі, $T_{вим} = 0,12$ хв.

$$T_d = 1,04 + 0,29 + 0,12 = 1,45 \text{ хв}$$

Тепер, просумувавши допоміжний та основний часи, знаходимо оперативний час $T_{оп}$:

$$T_{оп} = T_o + T_d$$

$$T_{оп} = 1,475 + 1,45 = 2,805 \text{ хв}$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{обс}$ становить згідно 4% від оперативного часу. Отже, $T_{обс} = 0,1122$ хв.

Час на відпочинок і особисті потреби, становить 4% від оперативного часу. Тоді, $T_{від} = 0,1122$ хв.

Далі визначаємо підготівельно-заключний час. Для нашого випадку, в підготовчо-заключний час $T_{пз}$ входять:

- час на наладку верстату, інструменту та пристрою 21 хв;
- час на отримання інструменту і пристроїв до початку їх по закінченню обробки 10 хв.

Тоді $T_{nz} = 31$ хв.

Визначаємо штучний час $T_{шт}$:

$$T_{шт} = 1,475 + 1,45 + 0,1122 + 0,1122 = 3,029 \text{ хв}$$

Потім визначаємо штучно-калькуляційний час $T_{штк}$:

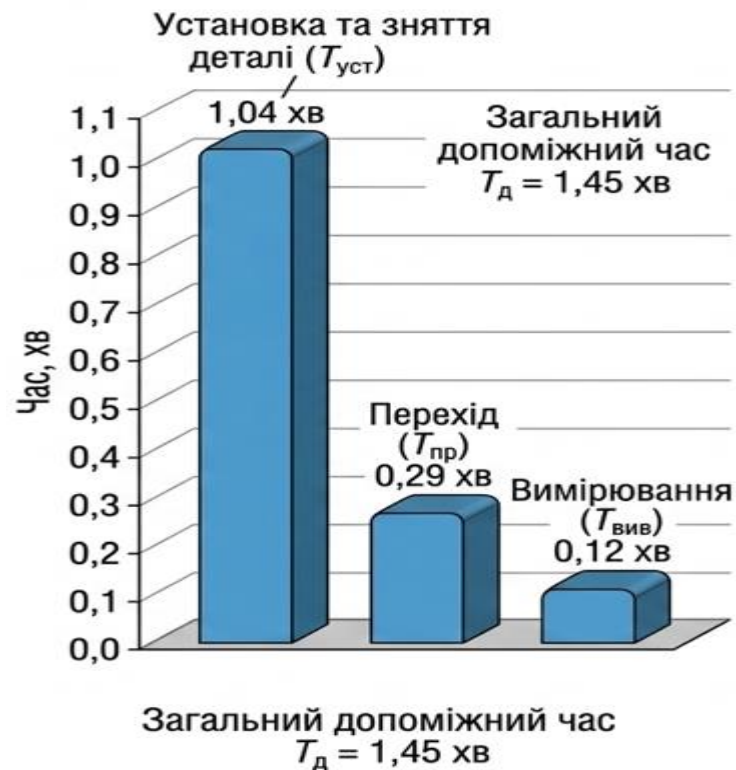
$$T_{штк} = 3,029 + \frac{31}{216} = 3,173 \text{ хв.}$$



Рисунок 2.4 – Структура штучного часу

Ця кругова діаграма показує відсотковий розподіл складових штучного часу. Основний час 48,7% — це час безпосереднього різання металу фрезою. Він займає майже половину штучного часу, що є нормальним для фрезерних операцій.

Допоміжний час 47,9% — свідчить про те, що майже стільки ж часу витрачається



на маніпуляції з деталлю, скільки на саме різання.

Рисунок 2.10 – Основні складові допоміжного часу

Установка та зняття деталі - це домінуюча складова. Вона займає більшу частину допоміжного часу. Це підтверджує висновок з першого графіка: фокус має бути на оптимізації цього етапу (наприклад, використання швидкодіючих затискачів). Перехід — час на рухи інструменту або столу між робочими ходами та вимірювання — найменша складова.

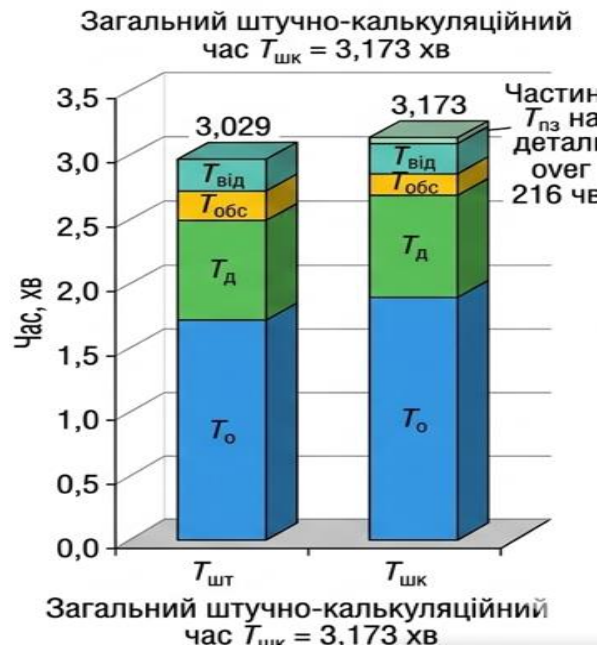


Рисунок 2.8 -Порівняння штучно-калькуляційного часу

Графік наочно показує, що для великої партії вплив підготовчо-заключного часу на вартість однієї деталі є незначним. Підготовчо-заключний час розподіляється на велику кількість деталей, тому його частка в штучно-калькуляційному часі дуже мала (близько 4,5%). Це підтверджує, що вибраний тип виробництва (серійний) є раціональним для такої партії.

4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Проектування технологічного оснащення

Пристрій для механічного оброблення площини роз'єму картеру в розмір $128^{+0,3}$ мм. призначений для встановлення на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6М13 для базування деталі при виконанні вертикально-фрезерної операції.

Згідно з вимогами креслення розмір оброблюваної поверхні $128^{+0,3}$ мм.

Встановлювальна база деталі повинна співпадати з конструкторською базою і тому приймаємо площину, протилежну оброблюваній. Відстань між пазами столу верстату 6М13 – 160 мм., що повинно бути використано у базових елементах пристрою.

Критерій оцінки компоновочних схем подано в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Критерії оцінки компоновочних схем.

№ схем	Критерії оцінки						
	коефі-цієнт підси-лення	власти-вість само-гальму-вання	кількість передава-льних ланок	ком-пакт-ність	наявність проміжних ланок	багато-місність	сумар-ний крите-рій
1	2	1	3	2	2	1	1,6
2	1	2	1	1	1	1	1,7
3	2	1	3	2	3	1	1,4
n	0,5	0,4	- 0,2	0,4	- 0,2	- 0,4	-

Розраховуємо сумарний коефіцієнт K_{Σ} для кожної схеми

Схема 1.

$$2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,4 + 3 \cdot (-0,2) + 2 \cdot 0,4 + 2 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 = 1,6;$$

Схема 2.

$$1 \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,4 + 1 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 + 1 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 = 1,7;$$

Схема 3.

$$2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,4 + 3 \cdot (-0,2) + 2 \cdot 0,4 + 3 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 = 1,4.$$

Оскільки максимальний коефіцієнт відповідає схемі 2, то її приймаємо як оптимальну.

4.1.2 Силевий розрахунок параметрів приводу

Сила P_z при фрезеруванні поверхні 1 була визначена і рівна $P_z = 4428,7$ Н.

Схема дії сил на даній операції при закріпленні заготовки наведена на рис.4.2.

Розраховуємо силу затиску w :

$$2 \cdot W \cdot f = k_3 \cdot P_z$$

де k_3 – рекомендований коефіцієнт запасу $k_3 = 2,5$;

f – коефіцієнт тертя сталі по чавуну, $f = 0,3$.

Тоді

$$W = \frac{K_3 \cdot P_z}{2 \cdot f}$$

$$W = \frac{2,5 \cdot 4428,7}{2 \cdot 0,3} = 14762,33 \text{ Н}$$

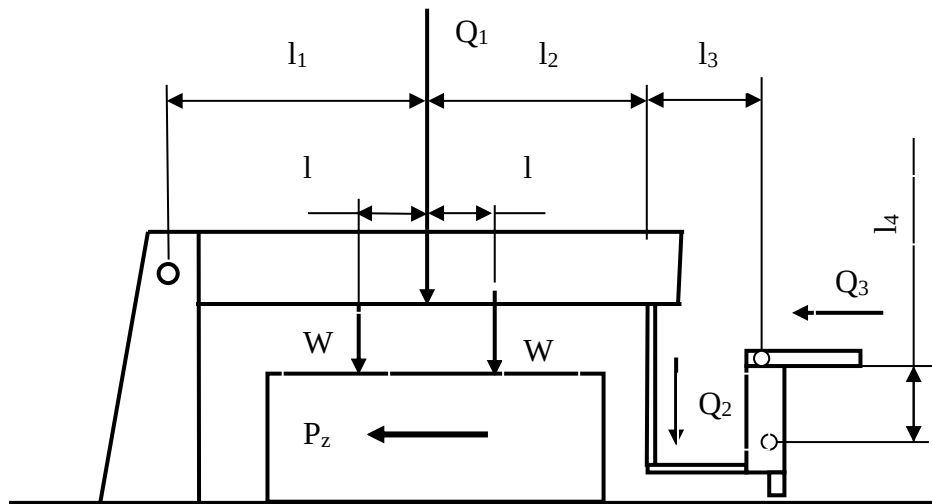


Рисунок 4.1 – Схема дії сил при затиску заготовки

Сила Q_1 розраховується за формулою:

$$Q_1 = 2 \cdot W$$

$$Q_1 = 2 \cdot 14762,33 = 29524,66 \text{ Н}$$

Розраховуємо силу Q_2 , вона рівна:

$$Q_2 = Q_1 \frac{l_1}{l_1 + l_2},$$

де l_1, l_2, l_3 – конструктивні розміри пристрою $l_1 = 230 \text{ мм}$, $l_2 = 220 \text{ мм}$, $l_3 = 70 \text{ мм}$

$$Q_2 = 29524,66 \frac{230}{230 + 220} = 15090,38 \text{ Н}$$

Сила Q_3 , яка повинна бути на штоці рівна:

$$Q_3 = Q_2 \frac{l_3}{l_4}$$

де l_4 – конструктивний розмір пристрою, $l_4 = 100 \text{ мм}$

$$Q_3 = 15090,38 \cdot \frac{70}{100} = 10563,26 \text{ Н}$$

При серійному виробництві рекомендується використовувати пневматичний привід. Для вільного відкидання болта хід штока повинен бути біля 20 мм.

Сила затиску створюється при прямому ході штоку пневмоциліндра. Ліа́метр пневмоциліндра визначається як:

$$D = D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_3}{\pi \cdot p \cdot \eta}},$$

де D – діаметр пневмоциліндра;

p – тиск повітря в пневмосистемі,

$p = 0,4$ МПа;

$\eta = 0,9$ – коефіцієнт корисної дії пневмоциліндра.

Тоді:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10563,26}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 194 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний пневмоциліндр з робочим діаметром плунжера $D = 200$ мм.

4.1.3 Розрахунок пристрою на точність

На даній операції витримується розмір $130 \pm 0,5$. Допуск на розмір 130 мм дорівнює 1 мм. Сумарна похибка повинна бути на 15 ÷ 20% меншою від допуску на розмір деталі. Сумарна похибка визначається за формулою [12]:

$$\varepsilon_{\Sigma} = K \sqrt{\varepsilon_{\ell}^2 + \varepsilon_{п.р}^2 + \varepsilon_{р.у}^2 + \varepsilon_{б}^2 + \varepsilon_{з}^2 + \varepsilon_{р.н.е}^2 + \varepsilon_{н}^2 + \varepsilon_{р.з}^2 + \varepsilon_{п.д}^2 + \varepsilon_{і}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{т}^2},$$

де ε_{ℓ} – допуск на паралельність ходу стола відносно пазу.

Допуск на довжину 600 мм рівний 0,06 мм. Перерахувавши ε_{ℓ} на довжину $\ell = 590$ мм отримуємо $\varepsilon_{\ell} = 0,056$ мм.

$\varepsilon_{п.р}$ – похибка розташування пристрою на верстаті. Пристрій центрується на верстаті за допомогою шпонок, які входять в паз столу з зазором $30 \frac{H8}{h7} \begin{pmatrix} +0.033 \\ -0.021 \end{pmatrix}$. Тоді:

$$\varepsilon_{п.р} = \frac{S_{\max}}{L},$$

де $S_{\max}$ – максимальний зазор, $S_{\max} = 0,054$ мм;

L – відстань між шпонками, $L = 550$ мм

$$\varepsilon_{п.р} = \frac{0,054}{550} = 0,0001 \text{ мм}$$

$\varepsilon_{п.у}$ – похибка розташування установочних елементів відносно поверхонь пристрою. Згідно креслення $\varepsilon_{п.у} = 0,05$ мм

ε_{δ} – похибка базування. Розмір 130 витримується фрезою, а паралельність відносно осей отворів – за рахунок встановлення деталі на пальці

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{S_{\max}}{L},$$

де $S_{\max}$ – максимальний зазор між отвором і пальцем, $S_{\max} = 0,55$ мм;

L – відстань між пальцями, $L = 144,4$ мм

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{0,55}{144,4} = 0,004 \text{ мм}$$

ε_3 – похибка закріплення. Приймаємо рівною нулю за [12].

$\varepsilon_{р.н.е}$ – похибка розташування напрямних елементів пристрою. В нашому випадку $\varepsilon_{р.н.е}$ дорівнює допуску на відстань між робочими поверхнями опори і установи $\varepsilon_{р.н.е} = 0,052$ мм

$\varepsilon_{н.}$ – похибка налагодження для фрезерного пристрою, дорівнює зазору між щупом і фрезою $\varepsilon_{н.} = 0,01$ мм;

$\varepsilon_{p.з}, \varepsilon_{п.д}, \varepsilon_i, \varepsilon_{зн}$ $\varepsilon_{p.з}, \varepsilon_{п.д}, \varepsilon_i, \varepsilon_{зн}$ — похибки відповідно розмірного зношування, пружних деформацій, інструменту, зношенням установочних елементів. Дані похибки не враховуються і приймаються, що вони дорівнюють нулю.

K — коефіцієнт, що враховує закони розподілу похибок і залежить від кількості складових частин ε_{Σ} , які не дорівнюють нулю, $K = 1,1/$

Сумарна похибка визначається:

$$\varepsilon_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{0,059^2 + 0,0001^2 + 0,05^2 + 0,004^2 + 0,052^2 + 0,01^2} = 0,2 \text{ мм}$$

Так як сумарна похибка $\varepsilon_{\Sigma} = 0,2$ мм менша допуску на розмір 130 мм, то даний пристрій забезпечує необхідну точність обробки.

4.1.4 Загальний опис конструкції та роботи пристрою для фрезерування основи

Пристрій для фрезерування основи складається із таких основних елементів:

- зварний корпус 1;
- важіль затиску 2;
- пневмоциліндр (поршень Ø200 мм) 19;
- двосекційний повітряний кран 3.

Основою корпусу є дві плити, з'єднані між собою за допомогою перемичок. В отвори цих плит встановлені два конусні пальці 4,7 на пружинах. На верхній плиті встановлені три постійні опори 9 із сферичними головками. До верхньої плити також кріпиться кутовий важіль 16 та приварюється стійка, до якої приєднаний важіль затиску 2.

Пристрій встановлюється на верстат краном і базується за допомогою повздовжньої шпонки. За допомогою болтів, які встановлюються в чотири пази нижньої плити, пристрій кріпиться на столі верстату.

Перед початком роботи важіль затиску повинен бути відкинутим, а шток пневмоциліндра – втягнутим. Заготовка, за допомогою крана, встановлюється на пристрій. Після цього важіль затиску опускається і в паз важеля закладається болт із сферичною гайкою. За допомогою повітряного крану подається повітря в безштокову порожнину пневмоциліндра. Відбувається затиск заготовки.

Після закінчення обробки повітря подається в штокову порожнину пневмоциліндра, відкидається болт, піднімається важіль затиску і, за допомогою крана, заготовка знімається з пристрою.

4.1.5 Загальний опис конструкції та роботи пристрою для обробки отворів Ø125 мм і Ø90 мм.

Пристрій для обробки двох отворів Ø125 мм і Ø90 мм складається із таких основних елементів:

- зварний корпус;
- важіль затиску 1;
- пневмоциліндр (поршень Ø160 мм) 16;
- двосекційний повітряний кран 3.

Основою корпусу є плита з привареною стійкою, на якій кріпиться затискний важіль. Також в плиті встановлені два установочні пальці – циліндричний та зрізаний 13. Крім того, до плити прикріплені три установочні пластини. Пристрій кріпиться до столу верстату за допомогою чотирьох болтів, які встановлюються в пази плити.

Перед початком роботи важіль затиску повинен бути піднятий, а шток пневмоциліндра – втягнутий. Заготовка, за допомогою крану, встановлюється на пристрій. Після цього важіль затиску опускається і в паз важеля закладається болт із сферичною гайкою. За допомогою повітряного крану подається повітря в безштокову порожнину пневмоциліндра. Відбувається затиск заготовки.

Після закінчення обробки повітря подається в штокову порожнину пневмоциліндра, відкидається болт, піднімається важіль затиску і, за допомогою крана, заготовка знімається з пристрою.

4.1.6 Пристрій для контролю перпендикулярності

Пристрій для контролю перпендикулярності осі отвору Ø90 мм до поверхні 3 складається із таких основних елементів:

- розтискна оправка 1;
- плита 33;
- стійка 3;
- механізм ручного затиску.

На плиті закріплені стійка з двома ножами 7 та гніздом індикатора і механізм затиску.

Деталь встановлюють на столі контролера і розміщують в отворі Ø90 мм розтискну оправку. Розтиснувши сухарики, закріплюють оправку в отворі. Після цього встановлюють деталь з оправкою на плиту пристрою так, щоб нижня частина оправки дотикалась до нижнього ножа стійки. Тоді ручкою здійснюється затиск деталі. Індикатор, що розміщений в гнізді на стійці, показує зміщення осі отвору.

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій

Надзвичайні ситуації – це аварії, стихійні лиха, катастрофи в результаті яких є небезпека життю людини, порушено нормальні умови життєдіяльності.

Радіаційні, хімічні, вибухонебезпечні підприємства додатково створюють локальні системи виявлення загрози виникнення надзвичайної ситуації та опвіщення персоналу і населення, що проживає у зонах можливого ураження; вживають інженерно-технічних заходів, що зменшують ступінь ризику виникнення аварій, пожеш та вибухів, і несуть витрати щодо їх здійснення.

Власники потенційно небезпечних об'єктів відповідають за захист населення, що проживає у зонах можливого ураження, від аварій.

Обсяг та характер захисних заходів визначається особливостями окремих районів та промислових підприємств (об'єктів), обстановки, яка може скластися в разі аварій на хімічно-небезпечному об'єкті.

Планується та проводиться у комплексі три основні заходи захисту населення:

- укриття населення у захисних спорудах;
- розселення у заміські зони робітників та службовців підприємств, закладів та організацій, які продовжують свою діяльність у містах, а також евакуація з цих міст населення.
- використання населенням засобів індивідуального захисту.

З метою завчасного виводу (вивозу) населення із районів можливих стихійних лих, зон ураження, катастроф, як засіб захисту населення, робітників і службовців здійснюються евакуаційні заходи, якщо життю і здоров'ю людей буде загрожувати небезпека.

Усі громадяни, що прибули у позаміську зону, повинні пройти реєстрацію на прийомних евакуаційних пунктах і розселитися на місце проживання за вказівкою робітників цих пунктів.

Об'єм і характер захисних заходів, як правило, встановлюється рішенням начальників машинобудівних заводів і рекомендаціями штабів цивільної оборони. Ними визначаються терміни і порядок проведення захисних заходів. Важливу роль належить самому населенню, яке повинно строго дотримуватися правил і норм поведінки на радіоактивно зараженій місцевості. У першу чергу необхідно підготувати необхідні засоби захисту та визначити порядок їх використання. У ряді випадків виникне потреба поповнити захисні споруди, яких не вистачає, за рахунок пристосування під ПРУ щілин; землянок, підвалів, сховищ, підземних переходів, різних траншеїв інших споруд. Всі роботи по дообладнанню укриттів, гермитизації приміщень, посиленню перекриттів і підвищенню захисних властивостей можуть бути швидко виконані лише за активної участі всього дорослого населення. За відсутності табельних засобів захисту використовують простіші (протипилові тканинні маски, ватно-марлеві пов'язки тощо), що виготовляється своїми силами.

Важко припустити, що завчасно буде повідомлено час, протягом якого треба буде знаходитися у захисних спорудах. Тому неминуче виникає складна задача забезпечення людей продуктами харчування, водою, медикаментами.

Необхідно кожному завчасно запаситися ними, надійно укрити або запакувати, щоб запобігти їх зараженню.

Якщо обставини вимушують укритися у будинку (квартирі) або виробничому приміщенні, то необхідно, не гаючи часу, закривати вікна і двері, завісити їх цупкою тканиною, закрити всі щілини, що мають. У тому випадку, якщо людина вже опинилася в зоні зараження або їм треба буде подолати її, вони повинні прийняти засоби індивідуального захисту.

4.2 Застосування засобів індивідуального захисту на підприємствах машинобудівного профілю різних форм власності

Засоби індивідуального захисту призначені для збереження здоров'я працівників підприємства, а також їх захист в умовах надзвичайних ситуацій, виникнення аварій, катастроф, стихійного лиха.

Засоби індивідуального захисту поділяються на фільтруючі та ізолюючі. Принцип фільтрації полягає у тому, що повітря, необхідне для підтримання життєдіяльності організму людини, при пошкодженні через засоби захисту очищуються від шкідливих домішок.

Для захисту робочих від шуму застосовуються індивідуальні протишумні засоби, які перешкоджають проникненню звукової енергії у канал зовнішнього вуха. Індивідуальні засоби захисту повинні забезпечувати необхідне послаблення шуму, не давити на вушну раковину, не подразнювати шкіру при довготривалому використанні, не погіршувати сприйняття мови. Вони повинні бути простими по конструкції.

Ослаблення дії звукової хвилі відбувається:

- а) застосуванням внутрішніх протишумів (заглушок або вкладишів);
- б) застосування зовнішніх шумозахисних навушників (протишумні шоломи).

Заглушки і вкладиші до вушного проходу роблять злегкого каучуку, еластичних пластмас, резини. При застосуванні заглушок, знижується дія середньочастотного шуму на 10 – 15 дБ. Однак недоліком застосування заглушок і вкладишей є неприємне відчуття постороннього предмету у вусі.

Більш ефективні і зручні у роботі протишумні навушники. Вони надійно перешкоджають доступ шумів, особливо в області частот від 1000 до 7000 Гц. В особливих умовах роботи із сильними шумами, крім навушників, одночасно застосовують вкладиші. Однак застосування цих засобів обмежено, оскільки шум з високим рівнем тиску проникає в область внутрішнього вуха, через черепні кістки. Крім цього при користуванні

заглушками існує небезпека занесення інфекції в область середнього вуха, а при тривалому їх використанні порушується кругообіг і обмін повітря.

В якості індивідуальних засобів захисту від вібрації, які передаються на руки робітників від віброінструментів, рекомендується антивібраційні рукавиці і взуття на товстій, м'якій резиновій підошві з повітряними прошарками. Зниження шкідливої дії низькочастотних вібрацій на руки досягається застосуванням резинового чи пластмасового покриття і пружин для уникання безпосереднього контакту з пневматичними інструментами. Також в якості віброзахисного пристосування для пневматичних інструментів ударної дії застосовують віброгасильна ручка.

До індивідуальних засобів захисту від ультразвуку належать пробки із ультратонкої скловати, які знижують рівень сигналу звуку до 30 дБ [12], с.87-90.

На багатьох підприємствах, де переробляють або використовують сильно-діючі отруйні речовини (СДОР), для захисту робітників і службовців можуть застосовуватися промислові протигази. Але їх використовують лише там, де у повітрі містяться не менше як 18 % кисню (не можна їх застосовувати при роботах у ємкостях, цистернах, колодязях та інших ізольованих приміщеннях). До підручних засобів захисту шкіри належать звичайний спортивний або виробничий одяг чоловічого покрою з додатковими герметизуючими пристосуваннями у комплекті з гумовими чоботами або ботами.

До засобів індивідуального захисту працівників, від ураження електричного струму, належить гумові рукавиці, взуття на товстій, м'якій резиновій підошві з повітряними прошарками та ін.

Захисні властивості вітчизняних засобів індивідуальних засобів захисту - високі. По експлуатаційним якостям вони досить надійні.

ВИСНОВКИ

У КРБ було вирішено комплексне завдання з розроблення та аналізу технологічного процесу механічного оброблення деталі «Корпус редуктора приводу гідроциліндра автотранспорту». Було проведено детальний аналіз конструкції корпусу та умов його роботи в редукторі автотранспорту. Це дозволило обґрунтувати вибір матеріалу, який забезпечує необхідну жорсткість та стабільність розмірів. Спроектована конструкція є технологічною, що дозволяє застосовувати сучасні методи високопродуктивної обробки.

Розроблений технологічний процес із врахуванням запропонованих оптимізацій дозволяє забезпечити серійне виробництво корпусів редукторів з необхідними технічними характеристиками за раціонального використання часу, енергії та обладнання. Побудовані та проаналізовані графіки виявилися ефективним інструментом техніко-економічного аналізу, що підтверджує їх цінність як частини інженерної методики проектування.

ПЕРЕЛІК ПОСЛАНЬ

1. Рудь В.Д. Курсове проектування з технології машинобудування: Навч. посібник – К.:ІСДО, 1996 – 300 с.
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок. Львів: Світ, 1996. 368 с.
3. Грабченко А.І., Узунян М.Д., Зубкова Н.В та ін. Розрахунок найвигідніших режимів різання при точінні. Харків НТУ «ХП» 2014. 87 с.
4. Григурко І. О., Брендюла М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування : навч. посіб. Львів : Новий світ, 2011. 768 с.
5. Джигерей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навч. посіб. Вид. 2-ге, стер. Київ : Знання, 2002. 203 с.
6. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В., Дячун А. Є. Механоскладальні дільниці та цехи : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 40 с.
7. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.
8. 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.
9. 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.
10. Міренський І.Г. Основи технології машинобудування: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 207. 275 с.
11. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навч. посіб. / Ж. П. Дусанюк та ін. Вінниця, 2009. 199 с