

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: Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення
деталі корпус ПОЖ 16.001.

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

(шифр і назва спеціальності)

	_____	<u>Майкут В.Б.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Барановський В.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	<u>Ткаченко І.Г.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____	<u>Окіпний І.Б.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

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 Майкуту Валерію Богдановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу механічного оброблення деталі корпус ПОВЖ 16.001.

Керівник роботи Барановський Віктор Миколайович, д.т.н., професор
(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 ПОВЖ 16.001, річна програма випуску -60 000 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 наладки на операції. Приспосіблення для розточування отворів. Пристрій для контролю співвісності отворів.

ЗМІСТ
РЕФЕРАТ
ВСТУП

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	
1.1. Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб.	9
1.2. Аналіз базового технологічного процесу	11
1.3. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу	14
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1. Характеристика типу та організаційної форми виробництва	16
2.2. Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки	18
2.3. Вибір технологічних баз	19
2.4. Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки	21
2.5. Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів	27
2.6. Визначення режимів оброблення та технічних норм часу	30
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
3.1. Вибір пристосувань для механічної обробки	
3.1.1. Вибір і обґрунтування принципу дії, структурної схеми	35
3.1.2. Силевий розрахунок параметрів приводу	39
3.1.3. Розрахунок на точність	43
3.1.4. Опис конструкції та роботи пристрою	44
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	48
ВИСНОВКИ	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	

РЕФЕРАТ

У пояснювальній записці кваліфікаційної випускної роботи розроблено питання аналізу виробу, його призначення, характеристика можливого варіанту виробництва, аналіз застосування технічних засобів, зроблено висновки і поставлено задачі для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра. Також проведено попереднє встановлення типу виробництва відносно заданої програми, запропоновано варіанти можливого технологічного процесу, розроблено оптимальний технологічний процес на базі аналізу технологічних властивостей і базових можливостей деталі.

У конструкторській часині вибрано пристрій для розточування отворів та контрольний пристрій для контролю співвісності отворів.

У пояснювальній записці також розглянуті питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

ВСТУП

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. Розробки машинобудування на даному етапі повинні забезпечувати перехід до використання високоефективних технологічних процесів, які забезпечують високу 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.

1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб

Мультиплікатор використовується для передачі обертового моменту від сили відбору потужностей трактора через вали карданної передачі до робочого колеса. Його функціональне призначення – зміна частоти обертання за допомогою косозубої циліндричної передачі. Передаточне відношення 6,5625.

Основною базовою деталлю вузла є корпус мультиплікатора ПОЖ 16.001. Матеріал корпусу є алюмінієвий сплав АК-7. Робочими поверхнями є два отвори $\varnothing 62k7$ і два отвори $\varnothing 80k7$, в яких встановлюються на підшипниках складальні одиниці – вали із шестернею і зубчастим колесом.

Базуючими поверхнями є чотири отвори М12-6Н, що розміщені на поверхні 4, за допомогою яких мультиплікатор кріпиться до кронштейна, який визначає положення вузла.

Всі інші різьбові отвори застосовуються для кріплення ущільнюючих кілець, з метою забезпечення високих експлуатаційних якостей і надійності роботи машин. А два отвори М12 використовуються для зливу і контролю масла.

Основними технологічними вимогами до деталі корпус мультиплікатора ПОЖ 16.001 є [7]:

1. Точність виливки Т9, яка виготовляється зі сплаву алюмінію АК-7, який відноситься до ковких алюмінієвих сплавів.

Таблиця 1.1 – Характеристика матеріалу

Зміст елементів %				Механічні властивості	
Cu	Mg	Mn	Si	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа
1,8-2,6	0,4-0,8	0,4-0,8	0,7-1,2	300	420

2. Допустиме виготовлення зі сплаву АК-9, який відноситься до ковких алюмінієвих сплавів представлено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Допустима характеристика матеріалу

Зміст елементів %				Механічні властивості	
Cu	Mg	Mn	Si	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа
3,9-4,8	0,4-0,8	0,4-1,0	0,6-1,2	380	420

3. Допуски форми і розташування поверхонь $\varnothing h14 \pm \frac{t_2}{2}$ ГОСТ 25.099-81.

4. Допуски непостійності поверхонь М, Н, Т і П у повздовжньому і поперечному січеннях 0,005 мм.

5. Відхилення від розташування поверхонь:

— неспіввісність не більше 0,12 мм двох отворів $\varnothing 80K7$;

— неспіввісність не більше 0,12 мм двох отворів $\varnothing 62K7$;

— неперпендикулярність двох бокових поверхонь не більше 0,16 мм відносно осей двох отворів $\varnothing 80K7$ і двох отворів $\varnothing 62K7$.

6. Відхилення від форми поверхонь:

— некруглість чотирьох отворів М8-6Н не більше 0,4 мм відносно отвору $\varnothing 80K7$ з одного боку і некруглість чотирьох отворів М8-6Н не більше 0,4 мм відносно отвору $\varnothing 80K7$ з другого боку;

— некруглість чотирьох отворів М12-6Н не більше 0,4 мм відносно отвору $\varnothing 80K7$;

— некруглість чотирьох отворів М8-6Н не більше 0,4 мм відносно отвору $\varnothing 62K7$ з одного боку і некруглість чотирьох отворів М8-6Н не більше 0,4 мм відносно отвору $\varnothing 62K7$ з другого боку;

— некруглість шести отворів М8-6Н не більше 0,4 мм відносно низу корпусу.

1.2 Аналіз базового технологічного процесу

Розглянемо технологічний процес механічної обробки корпусу мультиплікатора ПОЖ 16.001 (таблиця 1.3) [12].

Таблиця 1.3 – Заводський технологічний процес

№ опер	Назва операції	Зміст переходу	Модель верстата	Штучний час, $T_{шт}$, хв
1	2	3	4	5
005	Вертикально-фрезерна	Чорнове фрезерування низу корпусу $R_z 40$	6P10	1,667
010	Радіально-свердлильна	1. Свердлити послідовно 2 отв. $\varnothing 14,5^{+0,2}$ 2. Зенкувати послідовно 2 фаски $1,6 \times 45^0$ в двох отворах $\varnothing 14,5^{+0,2}$ 3. Розвернути послідовно 2 отв. $\varnothing 14,5^{+0,2}$ до $\varnothing 15 \pm 9$	2M55	0,67
015	Поздовжньо-фрезерна	Фрезерувати одночасно дві бокові поверхні, витримуючи розмір 116^{-54} мм	6605	1,45
020	Горизонтально-розточувальна	1. Розточити начорно 2 отв. $\varnothing 61,5^{+0,15}$ напрохід 2. Розточити начорно 2 отв. $\varnothing 79,5^{+0,15}$ напрохід	2M615	8,396
025	Горизонтально-розточувальна	1. Розточити напівчисто 2 отв. $\varnothing 61,8^{+0,1}$ напрохід 2. Розточити напівчисто 2 отв. $\varnothing 79,8^{+0,1}$ напрохід 3. Розточити начисто 2 отв. $\varnothing 62K7^{(+0,009}_{-0,021)}$ напрохід 4. Розточити начисто 2 отв. $\varnothing 80K7^{(+0,009}_{-0,021)}$ напрохід	2M615	19,737
030	Радіально-свердлильна	1. Зенкувати послідовно 2 фаски 2×30^0 в двох отворах $\varnothing 62K7$ і $\varnothing 80K7$ 2. Переставити деталь 3. Зенкувати послідовно 2 фаски 2×30^0 в двох отворах $\varnothing 62K7$ і $\varnothing 80K7$	2M55	0,364

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5
035	Вертикально-фрезерна	Фрезерувати виступ, витримавши розмір $61^{+0,2}$ мм	6P10	0,203
040	Радіально-свердлильна	1. Свердлити послідовно 2 отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$ 2. Зенкувати послідовно 2 фаски $1,6 \times 45^0$ 3. Нарізати послідовно різь М12-6Н в двох отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$	2M55	0,682
045	Радіально-свердлильна	1. Свердлити послідовно 4 отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$ 2. Свердлити послідовно 4 отв. $\varnothing 6,7^{+0,12}$ 3. Зенкувати послідовно 8 фасок $1,6 \times 45^0$ 4. Нарізати послідовно різь М12-6Н в 4 отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$ 5. Нарізати послідовно різь М8-6Н в 4 отв. $\varnothing 6,7^{+0,12}$	2M55	2,012
050	Радіально-свердлильна	1. Свердлити послідовно 4 отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$ 2. Свердлити послідовно 8 отв. $\varnothing 6,7^{+0,12}$ 3. Зенкувати послідовно 12 фасок $1,6 \times 45^0$ 4. Нарізати послідовно різь М12-6Н в 4 отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$ 5. Нарізати послідовно різь М8-6Н в 8 отв. $\varnothing 6,7^{+0,12}$	2M55	2,667
055	Радіально-свердлильна	1. Свердлити послідовно 6 отв. $\varnothing 6,7^{+0,12}$ 2. Зенкувати послідовно 6 фасок $1,6 \times 45^0$ 3. Нарізати послідовно різь М8-6Н в 6 отв. $\varnothing 6,7^{+0,12}$	2M55	0,972

На виробництві деталь корпус мультиплікатора ПОЖ 16.001 виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва, для якого характерне

використання верстатів загального призначення, універсальних пристроїв нормалізованих та стандартизованих. Інструмент, як правило, без спеціального верстатного спорядження. Залучено робітників високої кваліфікації. Заготовкою деталі служить виліток із матеріалу АК-7. Технологічний маршрут механічної обробки даної деталі включає в себе 11 операцій. Послідовність операцій вибрано правильно. Різальний та вимірювальний інструмент, верстатні пристрої вибрано у відповідності до типу виробництва.

Проте є ряд недоліків:

1. Неможливе збільшення обсягів виробництва і перехід до багатосерійного виробництва так, як це потребує збільшення кількості загального призначення, або придбання більш сучасного обладнання і спеціального верстатного спорядження.

2. Собівартість продукції більше ніж при багатосерійному виробництві або масовому.

Аналіз технологічної доцільності полягає у виявленні переваг нового технологічного процесу на основу наступних показників:

– експлуатаційні (значно збільшиться продуктивність праці, зменшиться потужність у порівнянні з базовим процесом, збільшиться точність за рахунок зменшення похибки устаткування;

– конструктивних (в новому технологічному процесі було уніфіковано виготовлення деяких отворів;

– технологічні (було скорочено режими роботи як працівників, так і обладнання, що призвело до економії часу).

Новий технологічний процес значно безпечніший при порівнянні по умовах праці за базовий, так як робітникам не прийде постійно змінювати інструмент, який у базовому процесі швидше зношується.

Оптимальний технологічний процес обробки деталі представлений у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 –Оптимальний варіант технологічного процесу [3]

№ опер.	Назва операції та зміст переходів	Модель верстату
1	2	3
005	<i>Вертикально-фрезерна</i> Фрезерувати низ корпусу $R=40$	6P10
010	<i>Агрегатна</i> 1. Свердлити два отвора $\varnothing 14^{+0,5}$ на $l=20^{+1,5}$ мм. 2. Зенкерувати два отвора $\varnothing 14,7^{+0,05}$. 3. Розвернути два отвора до $\varnothing 15H9$. 4. Зенкерувати 2 фаски $1,6 \times 45^0$.	АГР-2
015	<i>Повздовжньо-фрезерна</i> Фрезерувати бокові сторони корпусу $116_{-0,54\text{мм}}$	6615
020	<i>Горизонтально-розточувальна</i> Розточити два отв. $\varnothing 61,8^{+0,15}$ і два отв. $\varnothing 79,8^{+0,15}$ одночасно	2M615
025	<i>Алмазно-розточувальна</i> Розточити тонко 2 отв. $\varnothing 62K7 \begin{pmatrix} +0,009 \\ -0,021 \end{pmatrix}$ і 2 отв. $\varnothing 80K7 \begin{pmatrix} +0,009 \\ -0,021 \end{pmatrix}$. Розточити чотири фаски $1,6 \times 30^0$.	2722
030	<i>Агрегатна</i> 1. Свердлити чотири отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$ з одночасним утворенням 4 фасок $1,6 \times 45^0$. 2. Свердлити вісім отв. $\varnothing 6,7^{+0,12}$ з одночасним утворенням 8 фасок $1,6 \times 45^0$. 3. Свердлити два отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$. 4. Цикувати два отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$ до $\varnothing 26$ мм. 5. Нарізати різь в чотирьох отворах М12-6Н. 6. Нарізати різь в восьми отворах М8-6Н. 7. Нарізати різь в двох отворах М12-6Н.	АГР-2
035	<i>Агрегатна</i> 1. Свердлити 10 отв. $\varnothing 6,7^{+0,12}$ з одночасним утворенням десятих фасок $1,6 \times 45^0$. 2. Свердлити 4 отв. $\varnothing 10,2^{+0,12}$ з одночасним утворенням чотирьох фасок $1,6 \times 45^0$. 6. Нарізати різь в десяти отворах М8-6Н. 7. Нарізати різь в чотирьох отворах М12-6Н.	АГР-2

1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу

Враховуючи завдання на кваліфікаційну роботу, програму випуску та технічні вимоги, які ставляться до деталі і зібраного вузла, слід розробити

оптимальний варіант виготовлення даної деталі в умовах визначеного типу виробництва, враховуючи особливості технічного контролю зібраних вузлів, необхідно рішення питання контролю окремих під вузлів та вхідного контролю деталей при селективному комплектуванні деталей для ліквідації під гоночних робіт в окремих елементах конструкції. При виготовленні деталей вузла слід вирішити питання більш раціонального методу одержання заготовок для зменшення ваги і вартості обробки та затрат на матеріали.

Доцільно і необхідно вирішити питання механізації і автоматизації окремих операцій механообробки для зменшення тривалості циклу обробки, тобто зменшити трудомісткість обробки за рахунок зменшення допоміжного часу та часу на процес зняття стружки різанням. Така можливість забезпечується застосуванням обробки на багатомісних механізованих пристроях, при використанні багатоопераційних верстатів з застосуванням прогресивних режимів різання та прогресивних ріжучих інструментів, механізації транспортних переміщень між операціями та організації багатостанкового обслуговування, автоматизації процесів складання і контролю окремих елементів.

Отже, на КРБ виносяться наступні завдання:

1. Розробити технологічний процес виготовлення корпусу мультиплікатора ПОЖ 16.001.
2. Спроекувати технологічні оснастки для механообробки.
3. Описати заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва встановлюємо за коефіцієнтом закріплення операцій $K_{зо}$ [4]:

$$K_{зо} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (2.1)$$

де $\sum O$ – кількість всіх операцій, які виконуються на ділянці;

$\sum P$ – кількість робочих місць.

$$O = \frac{\eta_{з.норм.}}{\eta_{з.факт.}}, \quad (2.2)$$

де $\eta_{з.норм.}$ – нормальний коефіцієнт завантаження обладнання, (приймаємо 0,85);

$\eta_{з.факт.}$ – фактичний коефіцієнт завантаження обладнання.

$$\eta_{з.факт.} = \frac{m_p}{P}, \quad (2.3)$$

де m_p – розрахункова кількість необхідного обладнання;

P – прийнята кількість необхідного обладнання.

$$m_p = \frac{T_{шт.} \cdot N}{60 \cdot F_g}, \quad (2.4)$$

де $T_{шт.}$ – штучний час на операцію в хвиликах.

Штучний час визначається укрупнено:

$$T_{шт.} = \varphi \cdot T_0, \quad (2.5)$$

де φ – коефіцієнт приведення заданого типу виробництва і для заданих типів верстатів;

T_0 – основний час обробки визначаємо укрупнено.

Всі вихідні дані та результати розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунків

№ операції	Назва операції	$T_{шт.}$ Хв.	m_p	P	$\eta_{з.факт.}$	O
005	Вертикально-фрезерна	1,667	0,415	1	0,415	2,05
010	Радіально-свердлильна	0,67	0,167	1	0,083	10,18
015	Повздовжньо-фрезерна	1,45	0,361	1	0,09	9,44
020	Горизонтально-розточувальна	8,396	2,091	3	0,697	1,22
025	Горизонтально-розточувальна	19,737	4,916	5	0,983	0,86
030	Радіально-свердлильна	0,364	0,09	1	0,09	9,44
035	Вертикально-фрезерна	0,203	0,05	1	0,05	17
040	Радіально-свердлильна	0,682	0,17	1	0,17	5
045	Радіально-свердлильна	2,012	0,501	1	0,501	1,7
050	Радіально-свердлильна	2,667	0,664	1	0,664	1,28
055	Радіально-свердлильна	0,972	0,242	1	0,242	3,51
<i>Разом по ТП</i>		<i>38,82</i>	<i>9,667</i>	<i>17</i>	<i>3,985</i>	<i>61,68</i>

Визначаємо коефіцієнт закріплення операцій K_{30} :

$$K_{30} = \frac{61,68}{17} \approx 3,63$$

За умови $1 < K_{30} = 3,63$ маємо великосерійне виробництво.

Визначаємо організаційну форму виробництва за коефіцієнтом потоковості R :

$$R = \frac{T_{шт.сер.}}{\tau_6}, \quad (2.6)$$

де τ_g – такт випуску;

$$\tau_g = \frac{F_g \cdot 60}{N}, \quad (2.7)$$

$$\tau_g = \frac{4015 \cdot 60}{60000} = 4,015$$

$$R = \frac{3,53}{4,015} = 0,88$$

Якщо $R=0,88 > 0,6$, то організаційна форма виробництва – потокова.

2.2 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки

Допуски габаритних розмірів і розмірів необроблюваних поверхонь відповідають вимогам 6 класу точності виливок. Згідно стандартів на виливки встановлюємо можливі способи виготовлення заготовки [5]:

1. Лиття в кокіль.
2. Лиття в піщані форми.

Таблиця 2.2 – Порівняння двох способів

<i>Назва показника</i>	<i>Лиття в кокіль</i>	<i>Лиття в піщані форми</i>
Клас точності	3-6	5-10
Група складності	2	2
Вартість 1т. заготовок, S грн./т	9100	9100
Вартість 1т. відходів, S грн./т	1460	1460
Маса заготовок, кг	5,55	5,73
Група серійності	2	2

Визначимо собівартість заготовок по формулі:

$$S_{заг.} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot R_T \cdot R_C \cdot R_B \cdot R_M \cdot R_n \right) - (Q - g) \cdot \frac{S_{відх.}}{1000}, \quad (2.15)$$

де C_i – базова ціна 1т. заготовок, грн.;

R_T, R_C, R_B, R_M, R_n – коефіцієнти (клас точності, маса, марка, матеріал і об'єм

виробництва);

Q – маса заготовки, кг;

g – маса її деталі, кг;

$S_{відх.}$ – ціна 1т. відходів, грн.

$$S_{заг.к.} = \left(\frac{9100}{1000} \cdot 5,55 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 5,1 \cdot 0,96 \cdot 0,9 \right) - (5,55 - 5,4) \cdot \frac{1460}{1000} = 269 \text{ грн} / \text{т}$$

$$S_{заг.п.ф.} = \left(\frac{9100}{1000} \cdot 5,73 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 5,1 \cdot 0,96 \cdot 0,9 \right) - (5,73 - 5,4) \cdot \frac{1460}{1000} = 277 \text{ грн} / \text{т}$$

Економічна ефективність у перерахунок на річну програму випуску складає:

$$E_{ef.} = (S_{заг.п.ф.} - S_{заг.к.}) \cdot N$$

$$E_{ef.} = (277 - 269) \cdot 60000 = 14800 \text{ грн}$$

Таким чином, з двох способів отримання заготовки деталі корпус мультіплікатора ПОЖ 16.001 вибираємо лиття в кокіль, що в результаті отримаємо річну економічну ефективність 14800 грн.

2.3 Вибір технологічних баз

Із службового призначення деталі виходить, що високі вимоги до точності мають два отвори $\varnothing 80K7$, технічні вимоги яких обумовлені не співвісністю і не перпендикулярністю до площин 3 і 4. Тому вони повинні оброблятися від одних баз.

Чистовими базами деталі можуть бути площина 1, яка є установчою базою, і два, отвори $\varnothing 15H9$, які є напрямними базами (базування на площину, палець і зрізаний палець) [3].

При виборі головних баз вирішуються дві суперечливі технологічні задачі. Перша – забезпечення точності взаємних положень оброблювальних і не оброблювальних поверхонь деталі. Друга – забезпечення рівномірного розподілу припуску на таких поверхнях.

Так як форма заготовки корпусу мультіплікатора ПОЖ 16.001 має

коробчасту форму з виступами, то оптимальним варіантом при виборі чорнових баз буде базування на ці виступи і затиском заготовки по боковим поверхнях, що дозволить обробити чистові бази: площину 1 і два отвори $\text{Ø}15\text{H}9$ з даної установи.

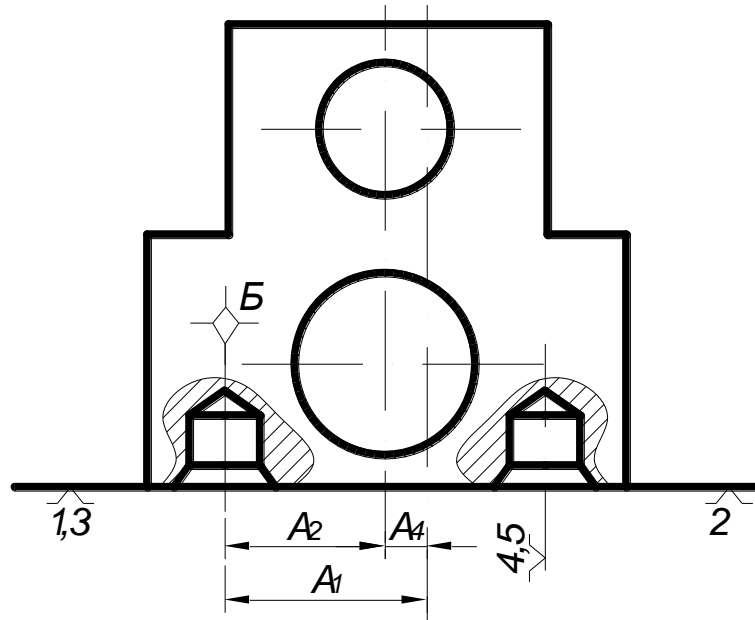


Рис. 2.1 – Схема для визначення суми похибок

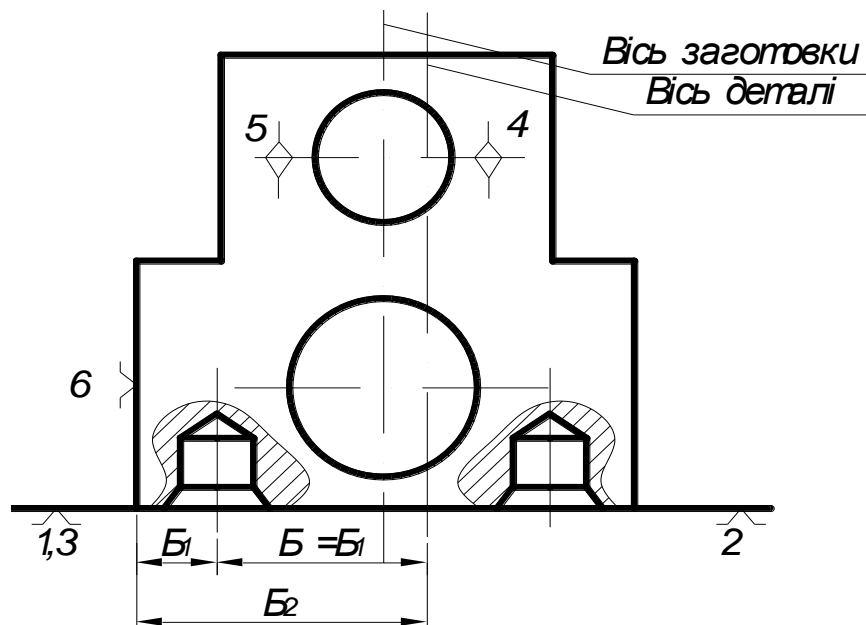


Рис. 2.2 – Схема для визначення суми допусків

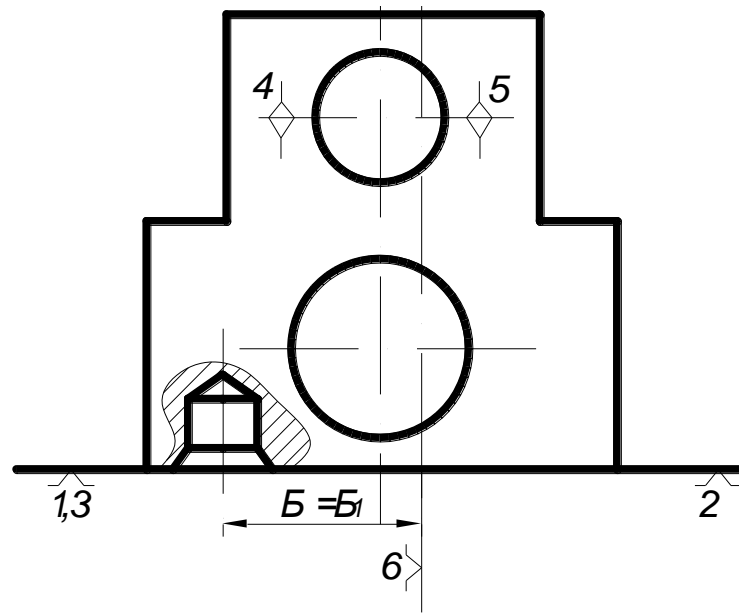


Рис. 2.3 – Схема чистових баз

Складаємо розмірні ланцюги:

$$\omega_{A_{\Delta}} = \omega_{A_1} + \omega_{A_2} = \omega_{B_1} + \omega_{B_2} + \omega_{A_2}, \quad (2.16)$$

$$\omega_{A_{\Delta}} = \omega_{A_1} + \omega_{A_2} = \omega_{B_{\Delta}} + \omega_{A_2}, \quad (2.17)$$

де $\omega_{A_{\Delta}}$; ω_{A_1} ; ω_{A_2} ; ω_{B_1} ; ω_{B_2} ; $\omega_{B_{\Delta}}$ – похибки відповідних ланок розмірних ланцюгів;

ω_{B_1} і $\omega_{B_{\Delta}}$ – сума допусків на розміщення отвору після свердління і розвертання;

$\omega_{B_2} = 0,9$ мм – допуск заготовки;

ω_{A_2} – сума похибок при чорновому, чистовому, тонкому розточуванні;

$$\omega_{B_1} = \omega_{B_{\Delta}} = 0,17 + 0,007 = 0,177 \text{ мм}$$

$$\omega_{A_2} = 600 + 20 + 6 = 626 \text{ мкм} = 0,626 \text{ мм}$$

$$\omega_{A_{\Delta}} = 0,177 + 0,626 = 0,803 \text{ мм}$$

2.4 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

У масовому та багатосерійному виробництві користуються розрахунково-аналітичним методом розрахунків припусків на кожному технологічному

переході [14].

Для досягнення необхідної точності заданих поверхонь вибираємо припуски та механічну обробку.

Для двох отворів Ø80K7 проводимо аналітичні розрахунки, а для решти поверхонь розрахунки табличним методом.

Для отвору Ø80K7^(+0,009/-0,021) сумарне значення R_z і T для заготовки дорівнює 200 і 100. Після першого технологічного переходу чорнове розточування: $R_z=50$; $T=50$.

Після другого технологічного переходу чистове розточування: $R_z=25$; $T=20$.

Значення відхилень просторових для заготовки даного типу визначаємо по формулі:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2}, \quad (2.18)$$

де $\rho_{кор}$ – величина короблення;

$\rho_{зм}$ – величина зміщення.

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2}, \quad (2.19)$$

де Δk – допуск на заготовку після лиття в кокіль;

$\Delta k = 0,7$ мм.

d – доміантний розмір, $d = 80$ мм;

l – довжина отворів, $l = 116$ мм.

$$\rho_{кор} = \sqrt{(80 \cdot 0,7)^2 + (0,7 \cdot 116)^2} = 262,8 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta \Gamma}{2}\right)^2}, \quad (2.20)$$

де δB і $\delta \Gamma$ – допуски на розміри B і Γ по класу точності, $\delta B = 0,7$; $\delta \Gamma = 0,7$.

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{0,7}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,7}{2}\right)^2} = 494,97 \text{ мкм}$$

Таким чином, сумарне значення просторового відхилення після чорнового розточування:

$$\rho_3 = \sqrt{262,8^2 + 494,97^2} = 560,4 \text{ мкм}$$

Величина залишкового відхилення після чорнового розточування:

$$\rho_i = K_y \cdot \rho_3, \quad (2.21)$$

де K_y – коефіцієнт уточнення форми для чорнового розточування; $K_y = 0,05$;

$$\rho_i = 0,05 \cdot 560,4 = 28,05 \text{ мкм}$$

Похибки встановлення при чорновому розточуванні визначаємо по формулі:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.22)$$

де ε_0 – похибка базування;

ε_3 – похибка закріплення заготовки.

Похибка базування в даному випадку виникає за рахунок переносу заготовки в горизонтальній площині при установці її на пальці приспособлення. Перенос при цьому виникає через загортання між найбільшим діаметром установчих отворів і найменшим діаметром пальців, який визначається за формулою:

$$S_{\max} = \delta_A + \delta_B + S_{\min}, \quad (2.23)$$

де δ_A – допуск на отвір; $\delta_A = 0,044$ мм;

δ_B – допуск на діаметр пальця; $\delta_B = 0,014$ мм;

S_{\min} – мінімальний зазор між діаметром пальця і отвору; $S_{\min} = 0,013$ мм.

Найбільший кут повороту заготовки на пальцях:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_{\max}}{B}, \quad (2.24)$$

де $B = \sqrt{88^2 + 100^2} = 133,2$ (88 і 100 мм відстані між отворами Ø15Н9 з креслення);

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,013 + 0,043 + 0,014}{133,2} = 0,0004 \text{ мм}$$

Похибка базування на довжині оброблюваного отвору складає:

$$\varepsilon_{\delta 1} = l \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.25)$$

$$\varepsilon_{\delta 1} = 116 \cdot 0,0004 \approx 46,4 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3 = 160 \text{ мкм.}$$

Похибка установки при чорновому розточуванні:

$$\varepsilon_i = \sqrt{46,4^2 + 160^2} = 167 \text{ мкм}$$

Для чистового розточування: $R_z=20$; $T=25$.

Величину залишкового просторового відхилення визначаємо за формулою:

$$\rho_2 = K_y \cdot \rho_i, \quad (2.26)$$

де K_y – коефіцієнт, $K_y=0,04$.

$$\rho_2 = 0,04 \cdot 28,02 = 1,12 \text{ мкм}$$

Похибка встановлення:

$$\varepsilon_{\delta i} = \varepsilon_{\delta 2} = 167 \text{ мкм}$$

Для тонкого розточування: $R_z=5 \text{ мкм}$; $T=5 \text{ мкм}$.

Величина залишкового просторового відхилення:

$$\rho_3 = K_y \cdot \rho_2, \quad (2.27)$$

де K_y – коефіцієнт (уточнення форми для тонкого розточування), $K_y=0,02$.

$$\rho_3 = 0,02 \cdot 1,12 = 0,022 \text{ мкм}$$

Залишкова похибка встановлення при тонкому розточуванні:

$$\varepsilon_3 = 0,05 \cdot \varepsilon_{\delta 2} + \varepsilon_i, \quad (2.28)$$

Так, як обробка проводиться з однієї установки:

$$\varepsilon_i = 0$$

$$\varepsilon_3 = 0,05 \cdot 167 = 8,35 \text{ мкм}$$

На основі записаних даних проводим розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.29)$$

Мінімальний припуск під чорнове розточування:

$$2Z_{\min} = 2(200 + 100 + \sqrt{560,4^2 + 167^2}) = 1769,5 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск під чистове розточування:

$$2Z_{\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{28,02^2 + 167^2}) = 538,6 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск під тонке розточування:

$$2Z_{\min} = 2(20 + 25 + \sqrt{1,12^2 + 8,35^2}) = 106,8 \text{ мкм}$$

Розраховуємо максимальне значення міжопераційних припусків

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + T_i + T_{i-1}, \quad (2.30)$$

Максимальний припуск під чорнове розточування: $T_g = 700 \text{ мкм}$;
 $T_{2\text{розт.}} = 100 \text{ мкм}$.

$$Z_{1\max} = 1769,5 + 700 + 100 = 2569,5 \text{ мкм}$$

Максимальний припуск під чистове розточування: $T_{\text{чист.розт.}} = 40 \text{ мкм}$.

$$Z_{2\max} = 538,6 + 40 + 100 = 678,6 \text{ мкм}$$

Максимальний припуск під тонке розточування: $T_{\text{тонк.розт.}} = 30 \text{ мкм}$.

$$Z_{3\max} = 106,8 + 30 + 40 = 176,8 \text{ мкм}$$

Найменший розмір заготовки визначаємо за формулою:

$$A_{i-1\max} = A_{i\min g} - \sum_{i=1}^n Z_{i\min} - \sum_{i=1}^n T_i, \quad (2.31)$$

$$\sum_{i=1}^n Z_{i\min} = 1769,5 + 538,6 + 106,8 = 2414,9 \text{ мкм}$$

$$\sum_{i=1}^n T_i = 700 + 100 + 40 + 30 = 870 \text{ мкм}$$

$$A_{i\min g} = 79,979 \text{ мм (з креслення)}$$

$$A_{i-1\max} = 79,979 - 2,414 - 0,87 = 76,695 \text{ мм}$$

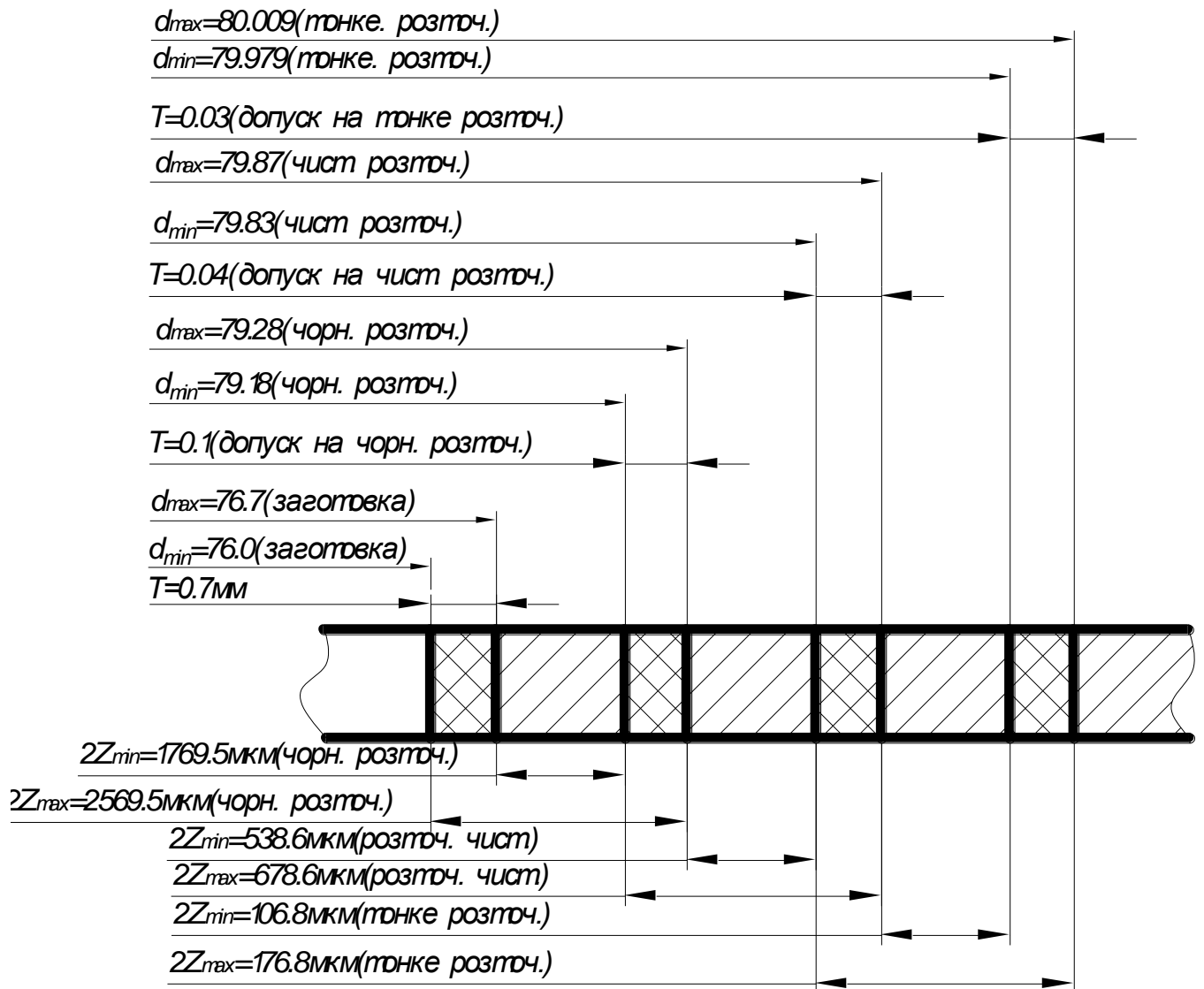


Рис. 2.4 – Схема припусків на обробку заготовки отвору $\varnothing 80K7$

Сумарний припуск визначаємо по зведеній таблиці 2.3.

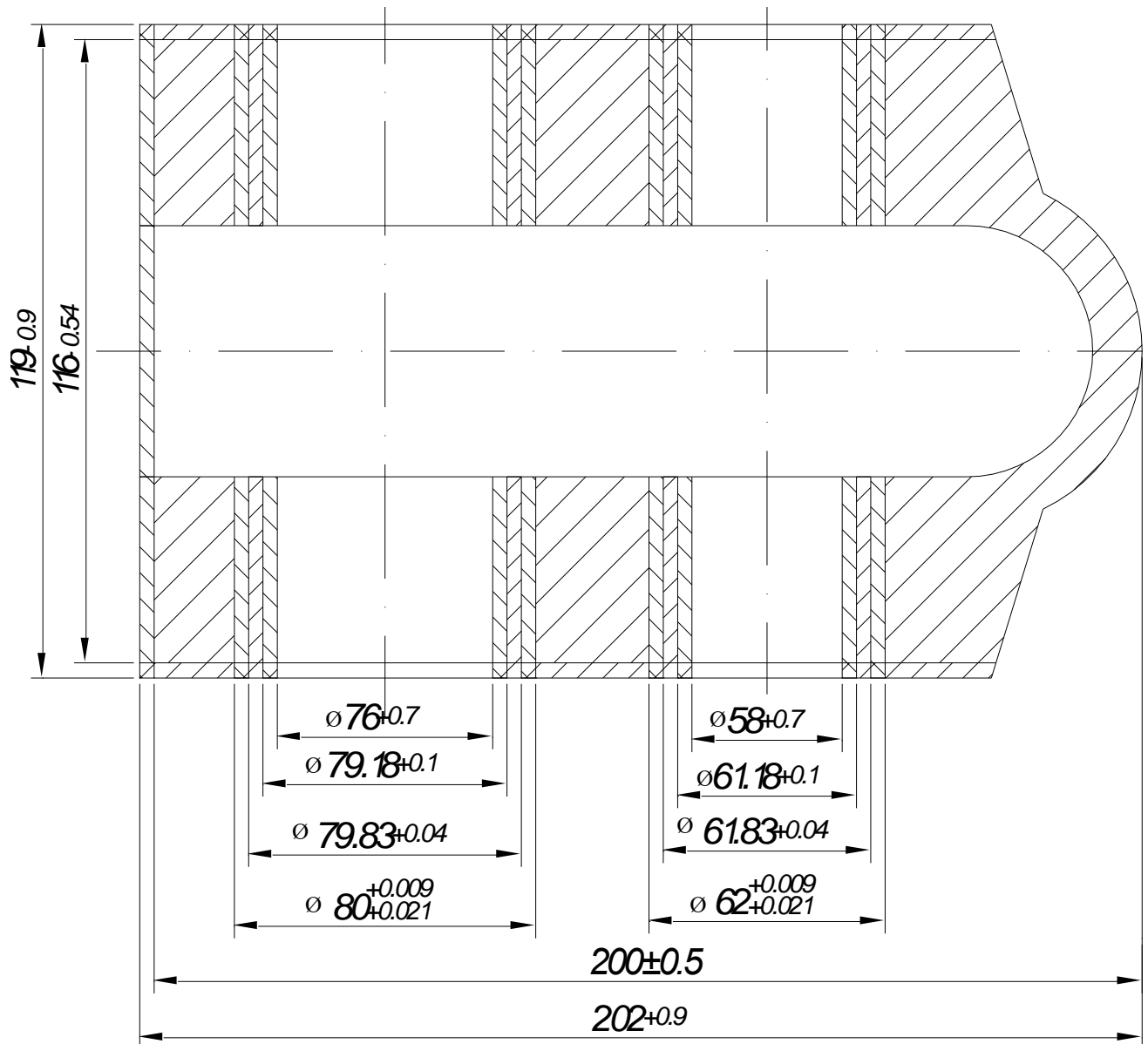


Рисунок 2.5 – Ескіз заготовки корпуса мультиплікатора ПОЖ 16.001

2.5 Вибір різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів

Визначення режимів різання та технологічного обладнання для розточування двох отворів $\text{Ø}80\text{k}7$ проводимо аналітичним методом, а для решти поверхонь табличним [17].

1. Розточування двох отворів $\text{Ø}62\text{k}7$ і двох отворів $\text{Ø}80\text{k}7$ двошпиндельною розточною головкою. Розрахунок проводимо для чистового розточування.

2. Інструмент – двошпindelна розточувальна головка. Матеріал ріжучої частини ВКЗМ $\varphi = 90^\circ$.

3. Глибина різання $t = 1$ мм.

4. Подача $S = 0,2$ мм/об.

5. Стійкість інструмента $T = 150$ хв.

6. Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot S^{Y_v}} \cdot K_v, \quad (2.32)$$

де враховуючи коефіцієнт 0,9 (див. примітку) $C_v = 485$; $X_v = 0,12$; $Y_v = 0,25$; $m = 0,8$.

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v} \cdot K_{\varphi_v} \cdot K_{q_v}, \quad (2.33)$$

де $K_{M_v} = 1,0$;

$K_{n_v} = 0,9$;

$K_{u_v} = 1,0$;

$K_{\varphi_v} = 0,7$;

$K_{q_v} = 1,0$.

$$K_v = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 0,63$$

$$V = \frac{485}{150^{0,28} \cdot 1^{0,12} \cdot 0,2^{0,25}} \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 179,29 \text{ м/хв}$$

7. Частота обертання шпинделя визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \quad (2.34)$$

де D – діаметр оброблюваного отвору, $\varnothing 80$;

$$n = \frac{1000 \cdot 179,29}{3,14 \cdot 80} = 713,7 \text{ хв}^{-1}.$$

Так, як в нас два отвори $\varnothing 80k7$ і два отвори $\varnothing 62k7$ оброблюються одночасно, то частоту обертання шпинделя не перераховуємо.

8. Сила різання визначається за формулою:

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot u^{n_p} \cdot K_p, \quad (2.35)$$

де $C_p = 40$;

$$x_p=1,0;$$

$$y_p=1,0;$$

$$n_p=0;$$

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{jp} \cdot K_{\Delta p} \cdot K_{\Gamma p}, \quad (2.35)$$

де $K_{Mp}=1,9$; $K_{\varphi p}=1,1$; $K_{jp}=1,9$; $K_{\Delta p}=1,0$; $K_{\Gamma p}=0,93$ [15].

$$K_p = 1,9 \cdot 1,1 \cdot 1,9 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 3,7$$

$$P_z = 40 \cdot 1^1 \cdot 0,2^1 \cdot 109,29^0 \cdot 3,7 = 29,6 \text{ Н}$$

9. Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{102 \cdot 60}, \quad (2.36)$$

$$N = \frac{29,6 \cdot 179,29}{102 \cdot 60} = 0,86 \text{ кВт.}$$

10. Потужність головного привода визначаємо за формулою:

$$N_{\text{дв.}} = \frac{N_{Pz}}{0,75}, \quad (2.37)$$

$$N_{\text{дв.}} = \frac{0,86}{0,75} = 1,15 \text{ кВт.}$$

Враховуючи одночасну обробку чотирьох отворів:

$$N_{\text{дв.}} = 1,15 \cdot 4 = 4,6 \text{ кВт.}$$

11. Згідно проведених розрахунків вибираємо горизонтально-розточувальний верстат 2М615:

Потужність приводу 5,2 кВт.

Частота обертання шпинделя $22 \div 1760$ об/хв

Подача $20 \div 1600$ мм/хв.

12. Коректуємо режими різання згідно з верстатом:

$$S_{xg} = S_0 \cdot n, \quad (2.38)$$

де $S_0=0,2$ мм/об;

$$n=713,7 \text{ хв}^{-1}.$$

$$S_{xg} = 0,2 \cdot 713,7 = 142,74 \text{ мм/хв.}$$

Приймаємо: $S_{xg}=140$ мм/хв.;

$$n=700 \text{ хв}^{-1}$$

тоді

$$S_0 = \frac{140}{700} = 0,2 \text{ мм/об.}$$

Робимо перерахунок швидкості різання:

$$V = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 700}{1000} = 175,84 \text{ м/хв.}$$

$$N_{Pz} = \frac{29,6 \cdot 175,84}{102 \cdot 60} = 0,85 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{0,85}{0,75} = 1,13 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{дв}} = 1,13 \cdot 4 = 4,52 \text{ кВт}$$

Таким чином, скоректовані по верстату режими різання задовольняють умови роботи верстату.

Наступні режими різання знаходимо табличним методом і заносимо у таблицю 2.4.

2.6 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

Норма штучного часу в умовах багатосерійного виробництва визначається за формулою [17]:

$$T_{\text{шт.}} = T_0 + T_{\text{д}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{від}}, \quad (2.39)$$

де T_0 – основний технологічний час;

$T_{\text{д}}$ – допоміжний час;

$T_{\text{тех}}$ – час на технічне обслуговування;

$T_{\text{орг}}$ – час на організаційне обслуговування;

$T_{\text{від}}$ – час на відпочинок.

Для операції 005 *Вертикально-фрезерна* проводимо розрахунки аналітичним методом, а для решти операцій – табличним.

Вихідні дані: $l = 192 \text{ мм}$; $D = 160 \text{ мм}$; $S \text{ мм/об} = 0,4$.

Основний технологічний час визначаєм за формулою:

$$T_0 = \frac{L_{px,m}}{S_{mm/об}}, \quad (2.40)$$

де L_{px} – довжина робочого ходу;

$$L_{px} = l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.41)$$

$$l_1 = 192 \text{ мм}; \quad l_2 + l_3 = D = 160 \text{ мм}$$

$$L_{px} = 192 + 160 = 352 \text{ мм} = 0,352 \text{ м}$$

$$T_0 = \frac{0,352}{0,4} = 0,88 \text{ хв.}$$

Знаходимо допоміжний час за формулою:

$$T_{\partial} = (T_{вс} + T_{з.о.} + T_{ун} + T_{вим}) \cdot R_{tb}, \quad (2.42)$$

де $T_{вс}$ – час на встановлення;

$T_{з.о.}$ – час на закріплення і зняття.

$$T_{вс} + T_{з.о.} = 0,19 \text{ хв.}$$

$T_{ун}$ – час на управління верстатом;

$$T_{ун} = 0,3 \text{ хв.}$$

$T_{вим}$ – час на вимірювання;

$$T_{вим} = 0,23 \text{ хв.}$$

R_{tb} – коефіцієнт часу;

$$R_{tb} = 1,1$$

$$T_{\partial} = (0,19 + 0,3 + 0,23) \cdot 1,1 = 0,8 \text{ хв.}$$

Знаходимо час на технічне обслуговування за формулою:

$$T_{mex} = \frac{T_0 \cdot t_{зм}}{240}, \quad (2.43)$$

де $t_{зм}$ – час на зміну інструменту;

$$t_{зм} = 3,1 \text{ хв.}$$

$$T_{mex} = \frac{0,88 \cdot 3,1}{240} = 0,001 \text{ хв.}$$

Знаходимо час обслуговування і відпочинок як процент від оперативного часу за формулами:

$$T_{opz} = \frac{T_{on.} \cdot \Pi_{об.}}{100} \% , \quad (2.44)$$

де $\Pi_{об.}$ – затрати часу на обслуговування в процентному відношенні до оперативного:

$$T_{об.} = 1,4\% .$$

$$T_{on.} = T_0 + T_{\phi} , \quad (2.45)$$

$$T_{on.} = 0,88 + 0,8 = 1,68 \text{ хв.}$$

$$T_{opz} = \frac{1,68 \cdot 1,4}{100} = 0,02\%$$

$$T_{від.} = \frac{T_{on.} \cdot \Pi_{від.}}{100} \% , \quad (2.50)$$

де $\Pi_{від.}$ – затрати часу на відпочинок в процентному відношенні до оперативного:

$$T_{від.} = 7\% .$$

$$T_{від.} = \frac{1,68 \cdot 7}{100} = 0,12\%$$

$$T_{ум.} = 1,68 + 0,8 + 0,01 + 0,02 + 0,12 = 2,63 \text{ хв.}$$

Таблиця 2.5 – Розрахунки норм часу технологічного процесу

№ операції, назва та зміст переходів	T_0 хв.	T_0 хв.			T_{mex} хв.	$T_{від.}$ хв.	T_{opc} хв.	$T_{он.}$ хв.	$T_{ум.}$ хв.
		$T_{oc} + T_{з.о.}$ хв.	T_{yn} хв.	$T_{вим}$ хв.					
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10
050 Вертикально фрезерна Фрезерувати пов. 1 R_z40	0,88	0,19	0,3	0,23	0,01	0,12	0,2	1,68	2,79
030 Агрегатна 1. Свердлити послідовно два отвори $\varnothing 14^{+0,2}$. 2. Зенкерувати послідовно два отвори $\varnothing 14^{+0,2}$ до $\varnothing 14,7^{+0,05}$. 3. Розвернути послідовно два отвори $\varnothing 14^{+0,2}$ до $\varnothing 15H9$. 4. Зенкерувати послідовно дві фаски $1,6 \times 45^0$.	0,67	0,19	0,5	0,21	0,02	0,12	0,02	1,67	1,83
015 Поздовжньо-фрезерна Фрезерувати одночасно поверхні 3 і 4 в розмір $116_{-0,54}$	0,98	0,25	0,4	0,16	0,02	0,13	0,02	1,88	2,05
020 Горизонтально-розточувальна 1. Розточити одночасно два отв. $\varnothing 79,28$ і два отв. $\varnothing 61,28$ начорно. 2. Розточити одночасно два отв. $\varnothing 79,28$ і два отв. $\varnothing 61,28$ начисто	1,2	0,25	0,4	0,16	0,19	0,15	0,02	2,1	2,46
0,25 Алмазно-розточувальна 1. Розточити одночасно два отв. $\varnothing 79,87$ до $\varnothing 80K7$ і два отв. $\varnothing 61,87$ до $62K7$ тонко. 2. Розточити одночасно дві фаски $1,6 \times 30^0$.	0,6	0,25	0,4	0,3	0,2	0,04	$0,00_9$	0,63	0,88
030 Агрегатна 1. Свердлити послідовно чотири отвори $\varnothing 10,2^{+0,12}$ з одночасним утворенням 4 фасок $1,6 \times 45^0$. 2. Свердлити послідовно чотири отвори $\varnothing 6,7^{+0,12}$ з одночасним утворенням 4 фасок $1,6 \times 45^0$. 3. Свердлити послідовно чотири от- вори $\varnothing 6,7^{+0,12}$ з одночасним утворен- ням 4 фасок $1,6 \times 45^0$. 4. Свердлити два отвори послідовно $\varnothing 10,2^{+0,12}$ з одночасним утворенням двох фасок $1,6 \times 45^0$. 5. Цекувати два отвори послідовно	2,06	0,25	0,5	0,21	0,06	0,14	0,03	2,09	2,32

Продовження таблиці 2.5

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
6. Нарізати послідовно різь в шести отворах $\varnothing 10,2^{+0,12}$ <i>M12-6H</i> . 7. Нарізати послідовно різь в восьми отворах $\varnothing 6,7^{+0,12}$ <i>M12-6H</i>									
035 Агрегатна 1. Свердлити послідовно чотири отвори $\varnothing 6,7^{+0,12}$ з одночасним утворенням 4 фасок $1,6 \times 45^0$. 2. Свердлити послідовно чотири отвори $\varnothing 10,2^{+0,12}$ з одночасним утворенням 4 фасок $1,6 \times 45^0$. 3. Свердлити послідовно шість отворів $\varnothing 6,7^{+0,12}$ з одночасним утворенням шести фасок $1,6 \times 45^0$. 4. Нарізати послідовно різь в десяти отворах $\varnothing 6,7^{+0,12}$ <i>M8-6H</i> . 5. Нарізати послідовно різь в чотирьох отворах $\varnothing 10,2^{+0,12}$ <i>M12-6H</i> .	2,0	0,25	0,5	0,21	0,06	0,14	0,03	2,03	2,26

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір пристосувань для механічної обробки

3.1.1 Вибір і обґрунтування принципу дії пристрою, структурної схеми
Вибір принципу дії, структурної схеми пристрою для оброблення поверхонь 3, 4 в розмір 116 одночасно.

Для оброблення поверхонь 3, 4 в розмір 116 одночасно використовуємо клинороліковий механізм з фіксацією заготовки за допомогою прихватів із пружинами.

Вихідними даними для проектування пристрою є [1]:

1. Тип виробництва.

Оскільки ми маємо великосерійне виробництво ($N = 60000$), то необхідно передбачити в конструкції пневматичний (гідравлічний) затиск заготовок.

2. Модель обладнання.

Конструкція пристрою повинна бути узгоджена з установчими елементами столів верстатів.

3. Режими різання на даній технологічній операції (сила різання).

Сила різання на даній технологічній операції необхідна для визначення сили закріплення заготовки при її орієнтації в пристрої із умови забезпечення нерухомого положення заготовки в процесі оброблення.

Оброблювана заготовка встановлюється на площину та повнопродільний і зрізаний пальці (комплект баз: площина і два отвори) і за допомогою прихватів із пружинами здійснюється через виступи в заготовці, при чому визначальним фактором є сила пружини при закріпленні є сила стиску пружини. У якості привода вибираємо пневмоциліндр. Пневматичний затиск суттєво збільшує похибку закріплення. Недоліком даного пристрою є залежність нормальної роботи пристрою від точності розрахунку пружин механізмів.

Аналіз нормальної компоновки конструктивних схем виконуємо на основі сумарних коефіцієнтів ваг:

$$K_{\Sigma n} = K_1 \cdot 0,5 + K_2 \cdot 0,4 + K_3 \cdot (-0,2) + K_4 \cdot (-0,2) + K_5 \cdot 0,4, \quad (3.1)$$

де $K_{\Sigma n}$ - коефіцієнт ваги;

K_1 - коефіцієнт, що характеризує володіння властивістю самогальмування;

K_2 - коефіцієнт підсилення;

K_3 - коефіцієнт, що характеризує передавальних механізмів;

K_4 - коефіцієнт, що визначає кількість проміжних ланок;

K_5 - коефіцієнт, що характеризує компактність пристрою.

Схеми конкуруючих компоновок пристрою, зображено на рисунках 3.1 - 3.4.

На основі аналізу компоновок пристроїв формуємо таблицю 3.1

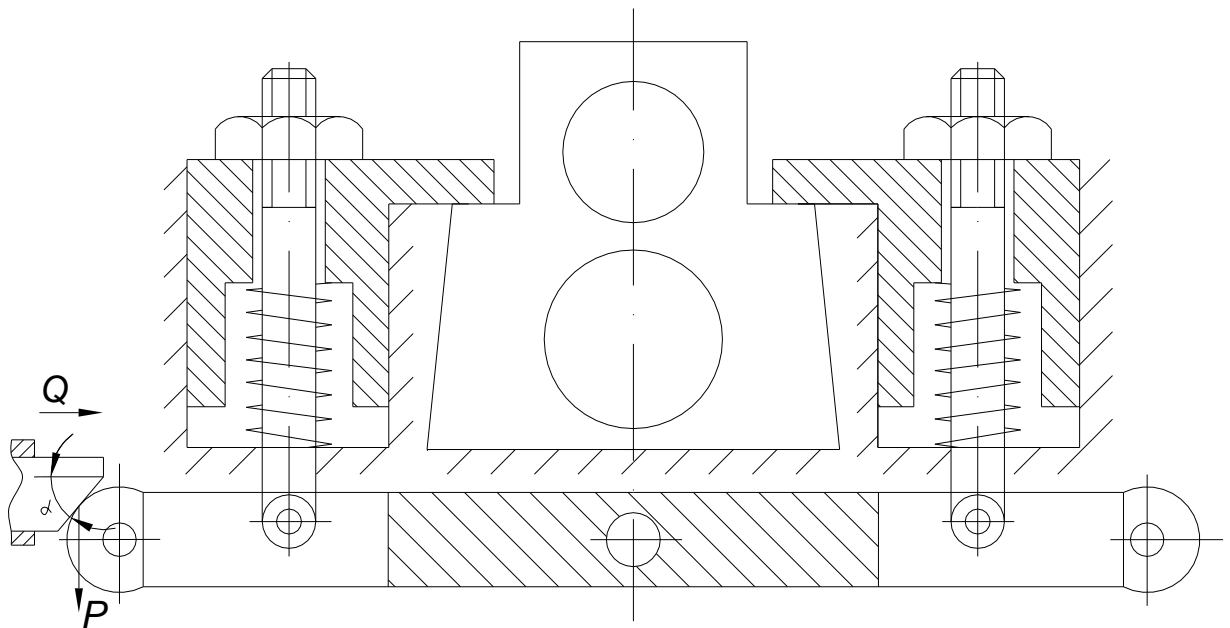


Рисунок 3.1 – Схема 1 компоновки пристрою

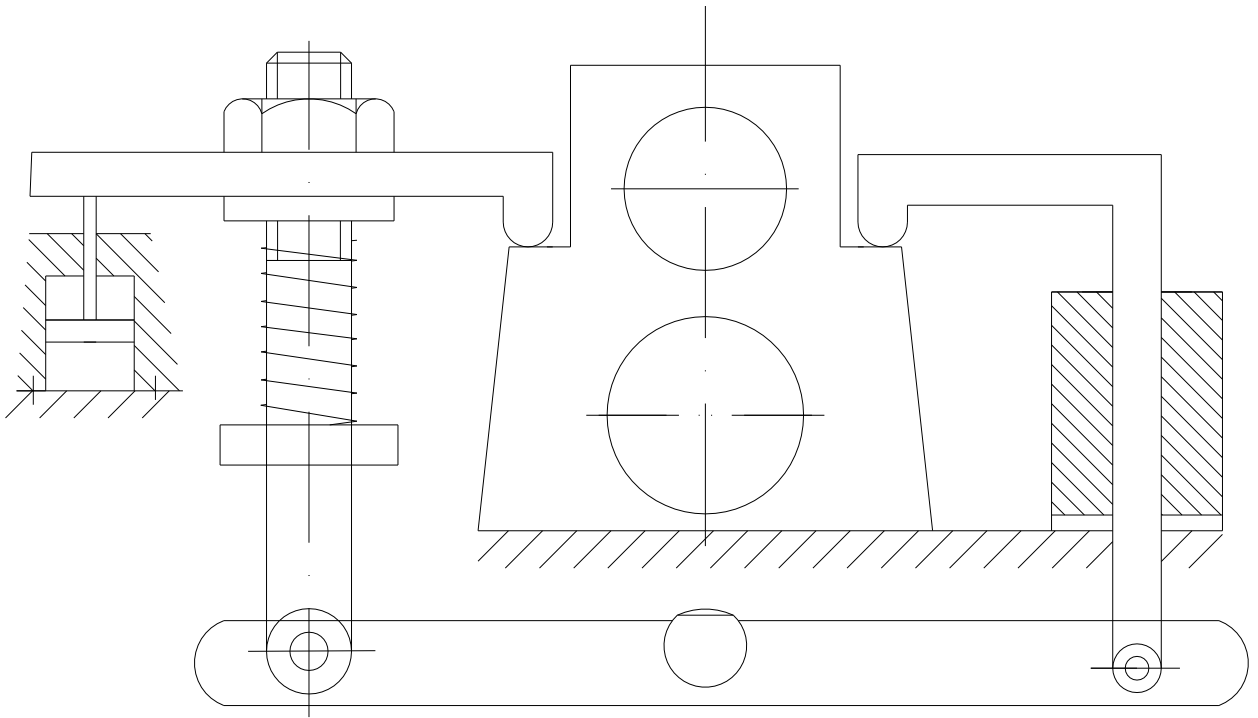


Рисунок 3.2 – Схема 2 компоновки пристрою

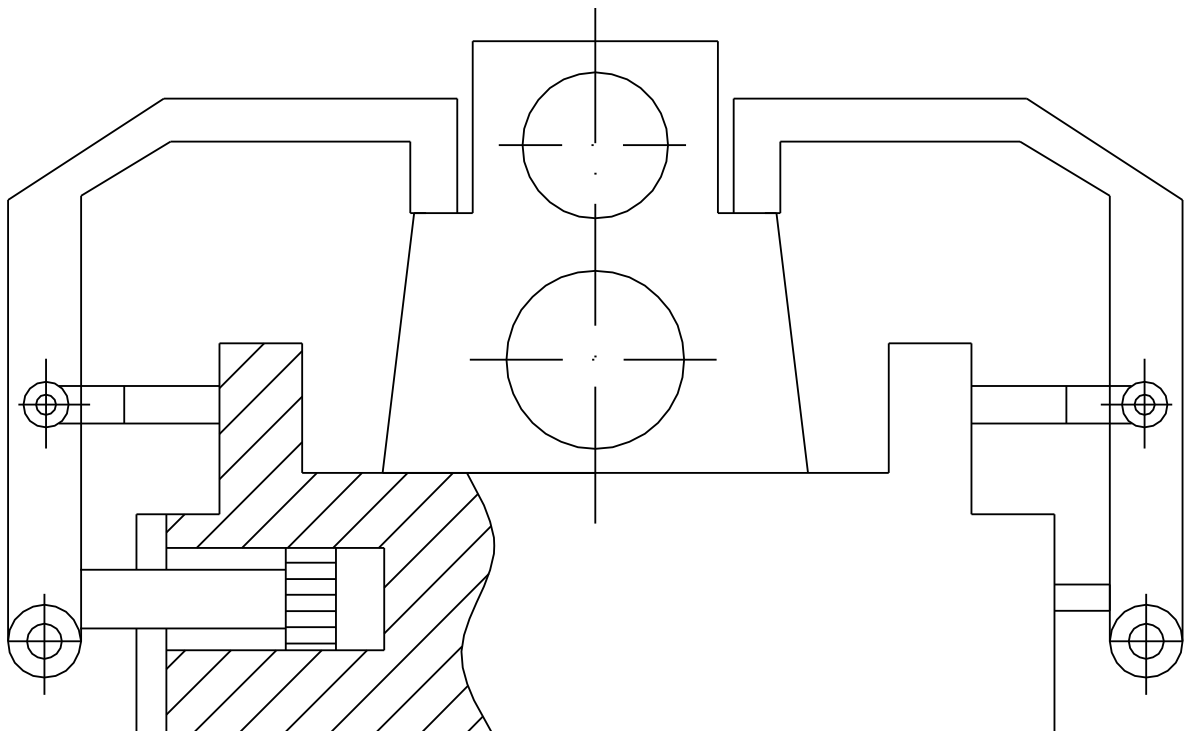


Рисунок 3.3 – Схема 3 компоновки пристрою

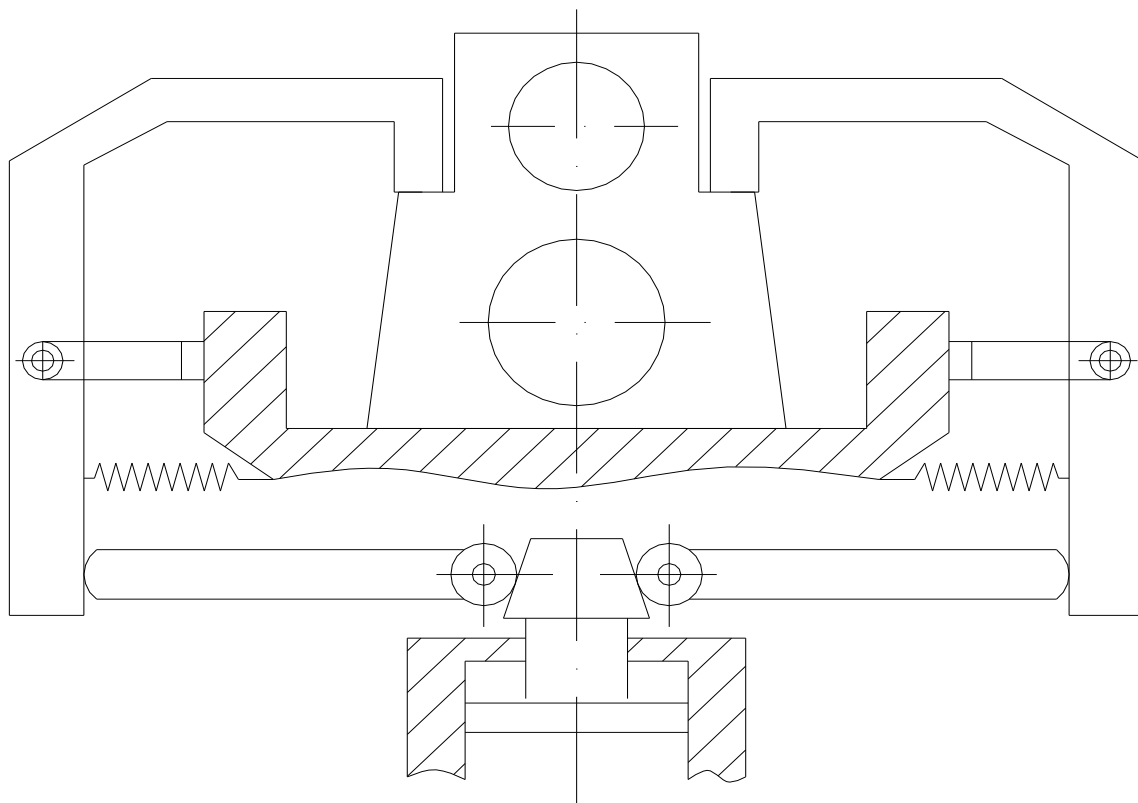


Рисунок 3.4 – Схема 4 компоновки пристрою

Таблиця 3.1 – Визначення сумарних коефіцієнтів ваг для конкуруючих компоновок пристрою

Критерій оцінки № схеми	Оптимальний коефіцієнт підсилення	Володіння властивістю самогальмування	Кількість передавальних механізмів	Наявність проміжної ланки	Компактність	Критерій оцінки компоновочних схем за коеф. ваги
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	$K_{\Sigma n}$
1	2	1	2	1	3	2,0
2	3	1	2	1	1	1,7
3	1	0	2	1	1	0,3
4	1	0	3	2	2	0,3
Вага критерію	+0,5	-0,4	-0,2	-0,2	+0,4	X

Розраховуємо сумарний коефіцієнт ваги для кожної схеми:

Схема 1: $K_{\Sigma 1} = 2 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,4 + 2 \cdot (-0,2) + 1 \cdot (-0,2) + 3 \cdot 0,4 = 2,0$

Схема 2: $K_{\Sigma 2} = 3 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,4 + 2 \cdot (-0,2) + 1 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 = 1,7$

Схема 3: $K_{\Sigma 3} = 1 \cdot 0,5 + 1 \cdot 0,4 + 2 \cdot (-0,2) + 1 \cdot (-0,2) + 1 \cdot 0,4 = 0,3$

Схема 4: $K_{\Sigma 4} = 1 \cdot 0,5 + 0 \cdot 0,4 + 3 \cdot (-0,2) + 2 \cdot (-0,2) + 2 \cdot 0,4 = 0,3$

3.1.2 Силовий розрахунок параметрів приводу

Сила затиску повинна забезпечувати надійний контакт заготовки з установчими елементами, попереджувати її зміщення та вібрації в процесі обробки [1].

Схема базування установки активних та реактивних сил подана на рисунку 3.5.

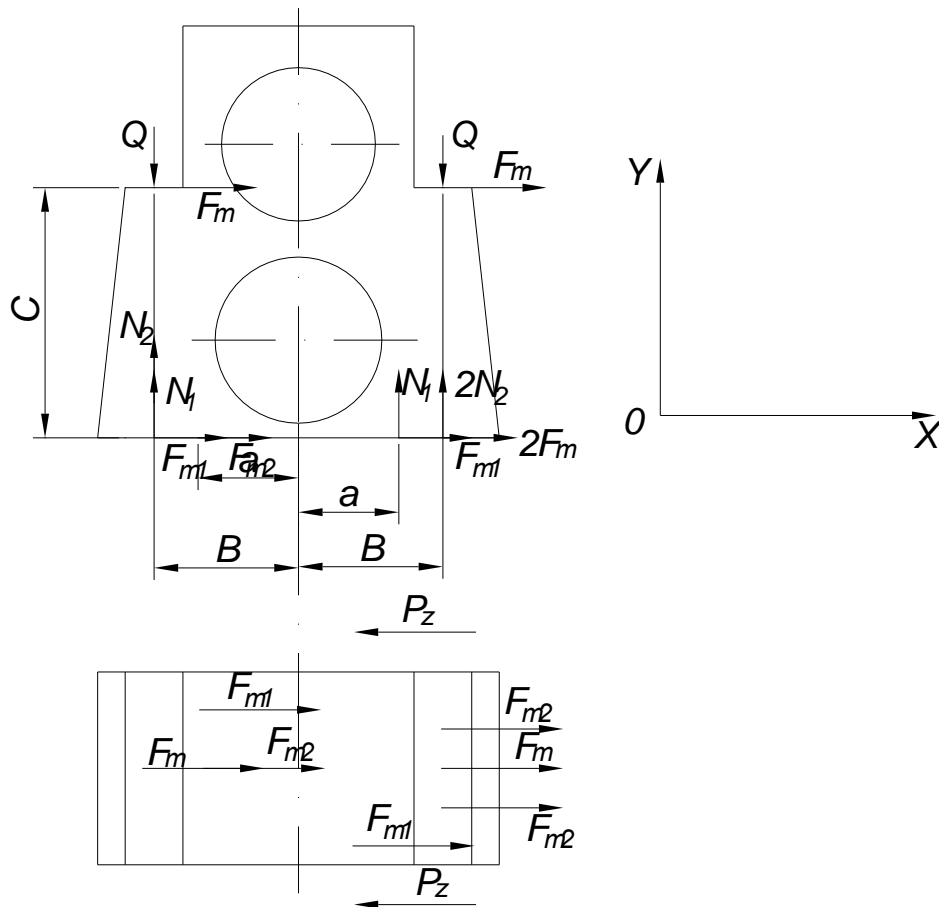


Рисунок 3.5 – Схема базування заготовки

Приймаємо такі умови:

- сили закріплення при хватах на двох полицках рівні;

— реакції обох пальців однаково напрямлені і рівні за абсолютною величиною;

— реакції трьох точок установочної площини однаково напрямлені та рівні за модулем.

Оптимальна сила затиску визначається з умови

$$\begin{aligned} \Sigma X_i = 0 \quad & 2F_T + 2F_{T1} + 3F_{T2} - 2KP_Z = 0 \\ & 2F_T + 2F_{T1} + 3F_{T2} = 2KP_Z \end{aligned}$$

де F_T , F_{T1} , F_{T2} - складові сили тертя;

P_Z - сила різання;

K - коефіцієнт запасу (приймаємо $1,2 \pm 1,4$)

Кожна складова сили тертя може бути представлена як добуток нормальних сил реакції опори N_i та коефіцієнту тертя заготовки по поверхні опори f_i :

$$F_{Ti} = N_i \cdot f_i, \quad (3.2)$$

Звідси,

$$F_T = Q \cdot f_1$$

$$F_{T1} = N_1 \cdot f_2$$

$$F_{T2} = N_2 \cdot f_3$$

Складаємо ще два допоміжні рівняння, оскільки маємо три невідомих N_1 , N_2 , Q :

$$\begin{cases} 2N_1 + 3N_2 = 2Q \\ -Q(b+a) + N_2(b+a) + N_1 2a - 2F_T c - 2N_2(b-a) + Q(b-a) = 0 \end{cases}, \quad (3.3)$$

Прийнявши $f_1 = f_2 = f_3 = f$, спростивши (4.3), формуємо систему 3-х рівнянь

$$\begin{cases} 2 \cdot Q \cdot f + 2N_1 \cdot f + 3N_2 \cdot f = 2KP_Z \\ 2N_1 + 3N_2 = 2Q \\ -Q(b+a) + 2F_T c + N_1 2a + N_2 2a - 2N_2(b-a) + Q(b-a) = 0 \end{cases}, \quad (3.4)$$

$$N_1 = \frac{2Q - 3N_2}{2}, \quad (3.5)$$

$$N_1 = \frac{2Q \cdot fc}{2b + 3a}, \quad (3.6)$$

$$2Qf + 2Qf - 3N_2 f + 3N_2 f = 2KP_Z, \quad (3.7)$$

$$4Qf = 2KP_z, \quad (3.8)$$

$$Q = \frac{KP_z}{2}, \quad (3.9)$$

де

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (3.10)$$

$$C_p = 92; x = 10; y = 0,75; n = 0; K_p = 0,9; T = 1,6; S = 0,3; v = 85,5.$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,6^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 85,5^0 \cdot 0,9 = 5370,2 \text{ Н}$$

$$Q = \frac{1,2 \cdot 5370,2}{2} = 3222,12 \text{ Н}$$

Отже сила затиску рівна $Q = 3222,12 \text{ Н}$.

Розрахуймо зусилля на штоці приводу.

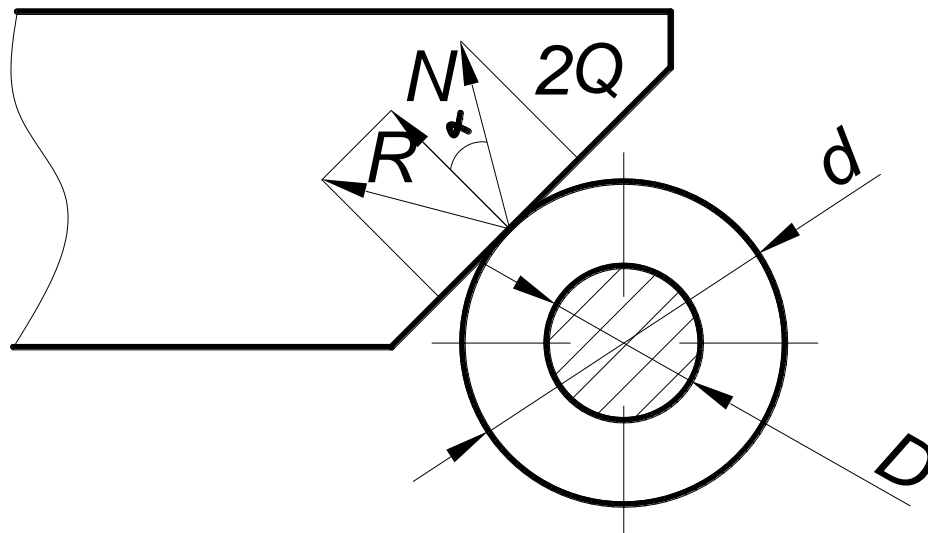


Рисунок 3.6 – Схема розрахунку зусилля на штоці приводу

Для схеми зусилля приводу визначають за формулою [2]:

$$W = 2 \cdot Q \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + \operatorname{tg} \varphi_{np}} d, \quad (3.11)$$

де $\operatorname{tg} \varphi_{np}$, $\operatorname{tg} \varphi_1$ - коефіцієнт тертя;

α - кут нахилу клина

d, D - діаметр ролика

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = 0,1, \quad \alpha = 30^\circ$$

$$\varphi_{np} = \arctg \varphi \frac{d}{D}, \quad (3.12)$$

Із конструктивних міркувань:

$$d = 16 \text{ мм}; D = 38 \text{ мм}; \text{tg} \varphi = 0.1; \varphi = 5^\circ 43'$$

$$\varphi_{np} = \arctg 0,1 \cdot \frac{16}{38} = 2^\circ 24'$$

Тоді

$$W = 2 \cdot 3222,12 \cdot \frac{1}{\text{tg}(30^\circ + 2^\circ 24') + 0,1} \approx 3182 \text{ Н}$$

Отже, зусилля на штоці приводу складає 3182 Н.

Розрахунок переміщення поршня циліндра.

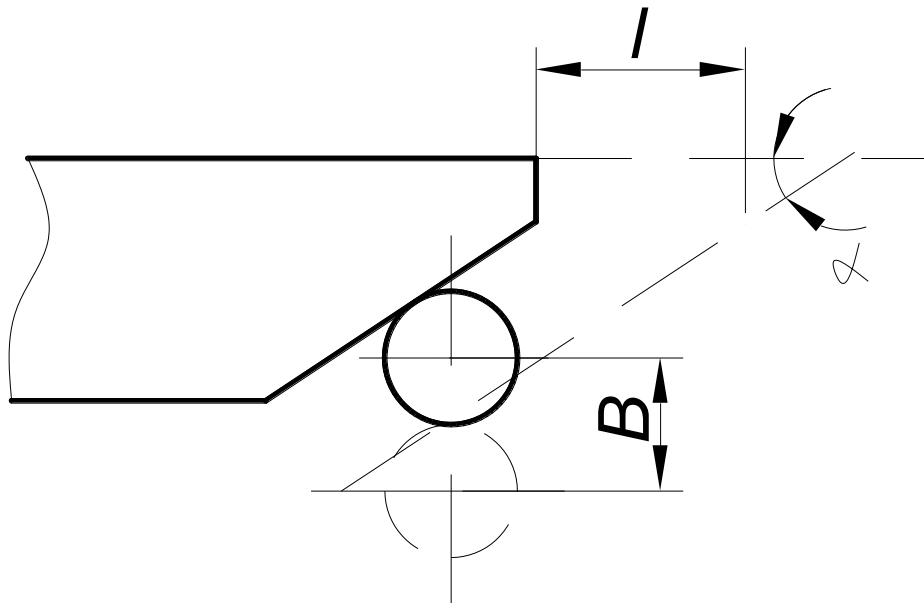


Рисунок 3.7 – Схема для розрахунку переміщення поршня циліндра

$$l = \frac{B}{\text{tg} \alpha}, \quad (3.13)$$

$$l = \frac{17}{\text{tg} 45^\circ} = 35,53 \text{ мм}$$

Вибираємо пневмоциліндр 1011-200x40 $D_{\text{цил}} = 200 \text{ мм}; d_{\text{шт}} = 45 \text{ мм}; l_{\text{роб}} = 40 \text{ мм}$, який при тиску в пневмосистемі 0,4 МПа розвиває робоче зусилля на штоці 3500Н.

3.1.3 Розрахунок пристрою на точність

Похибка пристрою визначається сукупністю технологічних факторів [2]:

$$\varepsilon_{np} = \sigma - R \sqrt{(R_1 \cdot \varepsilon_\sigma)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{всм}^2 + \varepsilon_n^2 + (R_2 \cdot \omega)^2}, \quad (3.14)$$

де ε_{np} - похибка пристрою, мм;

δ - допуск на відповідний розмір розташування оброблюваної поверхні заготовки, заданого на кресленні, мм;

ε_3 - похибка, що виникає в результаті деформації заготовки та пристрою на верстаті;

$\varepsilon_{всм}$ - похибка встановлення пристрою на верстаті

ε_n - похибка встановлення та зміщення металорізального та допоміжного інструменту, яке пов'язане з точність виготовлення напрямних елементів пристрою;

R – коефіцієнт, який враховує можливість зміщення від закону нормального розподілу окремих складових; приймаємо $R=1,2$.

R_1 - коефіцієнт, який приймається до уваги у випадках, коли базування ε_δ не дорівнює нулю; R_1 вибирають в межах $0,8 \div 0,85$.

R_2 - коефіцієнт, який рекомендують приймати $0,6 \div 0,8$;

ω - значення похибки оброблення, виходячи з економічної точності для даного методу.

Оскільки розміри оброблюваної поверхні визначаються поповненням установочних, та базуючих елементів, то похибка базування в даному випадку дорівнює нулю: $\varepsilon_\delta=0$. Допуск на розмір $\delta=0,54$ (згідно креслення деталі).

Похибка, яка виникає внаслідок деформації заготовки та пристрою на верстаті, $\varepsilon_3=0,07$, табл. 40 стор 160[6].

Похибка встановлення визначається з таких міркувань.

Пристрій фіксується на верстаті за допомогою шпонок, які із пазами стола утворюють посадки $18 \frac{H8_{(0}^{+0.027})}{h7_{(-0.018)}^0}$.

Тоді:

$$\varepsilon_{вст} = \frac{S_{\max}}{L}, \quad (3.15)$$

де S_{\max} - максимальний зазор у з'єднанні;

L - відстань між установочними елементами пристрою; $L=200$ мм.

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{n\min}, \quad (4.16)$$

$$D_{\max} = D_H + ES = 18 + 0.027 = 18.027 \text{ мм}$$

$$d_{n\min} = d_H + ei = 18 + (-0.018) = 17.982 \text{ мм}$$

$$S_{\max} = 18.027 - 17.982 = 0.045 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{вст} = \frac{0.045}{200} = 0.000225 \text{ мм}$$

Похибка $\varepsilon_{вст}$ визначається точністю виготовлення напрямних пристрою і в даному випадку $\varepsilon_n = S_{\max} = 0.045$ мм.

Економічну точність оброблення знаходимо із довідкових джерел: $\omega = 0,12$ мм.

Похибку, яка виникає в процесі зношування деталей пристрою визначається за формулою:

$$\varepsilon_{зм} = \frac{10n}{d}, \quad (3.17)$$

де n – кількість контактів заготовки з опорою;

d – діаметр пальця, (мкм);

$d=15000$ мкм.

$$\varepsilon_{зм} = \frac{10 \cdot 60000}{15000} = 40 \text{ мкм} = 0,04 \text{ мм.}$$

$$\text{Звідси } \varepsilon_{np} \leq 0.54 - 1.2 \sqrt{(0.8 \cdot 0)^2 + (0.07)^2 + 0.000225^2 + 0.04^2 + (0.6 \cdot 0.12)^2} = 0.2 \text{ мм}$$

Отже максимальна похибка пристрою складає $\varepsilon_{np\max} = 0.2 \text{ мм} = 200 \text{ мкм}$.

3.1.4 Опис конструкції та роботи пристрою

Основою пристрою є корпус 1, який базується на столі верстату за допомогою шпонок 56 і кріпиться болтами до столу через пружини. [1]

Оброблювана деталь базується на столі за допомогою двох пальців - повнопрофільного 14 та зрізаного 13 і установочної площини.

Затиск заготовки здійснюється за допомогою прихватів 5 через пружини 9.

Для рівномірного затиску прихвати кріпляться на рухомому елементі 12, який рухається на планці, що приводиться в рух гідроциліндром.

Загальний опис конструкції технологічного спорядження для розточування отворів Ø62 K7 та Ø80 K7

Заготовка базується в процесі обробки на установчу площину корпусу 1 та зрізаний 16 і повнопрофільний 17 пальці. Затиск здійснюється за допомогою двох закріплених на корпусі автономних пневмокамер. При подачі повітря в порожнину пневмокамери, шток передає зусилля на клин 22 і через нього - на ролик, який через коромисла 14, 15 зв'язаний із прихватами 9 на пружинах 8, які здійснюють закріплення заготовки.

Загальний опис конструкції технологічного спорядження для свердління двох отворів Ø15 H9

Заготовка базується в процесі обробки на три опорних пластини (три точки базування та задню стінку 17). Затиск здійснюється за допомогою приєданого до корпусу 1 та пневмокамери 3. При подачі повітря до пневмокамери, шток передає зусилля безпосередньо на передню стінку, яка здійснює затиск деталі.

Загальний опис конструкції та принципу роботи контрольного пристрою.

Пристрій служить для контролю співвісності двох отворів Ø80 K7 корпусу мультиплікатора ПОЖ 16.001 відносно їх спільної вісі - бази K_i , допуск співвісності кожного із зазначених отворів становить 0,12 мм (120 мкм) відносно бази К.

Складність контролю співвісності полягає в тому, що при будь – якому методі їх здійснення необхідно використовувати довгі оправки, які в процесі контролю прогинаються, що відбивається на результатах вимірювань. На думку багатьох авторів на даний час прогресивними слід вважати конструкції контрольних пристроїв із застосуванням контрольних та жорстких скалок з

хрестоподібним перерізом.

Пристрій для контролю співвісності двох отворів Ø80 К7 корпус мультіплікатора відносно їх спільної осі - бази К складається з штоку 2, на якому розміщені фланець 5, сепаратор 6 із підпружиненими кульками 20 за допомогою пружин 12 та сепаратор 7 із жорстко закріпленими кульками. Фланець та сепаратор з'єднані між собою з однієї сторони гвинтами 15 із потайними шестигранними заглибленнями під ключ, а з іншої – гайкою 11. Рух фланця 5 та сепараторів 6,7 обмежується з однієї сторони закріпленими на нерухомій посадці на шток 2 граничними калібрами 3 та 4 (для безпечного проведення контролю калібри зафіксовані кільцем 13 та гвинтом 15), а з іншої гайкою 14 та шайбою 21. Між торцем фланця 5 та шайби 21 розміщена пружина 10. Для зручності проведення контролю на шток загвинчена ручка 8. До складу допоміжного технологічного спорядження входить контрольна плита із закріпленими на ній контрольними пластинами 17 і упором 9 із запресованим пальцем 18. Опорні пластини 17 та упор 9 із запресованим пальцем 18. Опорні пластини та 17 та упор 9 приєднано до контрольної плити за допомогою гвинтів 16 із потайними шестигранними заглибленнями під ключ. Оскільки плита 1 досить масивна (більше 20 кг), для її переміщення передбачені рим-болти 19.

Контроль співвісності проводять у такій послідовності: деталь встановлюють на опорні пластини 17 та палець 18, на який базують отвір Ø63 К7. Встановлюємо пристрій у верхній отвір, встановивши його на жорстко закріплені кульки 20 сепаратора 6 та проштовхуємо через нього граничні калібри: калібр 3 із мінімальним виконавчим розміром та калібр 4 із максимальним виконавчим розміром (розрахунок виконавчих розмірів калібрів та допусків на них див. у 3.4.2.). Сепаратор 4, пройшовши через верхній отвір збазується у ньому за допомогою підпружинених кульок 20, розміщених через 120° у жолобах, утворених торцем сепаратора 6 та фасонною зовнішньою поверхнею сепаратора 7. Подальший рух сепараторів 6, 7 обмежений кульками на торці сепаратора 6, що притиснуті до верхнього торця контрольованого виробу. Таким чином пристрій зорієнтований у двох взаємо перпендикулярних

площинах. Подальше переміщення штока 2 із закріпленими на ньому калібрами 3,4 здійснюють за допомогою опускання ручки 88 та стискання пружини 10, яка обмежена шайбою 21 та торцем фланця 5. враховуючи пружність штока, а звідси вимушені його прогини, не варто передбачати на калібрах плавного західного конуса або широкої фаски, які дали б можливість ввести калібр у деталь із не співвісними отворами. У даному випадку виконують невеликі радіуси до $R=0,5$ мм для того, щоб виключити пошкодження оброблюваних поверхонь. Опускаючи ручку 8, та стискаючи пружину 12, прошовуємо спочатку калібр 3, а потім калібр 4 через нижній отвір $\varnothing 80$ K7. Вільне проходження калібрів зі штоком через нижній отвір $\varnothing 80$ K7 свідчить про дотримання технічних вимог щодо співвісності і заклинювання їх в отворі вказує на перевищення дійсного допуску на співвісність отворів $\varnothing 80$ K7 по відношенню до заданого.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Характеристика проектної ділянки з точки зору охорони праці

Ділянка механічної обробки згідно СНіП по категорії пожежобезпеки відноситься до категорії “Д”. На ділянці встановлено металорізальне обладнання наступних груп:

- токарне;
- свердлильне;
- шліфувальне;
- фрезерне.

Встановлене обладнання призначене для виконання робіт, які пов’язані із знаттям стружки, тобто необхідно проводити його правильну експлуатацію з метою попередження травматизму працюючих. Обладнання розміщено по ходу технологічного процесу. Передача деталей від верстата до верстата проводиться за допомогою кран-балки або крана.

Основними заходами, які зменшують або попереджують травматизм при роботі на ділянці, є автоматизація або механізація технологічного процесу. Всі пристрої працюють на пневматичному затиску з запобіжними клапанами, які забезпечують надійне кріплення деталей у випадку непередбаченого падіння тиску в мережі. Пульти управління на верстатах розміщені в місцях, які зручні для обслуговування. Зусилля на ручках управління не перевищують 40Н. На верстатах встановлені захисні кожухи, екрани, електричне блокування, при яких включення робочого циклу верстата можливе тільки при закритті огорожі.

Крім цього, на верстатах встановлені захисні кожухи на вузлах, які передають обертові моменти. Всі захисні кожухи з внутрішньої сторони фарбуються в жовтий колір (сигнальний колір), а з зовнішньої сторони

наноситься знак безпеки за ГОСТ 12.4.025-86 (рівносторонній трикутник жовтого кольору з вершиною доверху в чорній рамці і знаком оклику

посередині). Під знаком встановлена табличка з написом “*при включеному верстаті не відкривати*”.

Для орієнтовної оцінки шуму приймають показник, який називається “рівнем шуму” і вимірюється за шкалою “А” шумоміра. Допустимий рівень шуму в приміщеннях, в тому числі і цехах холодної обробки по СН245-79 складає 71-80 дБ.

Основними заходами, які захищають робочих від шкідливих дій шуму і вібрацій, є установка верстата на віброопори.

Правильне, у відповідності з нормами, визначення площі ділянки визначає правильну організацію робочого місця у відповідності з науковою організацією праці. Завдяки цьому зменшується втомленість робочих і зменшується можливість травматизму.

Кожне робоче місце обладнане інструментальною тумбочкою і дерев'яним підстилом, а для видалення стружки з верстата застосовуються спеціальні вбудовані у верстаті шнекові і магнітні транспортери, а на свердлильних верстатах – спеціальні гачки і щітки.

В цехах, де розміщені металорізальні верстати, застосовується комбіноване освітлення. Освітленість на підлозі при загальному освітленні повинна бути не менше 50 лк для ламп накаливання і не менше 150 лк для люмінесцентних ламп не залежно від місцевого освітлення.

4.2 Розрахунок освітлення

Правильно спроектоване і раціонально виконане освітлення виробничих приміщень позитивно впливає на працівників, сприяє підвищенню якості продукції і продуктивності праці, зменшує втому і травматизм на виробництві, зберігає високу працездатність в процесі роботи.

Освітлення характеризується наступними основними показниками:

- світловий потік Φ – частина променевого потоку, яка сприймається людиною як світло (люмен, лм).

- Освітленість E – відношення світлового потоку Φ , який рівномірно падає на освітлювальну поверхню до площі поверхні S (m^2).

$$E = \Phi / S, \quad (4.1)$$

КПО – коефіцієнт природного освітлення – це відношення освітленості $E_{ел}$ в дальній точці приміщення до одночасної зовнішньої горизонтальної освітленості $E_з$, яка створюється розсіяним світлом усього небосхилу – *КПО* (%), визначається за формулою:

$$КПО = I = 100 (E_{ел} / E_з), \quad (4.2)$$

Коефіцієнт пульсації освітлення K_n – критерій глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку, визначається за формулою:

$$K_n = \frac{100(E_{MAX} - E_{MIN})}{2E_{CP}}, \quad (4.3)$$

де E_{max} , E_{min} , E_{cp} – максимальне, мінімальне і середнє значення освітленості за період коливань.

V – сила світла – відношення світлового потоку Φ до тілесного кута W (омега), в границях якого світловий потік рівномірно розподіляється:

$$I = \Phi / W, \quad (4.4)$$

B – яскравість поверхні під кутом α (альфа) нормалі – це відношення сили світла I випромінюваної поверхнею в цьому напрямку до площі S проекції поверхні, яка світиться на площину, перпендикулярну до цього напрямку.

$$B = \frac{I_\alpha}{S \cos \alpha}, \quad (4.5)$$

p – коефіцієнт відбивання – здатність поверхні відбивати падаючий на неї світловий потік, характеризує фон.

$$p = \frac{\Phi_{відб}}{\Phi_{над}}, \quad (4.6)$$

ρ – поверхня, на якій розглядається об’єкт розрізнення, в залежності від коефіцієнта відбивання, фон може бути світлим при $\rho = 0,4$, середнім при $\rho = 0,2 \dots 0,4$ і темним при $\rho < 0,2$.

Для природного освітлення нормованим параметром в КПО, який визначається з врахуванням характеру зорової роботи, системи освітлення, району розміщення, їх слід розраховувати за формулою:

$$КПО = E \cdot m \cdot c, \quad (4.7)$$

де m – коефіцієнт світлового клімату;

c – коефіцієнт сонячності, визначається по СНіП 11-4-89 в залежності від орієнтації сторін будівлі до сторін світу.

Норми освітленості і значення КПО для деяких виробничих процесів по СНіП 11-4-89 (таблиця 6.2).

Таблиця 4.1 – Норми освітленості

Цех, дільниця, обладнання	Найменший розмір об’єкта розміщення	Контраст об’єкта з фоном	Характеристика фону
Заготівельні цехи			
Ремонтно-механічні і інструментальні цехи	Від 0,15 до 0,3	малий середній великий	світлий середній темний
Складальний цех великих виробів	Від 0,5 до 1,0	малий	темний

Основною задачею світлотехнічних розрахунків для природнього освітлення є визначення необхідної площі світлових прийомів. Проектна дільниця має верхнє природне освітлення:

$$100 \frac{S_{\phi}}{S_n} = \frac{l_n \cdot K_z \cdot \eta_{\phi}}{r_0 \cdot r_r \cdot K_{\phi}}, \quad (4.8)$$

де S_{ϕ} – площа світлових прийомів;

S_n – площа підлоги приміщення;

l_n – нормоване значення КПО;

$K_3 = 1,4$ – коефіцієнт запасу;

η_ϕ – світлова характеристика вікон;

r_0 – загальний коефіцієнт світло пропускання

$$r_\Sigma = r_1 r_2 r_3 r_4 r_5, \quad (4.9)$$

де $r_1 = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла в світлопройомах.

$r_2 = 0,7$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла в світлопройомах.

$r_3 = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях.

$r_4 = 1,0$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях.

$r_5 = 0,9$ – коефіцієнт, який враховує підвищення (втрати) світла в захисній сітці, яка встановлюється під світильниками.

$r_\Sigma = 1,4$ – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО при верхньому освітленні завдяки світлу, відбитому від поверхонь приміщення.

$\eta_\phi = 3,8$ – світлова характеристика світильника чи світлового пройому в площині покриття.

$K_\phi = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує тип світильника.

Розрахунок коефіцієнта КПО при верхньому освітленні проводимо за формулою:

$$e_p^e = [E_e + E_{cp} \cdot (r_\Sigma \cdot K_\phi - 1)] \frac{r_0}{K_3}, \quad (4.10)$$

де E_e – геометричний КПО в розрахунковій точці при верхньому освітленні – визначаємо за графіками II і III;

E_{cp} – середнє значення геометричного КПО при верхньому освітленні на лінії перетину умовної робочої поверхні і площини характерного вертикального розрізу приміщення.

$$E_{cp} = 1 / N(E_{e1} + E_{e2} + E_{e3} + \dots + E_{eN}), \quad (4.11)$$

де N – кількість розрахункових точок,

$E_{e1}, E_{e2}, \dots, E_{eN}$ – геометричне КПО в розрахункових точках.

Геометричний коефіцієнт природного освітлення в будь-якій точці приміщення при вертикальному освітленні E_v визначається за формулою:

$$E_e = 0,01 \times n \times E$$

де $n_v = 5$ – кількість проїомів по графіку III, які проходять від неба в розрахункову точку через світлові проїоми при поздовжньому перерізі приміщення.

$$E_{e1} = 0,01 \times 5 \times 60 = 3$$

$$E_{e2} = 0,01 \times 4 \times 75 = 3$$

$$E_{e3} = 0,01 \times 3 \times 90 = 2,7$$

.....

$$E_{cp} = 1/3(3+3+2,7) = 2,9$$

Визначаємо загальний коефіцієнт світло пропускання:

$$r_0 = 0,8 \times 0,7 \times 0,8 \times 1 \times 0,9 = 0,403$$

Знаходимо площу світлових проїомів.

Приймаємо площу світлових проїомів $S_{\phi} = 14 \text{ м}^2$.

При площі проїому $1 \cdot 2 = 2 \text{ м}^2$ маємо 4 світлових проїомів.

Контроль стану освітлення проводиться періодично не менше 1 разу на рік.

Строки чищення світильників і вікон залежать від запиленості приміщень.

Для приміщень з незначним виділенням пилу – 2 рази на рік, для приміщень із значним виділенням пилу – від 4 до 12 разів на рік. Для зручності і безпеки очищення застосовують телескопічні драбини, підвісні люльки.

4.3 Охорона навколишнього середовища

У зв'язку з ростом світового промислового будівництва інтенсивність забруднення природного середовища промисловими відходами досягла загрозливих розмірів, які можуть привести до непоправних наслідків.

Природне розсіювання і хімічний розклад уже не може бути достатнім для ліквідації шкідливих наслідків токсичної дії газоподібних, рідких і твердих відходів на природне середовище [8].

По причині забруднення біосфери в природних водах постійно мають місце підвищений вміст токсичних сполук цинку, міді, ртуті, кадмію, стронцію, нікелю, хрому та ін.

Одним із основних напрямів боротьби та збереження середовища з обеззараження промислових відходів, які забруднюють ґрунт, воду і повітря і представляють собою реальну загрозу для всього живого. Однак, в даний момент достатньо повне обеззараження і ліквідація відходів не проводиться.

У той же час недостатній рівень виробництва приводить до того, що значна частина сировини, деколи до 70-90% і більше, не використовується, перетворюючись у відходи виробництва.

По розрахунках, на одиницю національного доходу в нашій країні витрачається в 1,5 рази більше матеріалів і в 2,1 рази більше енергії, ніж у США.

Академік Б.Н.Ласкоркін приводить наступні дані по структурі відходів для промислових розвинутих країн (%):

- тверді побутові відходи – 16%;
- промислові відходи – 22%;
- відходи вугільної промисловості – 27%;
- відстойні шлами стічних вод – 35%.

ВИСНОВКИ

У результаті вирішення завдань, винесених на КРБ:

- проаналізовано діючий варіант виготовлення деталі, виявлено недоліки і вказані шляхи їх усунення;
 - запропоновано нова більш точна і металомістка заготовка деталі;
 - проведено структурний аналіз можливих варіантів технологічного процесу виготовлення деталі, вибрано оптимальний варіант;
 - для нового варіанту заготовки розраховано величини загальних і проміжних припусків операційних розмірів, проведено розмірний аналіз нового варіанту технологічного процесу;
 - для нового ТП визначено режими різання, норми часу та операційної механічної обробки;
- модернізовано існуючі і спроектовано для свердління двох отворів Ø15 Н9 та контрольне приспособлення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

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