

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Пристрій для активного контролю

товщини дискових фрез

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РВ-41

спеціальності 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Каплун В. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Чайковський А. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Апостол Ю. О.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Паламар М. І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема “Пристрій для активного контролю товщини дискових фрез”.

Мета роботи – забезпечення вимірювання товщини дискових фрез за допомогою даного пристрою.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з таких розділів:

- загально-технічна частина;
- конструкторсько-технологічна частина;
- спеціальна частина;
- охорона праці.

Ключові слова: ПРИСТРІЙ, ДИСКОВА ФРЕЗА, АКТИВНИЙ КОНТРОЛЬ, СХЕМА КЕРУВАННЯ, ПНЕВМОСИСТЕМА

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Каплун В.В.						
Перевір.		Чайковський А.В.						
Консультант						ТНТУ, ФПТ, ар. РВ-41		
Н. Контр.		Апостол Ю.О.						
Затверд.		Паламар М.І.						

Зміст

Вступ

1 Загально-технічна частина

1.1 Результати патентного пошуку

1.2 Аналіз аналогів

1.3 Вимоги до роботи пристрою

1.4 Схема та принцип роботи пристрою

2 Конструкторсько-технологічна частина

2.1 Вибір двигуна крокового

2.2 Розрахунок зубчастої пари

2.3 Визначення розмірів пружини

2.4 Перевірка зубчастої пари на контактну міцність

2.5 Розрахунок валу

2.6 Перевірка міцності шпонки

2.7 Розрахунок пневмосистеми

2.8 Контактна міцність з'єднання упора з верстатом

2.9 Розрахунок постійного контакту упора з верстатом при вимірюванні

2.10 Повірка пристрою

2.11 Похибка пристрою

3 Спеціальна частина

3.1 Функціональна схема керування

3.2 Структурна схема проходження сигналу

3.3 Розрахунок драйвера для керування двигуном

3.4 Клапан регулювання тиску

3.5 Блок-схема керування двигуном

3.6 Динамічне налаштування системи

Висновки

Перелік посилань

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ						
					ЗМІСТ						
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							
<i>Розроб.</i>		<i>Каплун В.В.</i>			ЗМІСТ			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Перевір.</i>		<i>Чайковський А.В.</i>									
<i>Консультант</i>								ТНТУ, ФПТ, гр. РВ-41			
<i>Н. Контр.</i>		<i>Апостол Ю.О.</i>									
<i>Затверд.</i>		<i>Паламар М.І.</i>									

Вступ

Розмірний контроль, або геометричний контроль, – це процес порівняння фактичних розмірів виробу із заданими або номінальними розмірами. Цей контроль проводиться на різних етапах, щоб переконатися, що виріб відповідає вимогам креслень та технічної документації.

Існують різні види розмірного контролю:

Геометричний контроль – перевірка відповідності форми та розмірів виробу проектним значенням.

Розмірний та ваговий контроль – перевірка розмірів та ваги транспортних засобів, особливо важких вантажних автомобілів та великогабаритних транспортних засобів, що рухаються дорогами загального користування.

Вимірювальний контроль - використання вимірювальних приладів та пристроїв для визначення заданих розмірних значень.

Контроль якості - комплексний процес, що включає тестування прототипів, виконання виробничих вимог, доставку та зберігання продукту, а також аналіз функціональності обладнання.

Автоматичний контроль розмірів та інших фізичних величин сили, деформації, ваги тощо може здійснюватися до, під час та після виробничого процесу. Прилади контролю виконують різні функції та керують роботою обладнання, стелажів або споруд, сортують готові деталі за групами (за розміром, вагою тощо).

Прилади автоматичного контролю – це пристрої, які без втручання людини виконують всю послідовність операцій, необхідних для порівняння фактичних фізичних величин та заданих (необхідних) для контролю окремих виробів, та на основі результатів такого порівняння сортують деталі за групами.

Прилади автоматичного контролю поділяються на різні типи:

Контрольно-сортувальні пристрої (пасивний контроль) фіксують готові

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Каплун В.В.			ВСТУП			
Перевір.		Чайковський А.В.						
Консультант								
Н. Контр.		Апостол Ю.О.						
Затверд.		Паламар М.І.						
					Літ.	Арк.	Аркушів	
					ТНТУ, ФПТ, ар. РВ-41			

фізичні величини та відповідно сортують готову продукцію за придатними та бракованими категоріями, а часто сортують продукцію за кількома розмірними групами.

Існує також спосіб автоматичного контролю під час виробничого процесу (активний контроль).

Підвищення ефективності промислових об'єктів спрямоване на вдосконалення як самих технологічних процесів, так і процесів їх контролю. Широке впровадження цифрових обчислень в автоматизовані системи управління об'єктами відкриває практично безмежні можливості для генерації інформації з контрольованого об'єкта для створення оптимальних систем контролю. Також існує спосіб автоматичного контролю процесом (активний контроль).

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Результати патентного пошуку

Згідно зі статтею автора, нам потрібно розробити верстат, який контролює товщину дискової фрези. На рисунку 1 зображено обладнання типу БВ-4089. Цей верстат використовується для контролю товщини різців та рейкових різців під час шліфування на верстатах спеціальних моделей МШ-92 та СШ-91.

Оброблювану фрезу 19 встановлюють на горизонтальну вісь верстата нерухома 20. Вимірювальний пристрій встановлено на жорсткій основі 17 та має вимірювальні наконечники 1 та 3. Під час роботи вимірювальний наконечник 1 втиснутий в основу верстата, а нижній 3 контактує з оброблюваною фрезою, яка встановлена на паралельній рамі 6 з плоскої пружини 7 над транспортним засобом.

Вимірювальне зусилля обох наконечників створюється пружинами 9 та 10, які зв'язані з каретками 7 та 18. Зусилля пружини 9 повинне бути більше зусилля пружини 10, щоб забезпечити постійний контакт наконечника 1 з корпусом шпинделя при переміщенні наконечника 3 в межах робочого ходу. На каретці 7 встановлений індикатор годинникового типу, вимірювальний наконечник якого контактує з кронштейном 11, розташованим на нижній каретці 18. В робочому положенні верхній наконечник 1 постійно притиснутий до нерухомого корпусу шпинделя та каретка 7 нерухома. Нижній наконечник 3 контактує з поверхнею оброблюваної фрези 19 та переміщається у відповідності зі зміною розміру.

Як пристрій для відліку використовується покажчик зі шкалою 0,01 мм. Щоб уникнути поломки пружини плоскої, рух транспортувального засобу обмежується штифтом 8. Наконечники для вимірювання виготовлені з твердого сплаву.

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Каплун В.В.						
Перевір.		Чайковський А.В.						
Консультант						ТНТУ, ФПТ, гр. РВ-41		
Н. Контр.		Апостол Ю.О.						
Затверд.		Паламар М.І.						

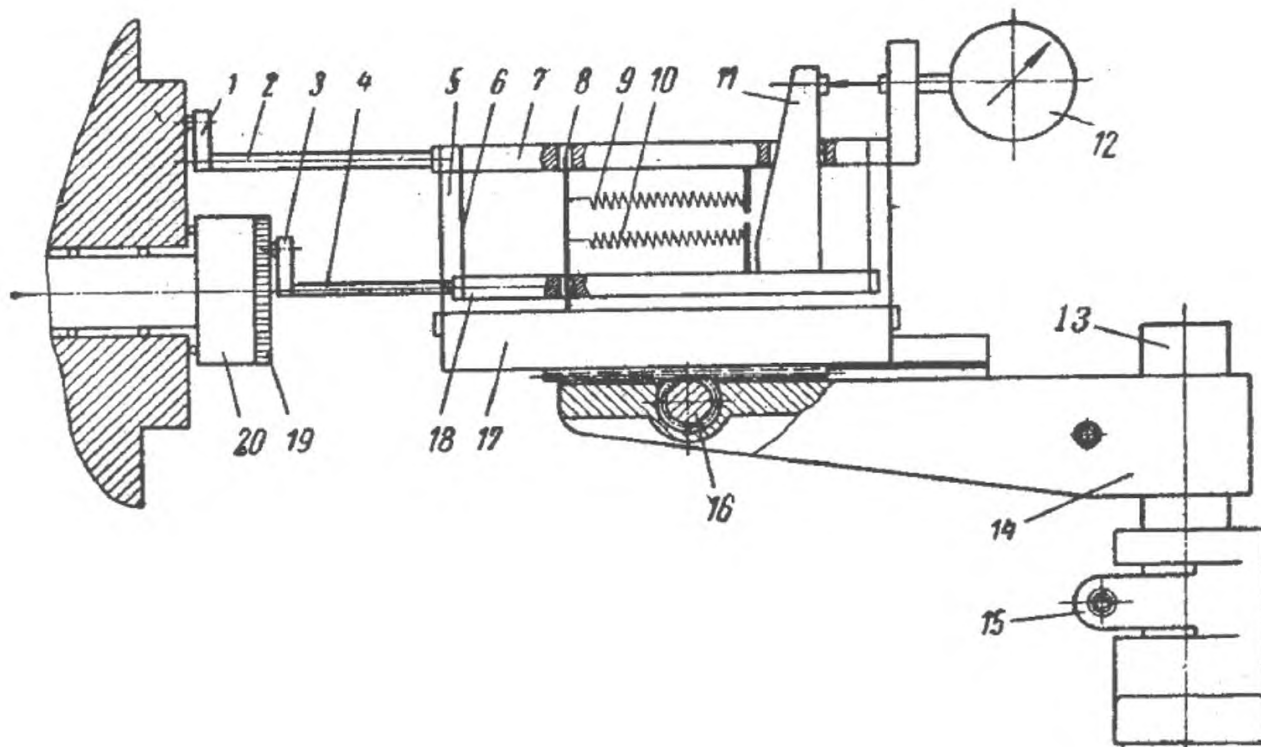


Рисунок 1.1 – Схема приладу БВ-4089-для контролю товщини фрез

1.2 Аналіз аналогів

Вимірювання товщини деталей відношення має до вимірювань розміру лінійного.

Вимірювання зазвичай проводяться промислово без того, щоб виріб зазнавав руйнування. Неруйнівні вимірювання можуть бути контактними чи безконтактними. Немає можливості провести вимірювання виробів, що швидко рухаються, за допомогою методів контактних. При методі безконтактному властивості матеріалів виробу значно впливають на результати вимірювання.

Є методи, які застосовують випромінювання іонізуюче у приладі вимірювальному. Промінь вузький з інтенсивністю 10 потрапляє у виріб 2 та розкладається на значення D відповідно до закону поглинання.

$$I_h = I_o e^{-\mu \cdot h}$$

Показник степеня d – це коефіцієнт ослаблення, який залежить від атомної маси опроміненого матеріалу та енергії випромінювання і дійсний лише для променя вузького.

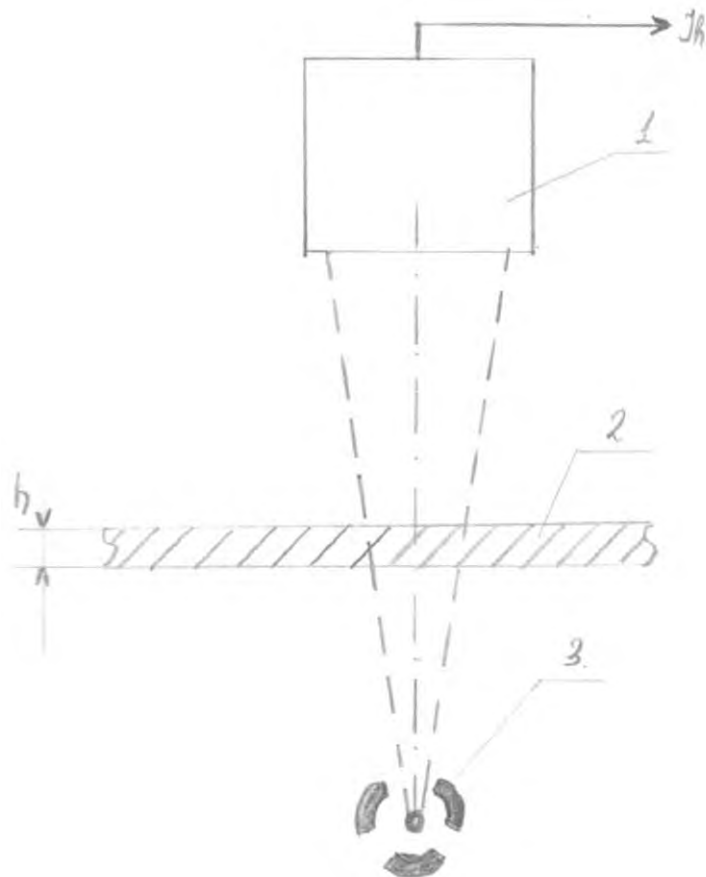


Рисунок 1.2 – Схема пристрою для вимірювання товщини методом поглинання іонізуючого випромінювання:

1 - приймач; 2 - об'єкт вимірювання; 3 - джерело випромінювання.

За відомого значення t індикатор можна розділити на одиниці товщини.

$$h = \frac{1}{\mu} \cdot \ln \frac{I_0}{I_h}$$

Ефекти розсіювання спостерігаються в широких променях, особливо в потужних. При таких подіях потрібно ввести ефективний коефіцієнт ослаблення.

За певних умов товщину матеріалу можна виміряти за допомогою поверхневого розсіяного випромінювання.

Схема подібного пристрою показана на рисунку 1.2.

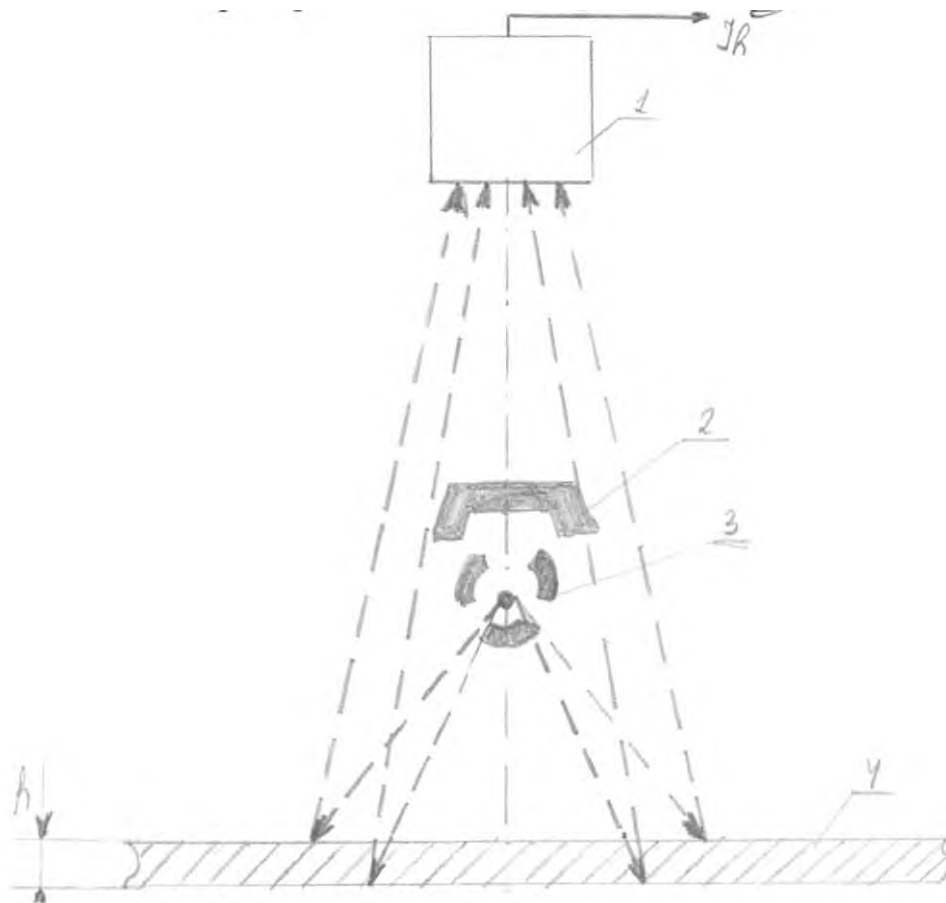


Рисунок 1.2 – Схема пристрою для вимірювання товщини методом розсіювання РП - променів:

1 - приймач; 2 - екран; 3 - джерело випромінювання; 4 - об'єкт контролю.

Використання методу механічного контакту для вимірювання товщини

Принцип випромінювання. Сферичні, поліровані ролики чи алмазні наконечники мають поєднання з системою вимірювання переміщення, яка перетворюється на електричні сигнали датчиками переміщення або передається механічно чи пневматично до сигнальних пристроїв.

Використання техніки приладової

Нинішні вимірювальні прилади контактні з двох складені механічно незалежних, але взаємозалежних частин: вимірювальної та напрямної системи. Вони сконструйовані таким чином, що напрямні ролики постійно контактують

з продуктом вимірюваним. Вимірювальна система піднята в центрі ваги прямого механізму для виконання маятникових рухів.

Використовують її виробів зі сталей, металів чи неметалів в стані холодному чи нееластичному.

Використання інших методів вимірювання товщини

Метод вимірювання магнітний. У трансформаторі ненавантаженому частина потоку магнітного проходить крізь виріб, що піддається вимірюванню. При постійному первинному струмі вторинна напруга залежить від магнітного опору. Чим виріб має більшу товщину, тим більше значення потоку магнітного для заданого струму первинного та відповідної напруги вторинної. У режимі насичення зміни напруженості поля практично не спостерігаються для потоку магнітного і можуть бути незалежні від зміни загального потоку повітря. При використанні двох головок вимірювання для, майже незалежні від значення газового зазору.

Використання методу пневматичного

Виріб для вимірювання продувається крізь сопло з постійним потоком повітря (для конструкції даного пристрою). У цьому випадку швидкість тиску – це відстань між виробом і соплом. При геометрії пристрою вимірювального, яка нам відома, товщину виробу можна вимірювати в певних одиницях. Зміна стану виробу незначна. Вимірювання проводиться безконтактно, не впливають на точність вимірювання і властивості матеріалу, межа чутливості – 1 мкм, інтервал вимірювання має бути малим (менше 0,3 мм).

Використання методів мікрохвильових

Подібно до інтерферометру працює вимірювальна система. Керуючий та вимірювальний канали живляться від джерела мікрохвиль (значення $\lambda=3$ см). Використовуючи відповідні хвилеводи антенні, сигнал від вимірювального каналу частково відбивається від верхньої поверхні виробу і від нижньої теж. Фаза сигналів відбитих порівнюється з фазою керуючого (опорного) сигналу.

Точність залежить від температурної стабільності механічної конструкції, наявності вологи та пари, а також кута повороту вимірювального об'єкта відносно антени.

1.3 Вимоги до роботи пристрою

Цей прилад призначений для вимірювання товщини фрезерних інструментів під час шліфування.

Цей прилад призначений для експлуатації в машинобудівних цехах.

Умови необхідна для експлуатації приладу:

> температура середовища навколишнього бути має у певних межах, а саме від $+10^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$;

> слід забезпечити вологість відносну у межах, що становлять від 50% до 80%.

Для того, щоб досягнути забезпечення результатів з найбільшою достовірністю випробувань шорсткість поверхні виробу має становити $R_a < 1,25$ мкм відповідно до стандарту ДСТУ 2789-73. Протягом вимірювання виробу з високою поверхневою шорсткістю слід брати до уваги результуючі похибки, які в деяких випадках впливають, і то досить суттєво на результати вимірювального випробування. Не варто вимірювати:

> тонкі вироби з поверхневими виїмками, твердими слідами машинного впливу та іншими пошкодженнями та недоліками;

> виробів, які можуть бути пружними, деформуватися або провертатися, оскільки деформація ускладнює результати вимірювання.

1.4 Схема та принцип роботи пристрою

Принцип роботи пристрою наступний.

При настроюванні на розмір повзун 12 з тримачем 10 та з базуючим, та вимірювальними елементами переміщають зубчастим колесом 16 поки гвинт 6 не впреться в поверхню верстата. Для регулювання величини ходу упору вводиться гвинт 6. На тримачі 10 встановлюється пневматична пробка 9. Під

дією навантаження від верстату тримач 10 на пружинах 11 відхиляється та двигун кроковий 22 відключається кінцевим вимикачем 24.

Пристрій основою 15 кріпиться до елементів шліфувального верстата.

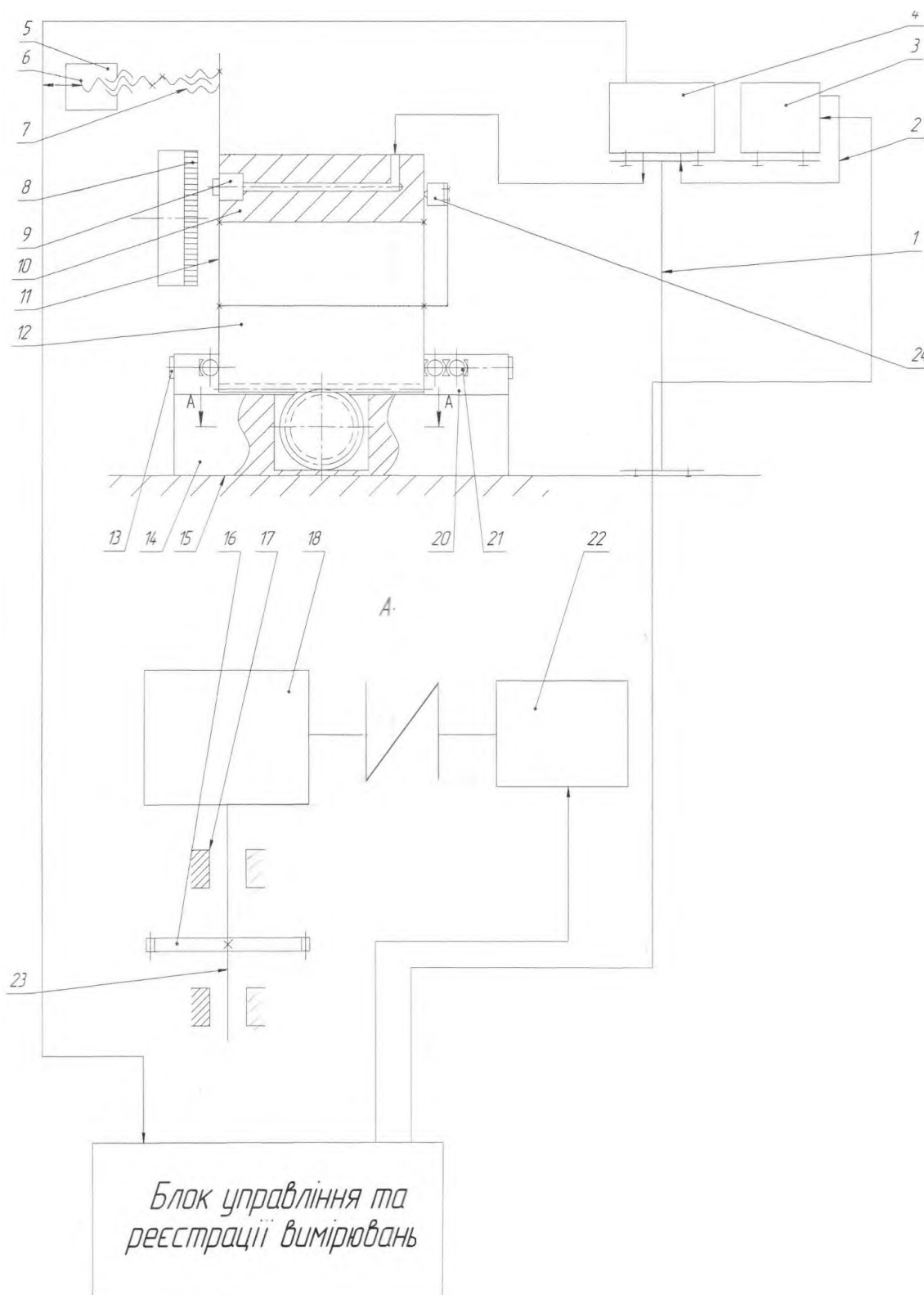


Рисунок 2.1 – Функціональна схема приладу

Величина товщини фрези контролюється пневмосистемою з допомогою датчика диференціального 4. Спочатку повітря стиснене попадає на очищення потім в датчик, звідки поступає в пробку пневматичну.

Привід переміщення повзуна 12 - рейковий. Знизу на повзуні є рейкова нарізка, яка від зубчастого колеса отримує прямолінійне переміщення. Колесо встановлюється на валу 23, вал кріпиться в двох опорах 17 до черв'ячного редуктора 18 та через муфту 19 до двигуна крокового 22.

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір двигуна крокового.

Для початку ми накреслимо схему для переміщення повзуна.

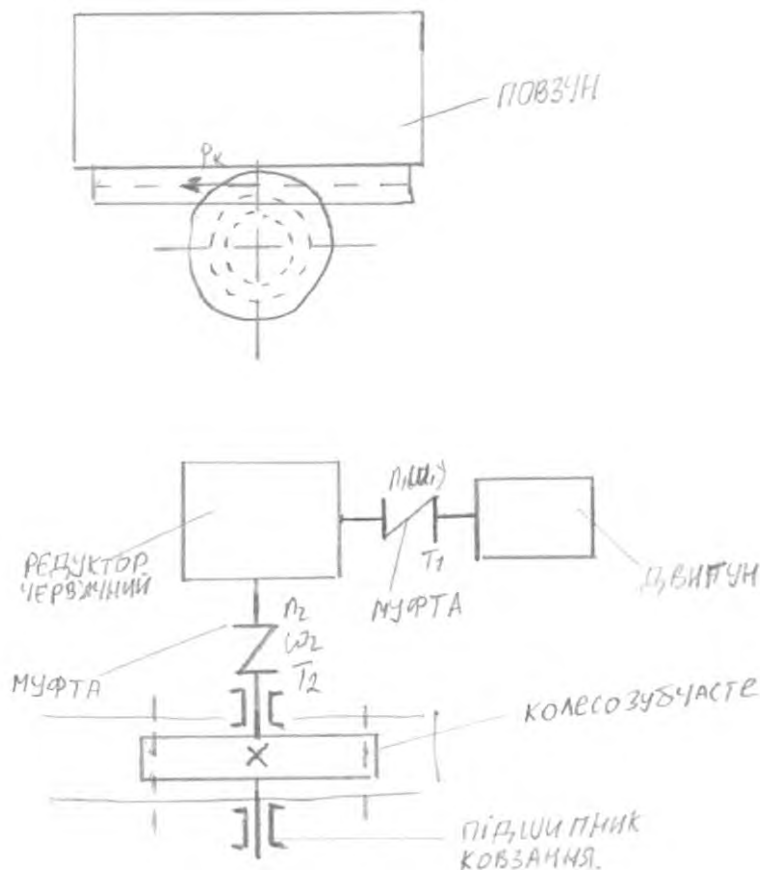


Рисунок 2.1 – Схема переміщення повзуна(привід)

Нам слід визначити певні дані вихідного характеру:

Сила колова, що знаходиться на колесі зубчастому $P_k = 100H$,

Діаметр ділільний для колеса зубчастого $d_2 = 25mm$.

Момент крутний, що має місце на валу колеса зубчастого

$$T_2 = P_k \cdot \frac{d_2}{2} = 100 \cdot \frac{25}{2} \cdot 10^{-3} = 1,25Hm$$

Слід обрати двигун кроковий, призначений для приводу переміщення, оберемо двигун типу ШДР-711 з такими властивостями наступними:

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КОНСТРУКТОРСЬКО- ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Каплун В.В.						
Перевір.		Чайковський А.В.						
Консультант						ТНТУ, ФПТ, ар. РВ-41		
Н. Контр.		Апостол Ю.О.						
Затверд.		Паламар М.І.						

$f_{\text{НОМ}}=400$ крок/сек - частота обертання

$T_1=M_{\text{НОМ}}=0,03_{\text{НМ}}$ - момент кручення;

$U=27\text{В}$ - напруга живлення;

Визначаємо число передаточне редуктора черв'ячного

$$i_p = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1,25}{0,03} = 41,6;$$

Прийmemo $i_p=40$, у такому разі

$$T_2 = i_p \cdot T_1 = 40 \cdot 0,03 = 1,2_{\text{НМ}}.$$

Число повних обертів валу двигуна

$$n_1 = \frac{60 f_{\text{НОМ}}}{m} = \frac{60 \cdot 400}{120} = 200 \text{ об/хв.}$$

Кутова швидкість валу

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 200}{30} = 20,9 \frac{1}{\text{с}}.$$

Число повних кроків під час одного оберту валу двигуна

$$m = \frac{360^\circ}{\alpha^\circ} = \frac{360^\circ}{3^\circ} = 120 \text{ крок/об.}$$

Швидкість переміщення повзуна

$$V_n = \omega_2 \cdot \frac{d_2}{2} = 0,52 \cdot \frac{25}{2} \cdot 10^{-3} = 0,006 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Для валу зубчастого колеса маємо:

$$n_2 = \frac{n_1}{i_p} = \frac{200}{40} = 5 \text{ об/хв.}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_p} = \frac{20,9}{40} = 0,52 \frac{1}{\text{с}}.$$

2.2 Розрахунок зубчастої пари

Розрахуємо пару зубчасту “зубчасте колесо - рейка”. У даному випадку будемо мати число передаточне, маємо $i_1=1$.

Віддаль міжцентрова

$$a_w = \frac{d_2}{2} = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ мм.}$$

Відповідно до рекомендацій довідкових оберемо такий модуль:

$$m_n = (0,01 \dots 0,02) a_w = (0,01 \dots 0,02) 12,5 = 0,125 \dots 0,25 \text{ мм,}$$

Будемо приймати значення, яке рівне $m_n = 1 \text{ мм}$.

Відповідно до визначеної формули визначимо число зубів

$$d_2 = m \cdot z_2$$

звідки

$$z_2 = \frac{d_2}{m_n} = \frac{25}{1} = 25.$$

Крок зубів

$$\rho = \pi \cdot m = 3,14 \cdot 1 = 3,14 \text{ мм.}$$

Визначаємо висоту для головки зуба

$$h_g = m = 1 \text{ мм.}$$

Для зачеплення нормального висота для ніжки зуба буде становити

$$h_H = 1,25m = 1,25 \cdot 1 = 1,25 \text{ мм.}$$

Значення діаметру для западин зубів

$$d_{f2} = d_2 + 2h_H = 25 - 2 \cdot 1,25 = 22,5 \text{ мм.}$$

Обрати слід діаметр розрахунковий для вершин зубів даного колеса

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 25 + 2 \cdot 1 = 27 \text{ мм;}$$

Значення діаметру для западин зубів

$$d_{f2} = d_2 + 2h_H = 25 - 2 \cdot 1,25 = 22,5 \text{ мм.}$$

Крок кутовий

$$\gamma_2 = \frac{360^\circ}{z_2} = \frac{360^\circ}{25} = 14,4^\circ.$$

2.3 Визначення розмірів пружини

Слід схему накреслити для того, щоб закріпити пружину

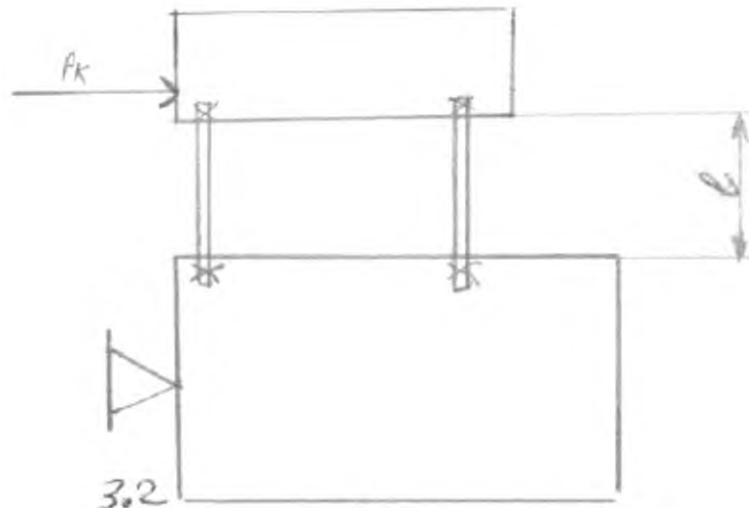


Рисунок 2.2 – Схема закріплення пружин.

Будемо мати значення розмір конструктивно $l=20\text{мм}$, $P_K = 100\text{Н}$.

Відображення закріплення має вигляд балки, що закріплена за один кінець.

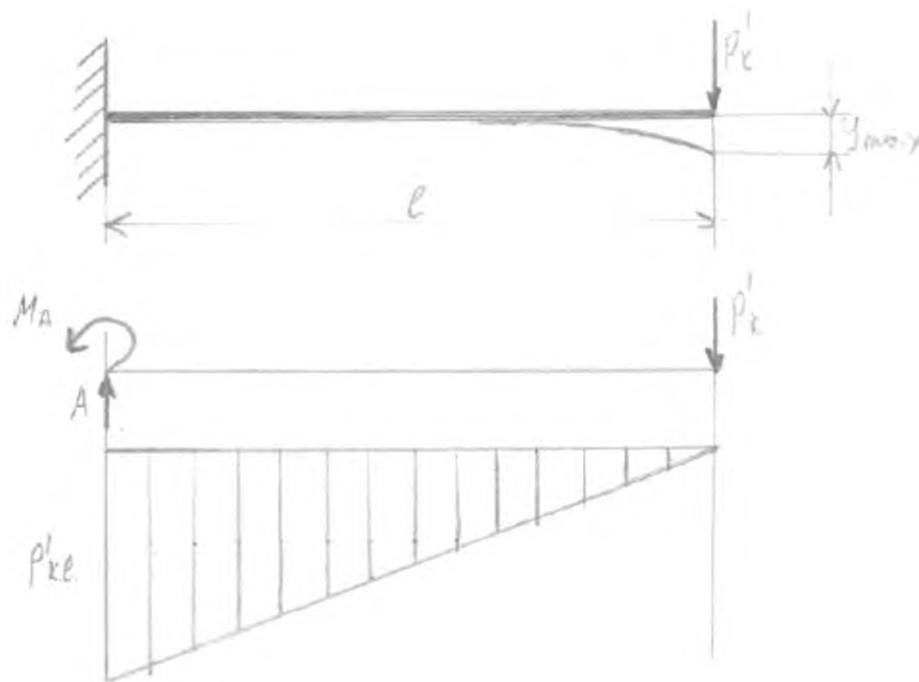


Рисунок 2.3 – Схема закріплення балки

Будемо мати тепер таке значення моменту згину

$$M_{\text{з}} = P_K' \cdot l = \frac{P_K}{2} \cdot l = \frac{100}{2} \cdot 0,02 = 1 \text{ НМ}$$

Прогин найбільший для зображеної балки

$$y_{\text{max}} = \frac{M_{\text{з}} \cdot l^2}{2EI_X}$$

Звідки будемо мати такий інерційний момент

$$I_X = \frac{M_{\text{з}} \cdot l^2}{2E \cdot y_{\text{max}}}$$

Будемо в такому разі приймати $y_{\text{max}} = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$.

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ – значення модуля пружності для матеріалу пружин - сталь 65Г.

Знайдемо

$$I_X = \frac{1 \cdot 0,02^2}{2 \cdot 10^5 \cdot 0,001} = 0,02 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4.$$

Січення даної пружини буде таким

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

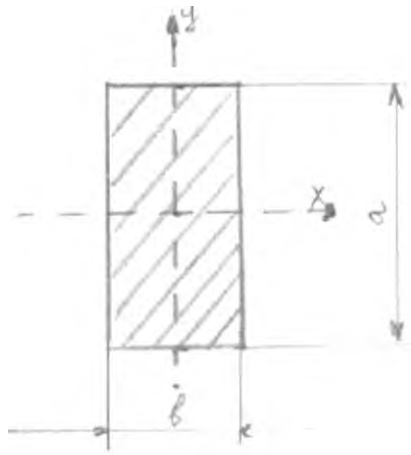


Рисунок 2.4 – Січення пружини

Осьовий момент інерції для даного січення

$$I_X = \frac{ba^3}{12} = 0,02 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4.$$

Конструктивно задамося $a=20\text{мм}=0,02\text{м}$. Будемо знаходити значення товщини пружини b

$$b = \frac{I_X \cdot 12}{a^3} = \frac{0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 12}{0,02^3} = 0,00092 \text{ м} \approx 0,001 \text{ м},$$

Отже, приймати слід значення $b = 1\text{мм}$.

2.4 Перевірка зубчатої пари на контактну міцність

Для колеса роликового слід обрати матеріал із механічними властивостями середніми (табл. 3.3 [6]): для колеса - клас 45, HB200 покращену, для рейки - 45 сталь, HB230 покращену.

Значення допустиме для напружень контактних

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H \lim} \cdot K_{HL}}{[S_H]},$$

де: $\sigma_{H \lim}$ - порогове значення витривалості контактної за початкову кількість циклів. Згідно з таблицею 3.2.[6] Для вуглецевої сталі HB<350, покращена.

$$\sigma_{H \lim} = 2HB + 70.$$

$[S_H]=1,1$ - значення коефіцієнту безпеки;

K_{HL} – значення коефіцієнту довговічності, за умов експлуатації тривалої
 $K_{HL}=1$.

Для рейки будемо мати:

$$[\sigma_{H1}] = \frac{(2 \cdot 230 + 70) \cdot 1}{1,1} = 482 \text{ МПа};$$

для колеса

$$[\sigma_{H2}] = \frac{(2 \cdot 200 + 70) \cdot 1}{1,1} = 428 \text{ МПа}.$$

Для напружень контактних згідно формули робимо перевірку

$$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 K_H (i_1 + 1)^3}{b_2 \cdot i_1^2}},$$

де: $a_w=12,5\text{мм}=0,0125\text{м}$ – значення для віддалі міжцентрової

$b_2=10\text{мм}=0,01\text{м}$ – значення для ширини колеса.

$K_A=1,5$ – значення попереднє для того, щоб розмістити симетрично опори
відносно колеса.

Будемо всі дані підставляти:

$$\sigma_A = \frac{270}{12,5} \sqrt{\frac{1,2 \cdot 10^3 \cdot 1,5(1+1)^3}{10 \cdot (1+1)^2}} = 409 \text{ МПа} < [\sigma_{H2}] = 428 \text{ МПа}$$

2.5 Розрахунок валу

Будуємо епюри.

Будемо мати сили, що діють в зачепленні:

Значення сили радіальної $F_r = F_t \cdot \tan \alpha = 100 \cdot 0,304 = 36,4 \text{ Н}$

Значення сили колової $F_t = P_k = 100 \text{ Н}$

Діаметр кінця вихідного валу за умов напруження допустимого $[\tau_K] =$
25 МПа

$$d_b = \sqrt[3]{\frac{16T_{K1}}{\pi[\tau_K]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1,2 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = 4,8 \text{ мм},$$

приймати будемо $d_b = 5 \text{ мм}$, під опорами значення діаметру валу $d_{d0} = 7 \text{ мм}$, під колесом зубчастим $d_{bK} = 10 \text{ мм}$.

Слід накреслити вал та визначити реакції на опорах у площині горизонтальній

$$R_A^r = R_B^r = \frac{F_t \cdot \frac{l_1}{2}}{l_1} = \frac{F_t}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ Н}.$$

Значення моменту згину

$$M_r = R_A^r \cdot \frac{l_1}{2} = 50 \cdot 0,045 = 2,25 \text{ Нм}.$$

у площині вертикальній

$$R_A^b = R_B^b = \frac{F_r}{2} = \frac{36,4}{2} = 18,2 \text{ Н}.$$

Значення моменту згину

$$M^b = R_A^b \cdot \frac{l_1}{2} = 18,2 \cdot 0,045 = 0,82 \text{ Нм}.$$

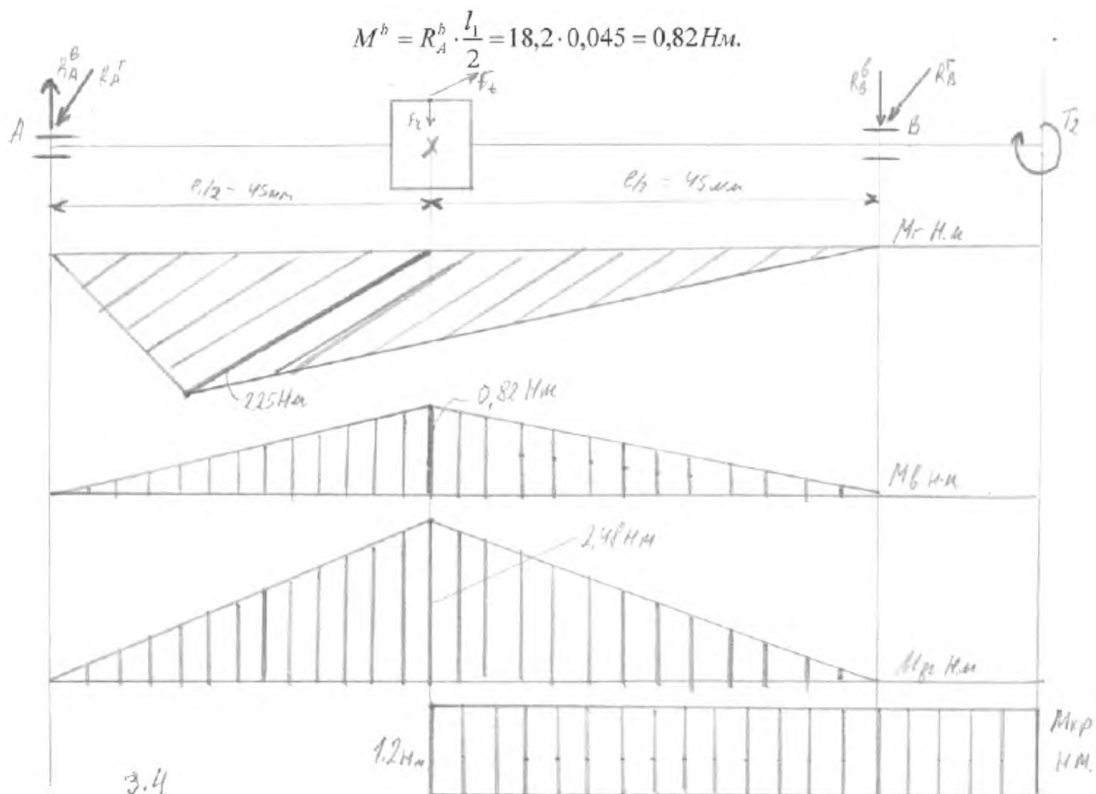


Рисунок 2.5 – Схема валу та епюра моментів

Значення моменту згину сумарного

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{2,25^2 + 0,85^2} = 2,48 \text{ Нм}$$

2.6 Перевірка міцності шпонки

Використовуємо призматичну шпонку. Розмір поперечного перерізу шпонки та паза, а також довжина шпонки - згідно ДСТУ 23360-78 (табл. 8.9(6)).

Для шпонки оберемо такий матеріал як Нормалізована сталь 45. та умова міцності і напруження зминання оберемо відповідно до формули 8.22(6):

$$\sigma_{\Sigma}^{\max} = \frac{2T_2}{d(h-t_1) \cdot (l-b)} \leq [\sigma_{\Sigma}]$$

Напруження зминання, які ми можемо допустити

$$[\sigma_{\Sigma}] = 100 \dots 120 \text{ МПа.}$$

В такому разі, для даної шпонки маємо наступні розміри:

$$d = 10 \text{ мм}; b \cdot h \cdot t_1 \cdot l = 3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 8 \text{ мм.}$$

Тоді

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^3}{10(3-2)(8-3)} = 48 \text{ МПа} < [\sigma_{\Sigma}] = 100 \text{ МПа.}$$

Приходимо до висновку, що забезпечується міцність даної шпонки.

2.7 Розрахунок пневмосистеми

Будемо мати $H = 4 \text{ кг/см}^2$ - це значення тиску робочого для повітря; h - вимірюваний давачем тиск.

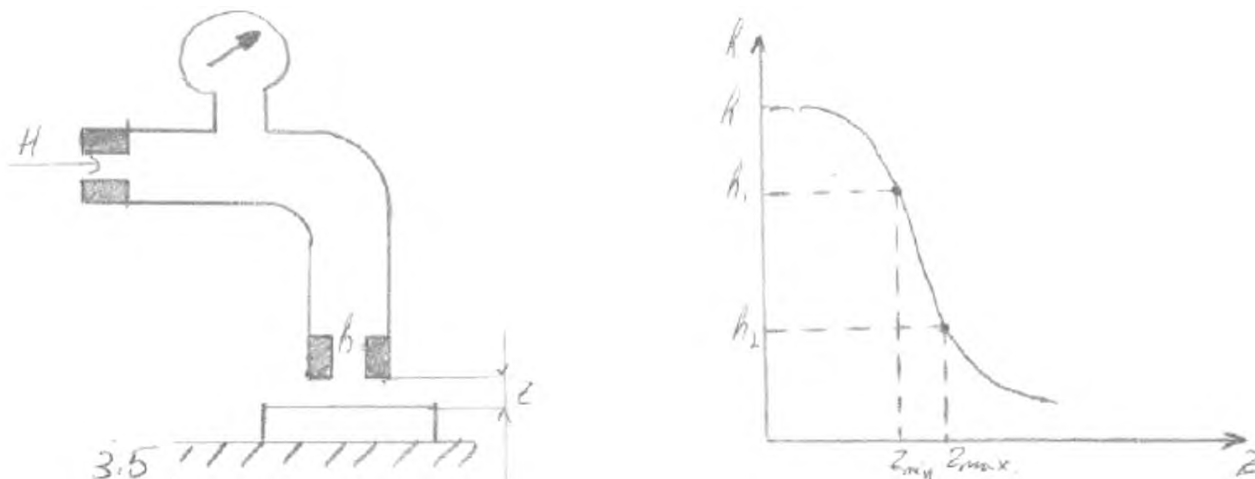


Рисунок 2.6 – Схема вимірювання та характеристика схеми

Скористаємось рівнянням постійної витрати повітря

$$f_1 \rho_1 w_1 = f_2 \rho_2 w_2$$

де $\rho_1 w_1$ та $\rho_2 w_2$ - насиченість повітрям та швидкість потоку через вхідні та вихідні сопла, за умови нестисненого повітря

$\rho_1 = \rho_2 = \rho$, приймемо

$$W_1 = \mu_1 \sqrt{\frac{2(H-h)}{\rho}} \text{ та } W_2 = \mu_2 \sqrt{\frac{2h}{\rho}}$$

де: μ_1 та μ_2 - коефіцієнти потоку через сопла відповідні. Зрештою, отримуємо

$$h = \frac{H}{1 + \left(\frac{\mu_1 \cdot f_2}{\mu_2 \cdot f_1} \right)^2}$$

f_2 - значення площі вихідного сопла,

$$f_2 = \pi \cdot d_2 \cdot z = 3,14 \cdot 2 \cdot 1 = 6,28 \text{ мм}^2.$$

е: f_1 – значення площі січення вхідного сопла,

$$f_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} = 12,56 \text{ мм}^2,$$

Маємо

$$h = \frac{4}{1 + \left(\frac{0,3}{0,3} \cdot \frac{6,28}{12,56} \right)^2} = \frac{4}{1 + 0,25} = 3,2 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

2.8 Контактна міцність з'єднання упора з верстатом

Відповідно до напруження стиску робимо перевірку міцності.

$$\sigma_{cm} = \frac{P}{F} \leq [\sigma_{cm}] -$$

Будемо мати силу $P=100\text{Н}$.

Напруження стиску

$$\sigma_{cm} = \frac{100}{3,14} = 31,8 \text{ МПа} < [\sigma_{cm}]$$

Площа

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 3,14 \text{ мм}^2.$$

2.9 Розрахунок постійного контакту упора з верстатом при вимірюванні

Безперервність з'єднання забезпечується тим, що коробка передач є черв'ячною з автоматичним гальмуванням, і ми розрахуємо прогин вала коробки передач.

Схема навантаження на вал.

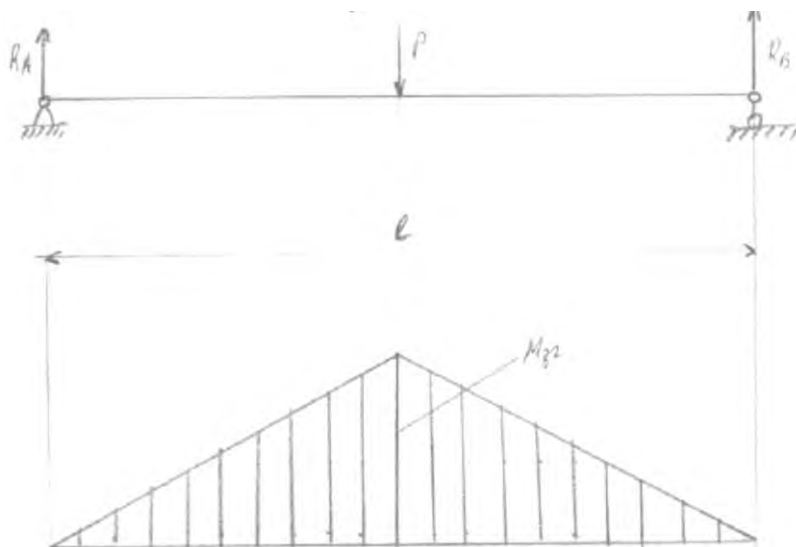


Рисунок 2.7 - Схема навантаження вала

Реакції

$$R_A = R_B = \frac{P}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ Н.}$$

Прогин валу найбільший

$$y_{\max} = \frac{P \cdot e^3}{48 \cdot E \cdot I_x},$$

Згинаючий момент

$$M_{\text{зг. max}} = R_A \cdot \frac{1}{2} = 50 \cdot 0,045 = 2,25 \text{ Нм.}$$

де: E – значення пружного модуля для матеріалу валу $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, I_x – для круглого валу такий буде момент інерції січення,

$$I_x = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{3,14 \cdot 8^4}{32} = 401,92 \text{ мм}^4.$$

Маємо:

$$y_{\max} = \frac{100 \cdot 90^3}{48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 401,92} = 0,00189 \text{ мм} \approx 0,002 \text{ мм}$$

Постійним є контакт шпинделя з упором, при малому значенні.

2.10 Повірка пристрою

Умова повірки та підготовка до неї

Під час повірки необхідно виконати такі дії:

- > значення температури середовища навколишнього будемо мати від $+15^\circ\text{C}$ до $+28^\circ\text{C}$;
- > вологість відносну будемо мати від $-65+15\%$;
- > тиск атмосферний будемо мати від 84 до 106 кПа.

Калібрований прилад повинен бути оснащений захистом від вібрації.

Проведення повірки

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

Під час зовнішнього огляду пристрій повинен відповідати наступним умовам:

- пристрій повинен відповідати паспорту;
- пристрій повинен бути без пошкоджень механічних, що на його роботу впливають, а також без проблем з корозією та фарбуванням.

Перевірка контакту окремих елементів пристрою. Випробування слід проводити у звичайному робочому положенні, на зразку, тобто фрезі. При цьому звертаємо велику увагу на плавність по диференціальному датчику ковзного руху.

Визначення дефекту пристрою слід проводити на зразку в такому порядку:

- очищення поверхонь виконавчого механізму та фрезерного верстата зразка;
- встановлення зразка в кронштейн верстата;
- запуск двигуна та переміщення повзуна до заготовки;
- зчитування показань цифрового дисплея;
- зняття повзуна.

2.11 Похибка пристрою

Похибка пристрою визначається за формулою

$$\delta_{np} = \delta_{з.в} + \sqrt{\sum \delta_{тех}^2},$$

де: $\delta_{з.в}$ - похибка засобу вимірювання.

Для датчика диференціального з сільфонами маємо

$$\delta_{з.в} = 0,5\%.$$

$\sum \delta_{тех}$ - сукупність усіх похибок технологічних, що на роботу пристрою впливають. Вони спричинені конструкцією пристрою.

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

Ми приймаємо похибку що виникла тому, що пневматичне кріплення не призначене для належного закриття.

$$\text{діаметр } 2^{+0,01}_{-0} \text{ мм.}$$

Значення допуску $\Delta = 0,01 \text{ мм.}$

Значення похибки

$$\delta_{\text{тех.}} = \frac{0,01}{2} \cdot 100\% = 0,5\%.$$

Тоді значення похибки пристрою

$$\delta_{\text{пр}} = 0,5 + \sqrt{0,5^2} = 1\%.$$

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Функціональна схема керування

Для спрощення побудови схеми спочатку слід накреслити функціональну блок-схему.

Схема працює в такому порядку: попередньо налаштований перетворювач виявляє калібрувальне зміщення, змінює індуктивність своїх котушок. Цей сигнал подається на зображення з'єднання перетворювача та перетворюється на напругу.

Це значення напруги досягає рівня, необхідного для нормальної роботи АЦП. Індукційний сигнал перетворюється АЦП у цифровий код. Комп'ютер записує код у свою пам'ять та використовує його в подальшому аналізі, під час якого обчислює шорсткість поверхні контрольованої деталі. Крім того, комп'ютер керує виконавчими механізмами, що дозволяють проводити вимірювання.

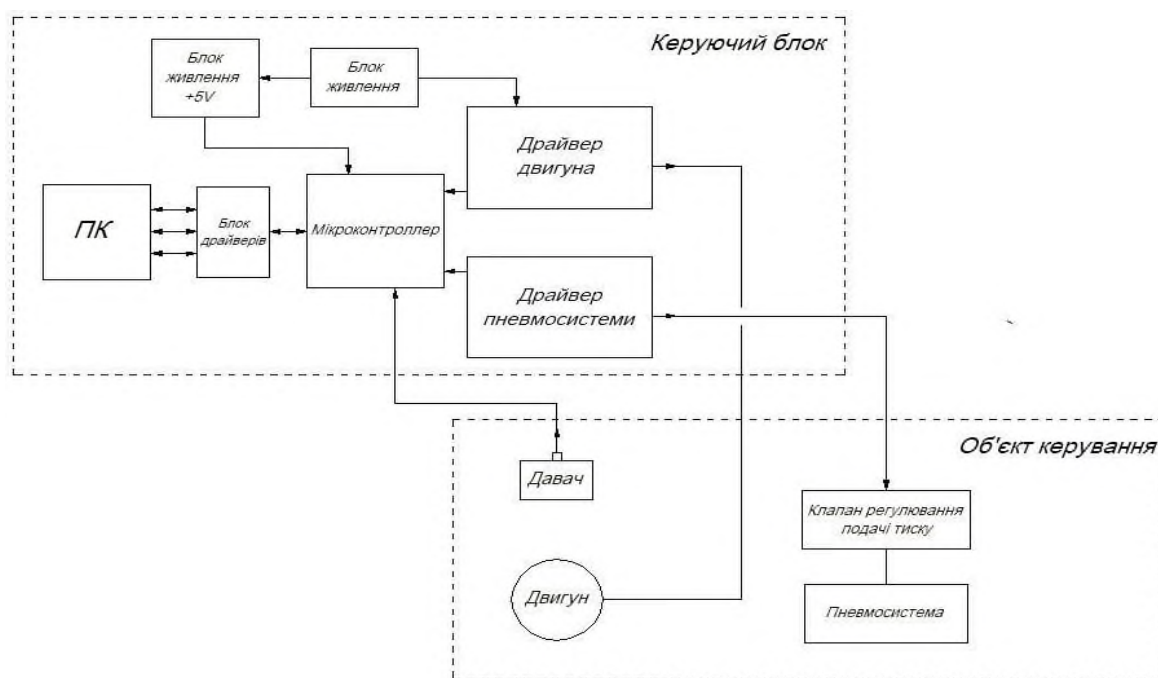


Рисунок 3.1 – Функціональна схема керування

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА		
Розроб.	Каплун В.В.						
Перевір.	Чайковський А.В.						
Консультант							
Н. Контр.	Апостол Ю.О.						
Затверд.	Паламар М.І.						
					Літ.	Арк.	Аркушів
					ТНТУ, ФПТ, ар. РВ-41		

Процесор центральний генерує сигнали керуючі, які надсилаються на драйвер керування через вихідний порт мікроконтролера, а драйвер, таким чином, генерує набір команд для управління механізмом виконавчим.

Для того, щоб отримати сигнали у цьому пристрої використовується датчик диференціальний. Датчиком диференціальним називають реле, призначене для того, щоб контролювати різниці тисків, тиску надлишкового повітря і газу, а також тиск розрядження.

3.2 Структурна схема проходження сигналу

Мета структурної схеми – показати загальну структуру пристрою, тобто його основні блоки, вузли, компоненти та основні зв'язки між ними. Структурна схема повинна чітко показувати, для чого потрібен пристрій, як він працює в основних режимах, як його частини взаємодіють одна з одною.

На електричних структурних схемах усі основні компоненти виробу (елементи, пристрої, функціональні групи) зображуються загальними графічними символами та показано зв'язок між ними. Водночас графічна структура схеми повинна давати чітке уявлення про порядок взаємодії активних компонентів виробу, який можна простежити за допомогою стрілок, намальованих на сполучних лініях.

На рисунку 3.3 показано схему сигнального шляху, в якій дані керування двигуном подаються на центральний процесор, де формуються сигнали керування. Через порти введення/виведення керуючий сигнал надходить на драйвер керування двигуном, в якому мікросхема реалізує всю систему керування двигуном. Завдяки датчику, що вимірює швидкість валу двигуна, ми отримуємо точну кількість кроків, зроблених двигуном. Завдяки енкодеру рух передається на вимірювальний пристрій.

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

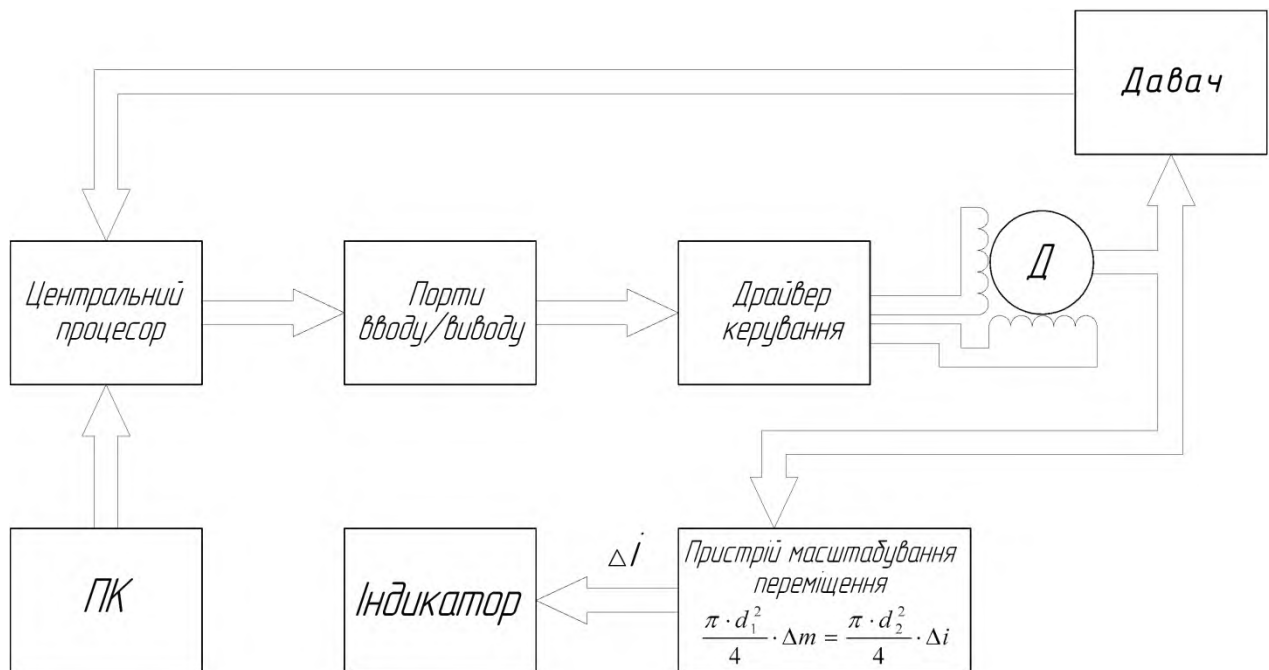


Рисунок 3.3 – Схема проходження сигналу

На виході масштабувального пристрою ми будемо мати таке значення переміщення, яке будемо визначати відповідно до даної формули:

$$\frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot \Delta m = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot \Delta i$$

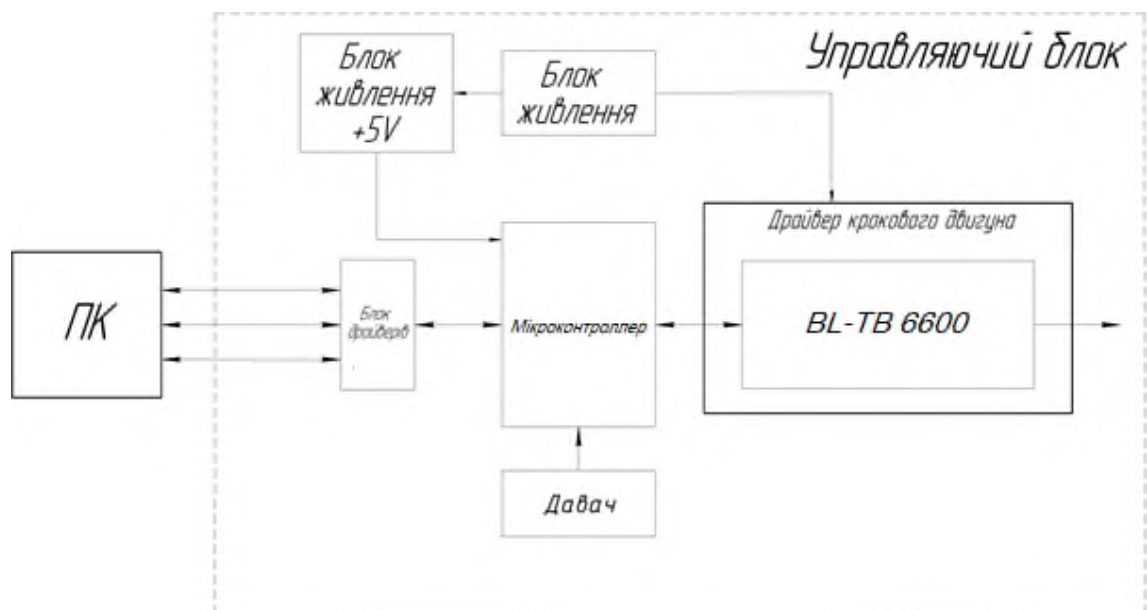


Рисунок 3.2 – Функціональна схема блоку керування

3.3 Розрахунок драйвера для керування двигуном

Драйвери керування електродвигунами – це програмні компоненти, які дозволяють операційній системі взаємодіяти з обладнанням, забезпечуючи контроль та керування функціонуванням пристроїв. Вони відповідають за правильну роботу різних режимів роботи, таких як перехід в інший режим, призупинення роботи окремих компонентів та інші функції, спрямовані на оптимізацію роботи та продовження терміну служби електродвигуна.

Драйвери забезпечують зв'язок між системою керування і апаратними компонентами.

Важливою їх функцією є керування режимами роботи:

Вони дозволяють системі керування переводити пристрої в різні режими роботи і керувати їх продуктивністю, щоб знизити енергоспоживання, коли пристрій не використовується в повній мірі.

Найкращим рішенням цієї проблеми є використання драйвера крокового двигуна BL-TB6600.

Цей контролер приводу ідеально підходить для професійного виготовлення систем ЧПК на базі потужних двигунів. Порівняно з драйвером попереднього покоління TB6560ANG, вихідна потужність TB6600HG зросла до 200 Вт (як бачимо, практично вдвічі більше потужності), робоча напруга зросла з 35 В (TB6560ANG) до 50 В, робочий струм збільшився до 4,5 А (пік 5 А); збільшена максимальна робоча частота, а також вбудовані схеми захисту.

Цей драйвер відрізняється інтелектуальним керуванням струмом та використанням ШІМ-моделювання, завдяки чому до драйвера можна підключати крокові двигуни з будь-якою напругою живлення та струмом - на заданому рівні мікросхема сама обмежує максимальний струм.



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд драйвера TB6560AHG збоку



Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд драйвера TB6560AHG зверху

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

Таблиця 3.1 – Властивості драйвера TB6560AHG

Властивості	Параметри
Вхідна напруга силової частини	від 8В до 50В постійної напруги
Вихідний струм	від 0.3А до 4.5а (пікове значення 5А)
Крок	1 .. 2 .. 8 .. 16
Максимальна частота ШІМ	200кГц
Регулювання максимального струму ШД	1.1А .. 2.2А .. 3.3А .. 4.5А
Регулювання струму утримання	50% або 100%
Температура експлуатації	від -10 до + 45 ° С
Розміри	80мм * 50мм * 35мм
Вага	118.3г

Драйвер конструктивно розроблений для монтажу в корпусі, а контактні поверхні можна швидко роз'єднати. Це спрощує встановлення, експлуатацію та заміну у разі виходу з ладу.

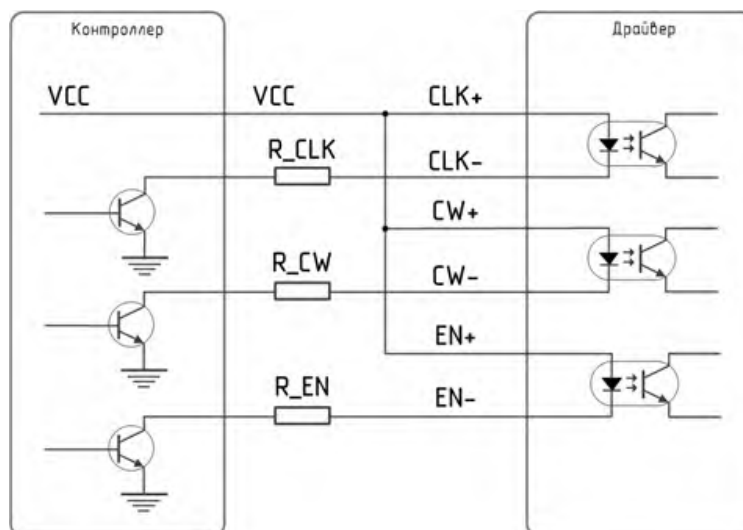


Рисунок 3.5 – Приклад підключення драйвера до контролера

Значення опорів R_CLK , R_CW , R_EN будуть від напруги живлення VCC залежними:

При $VCC = 5V$, $R_CLK = R_CW = R_EN = 0$;

При $VCC = 12V$, $R_CLK = R_CW = 1\text{кОм}$, $R_EN = 1.5\text{кОм}$;

При $VCC = 24V$, $R_CLK = R_CW = 2\text{кОм}$, $R_EN = 3\text{кОм}$;

Мікроконтролер керує кроковим двигуном. Однак цю функцію неможливо виконати без керуючого пристрою, підключеного до входу мікроконтролера. Тому його називають драйвером або підсилювачем.

На основі даних, отриманих під час роботи датчика, можна розрахувати кількість обертів валу двигуна, щоб виключити кількість пропущених кроків. Дані надсилаються та збираються мікроконтролером. Блок драйвера використовується для послідовного обміну даними між мікроконтролером та ПК.

3.4 Клапан регулювання тиску

Для керування подачею високого тиску ми використовуємо регулятор Dynabrade 10673. Пружина клапана керується регулятором, і пружина впливає

на діафрагму і тиск повітря змінює. Цей пристрій також має манометр, який дозволяє контролювати зміни тиску.

Використання цього пристрою запобігає різким змінам тиску повітря в мережі, які можуть виникати, наприклад, через відкриття та закриття інших пристроїв у мережі, що спричиняє зміни тиску та швидкості потоку повітря. Таким чином: регулятор сприяє безперебійній роботі пневматичного пристрою. Таким чином, його перераховані вище характеристики, безумовно, продовжать термін служби пристрою, а також значно підвищують точність вимірювання регуляторних компонентів.

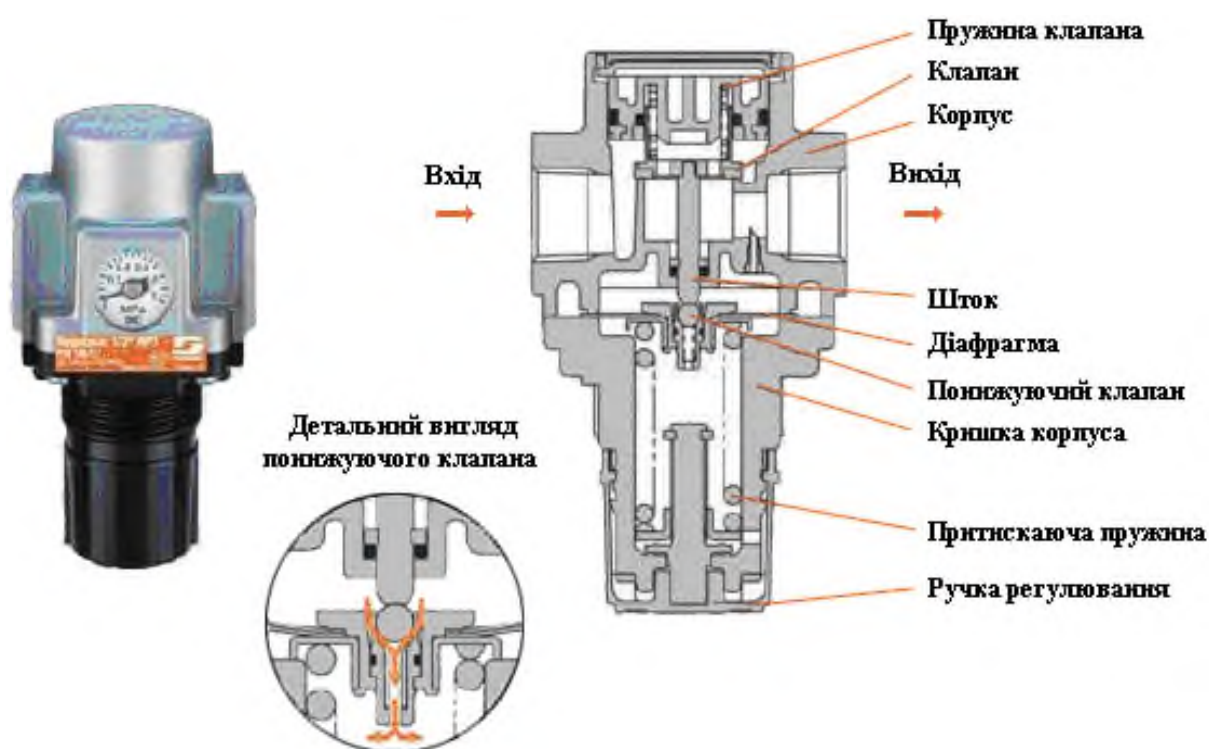


Рисунок 3.4 – Регулятор Dynabrade 10673

Таблиця 3.1 – Властивості регулятора Dynabrade 10673

Приєднувальна різьба	1/2"
Тиск, бар (PGIS)	15 (218)
Максимальний тиск на вході, бар (PSIG)	10 (145)
Діапазон тиску на виході, МПа	від 7 до 123
Робоча температура, °C	-5—60
Точність фільтрації, мкм	5
Матеріал резервуара	полікарбонат
Захисний кожух	стандартний

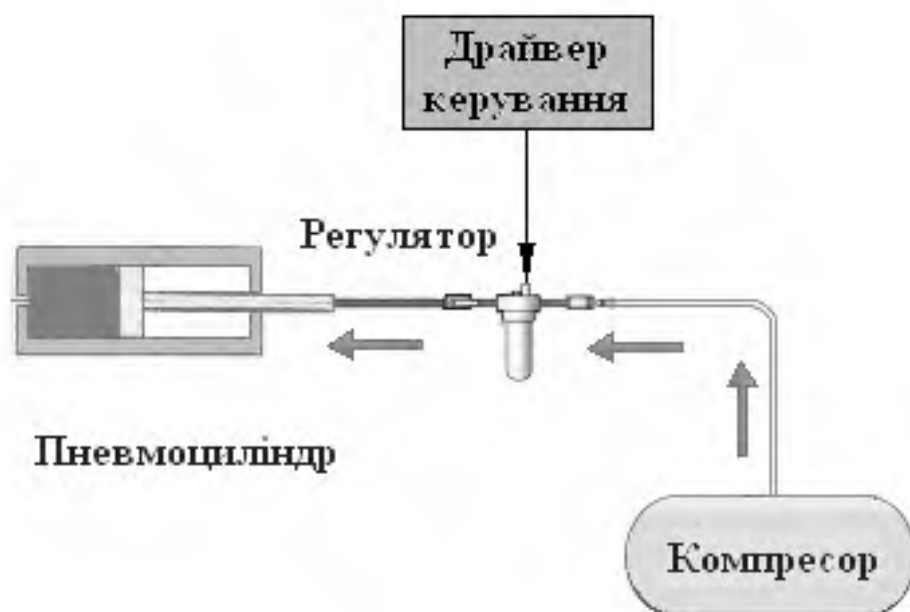


Рис. 3.5 – Схема підключення регулятора

Регулятор підключено до контуру подачі повітря між компресором, який стиснене повітря подає, та пневматичним циліндром, який живить подачу деталей, що вимірювані.

Відповідно до значення, зчитованого датчиком, регулятор подає повітря, коли сигнал від приводу пневматичного циліндра активується через канал керування, та припиняє подачу, коли завершена робоча операція.

3.5 Блок-схема керування двигуном

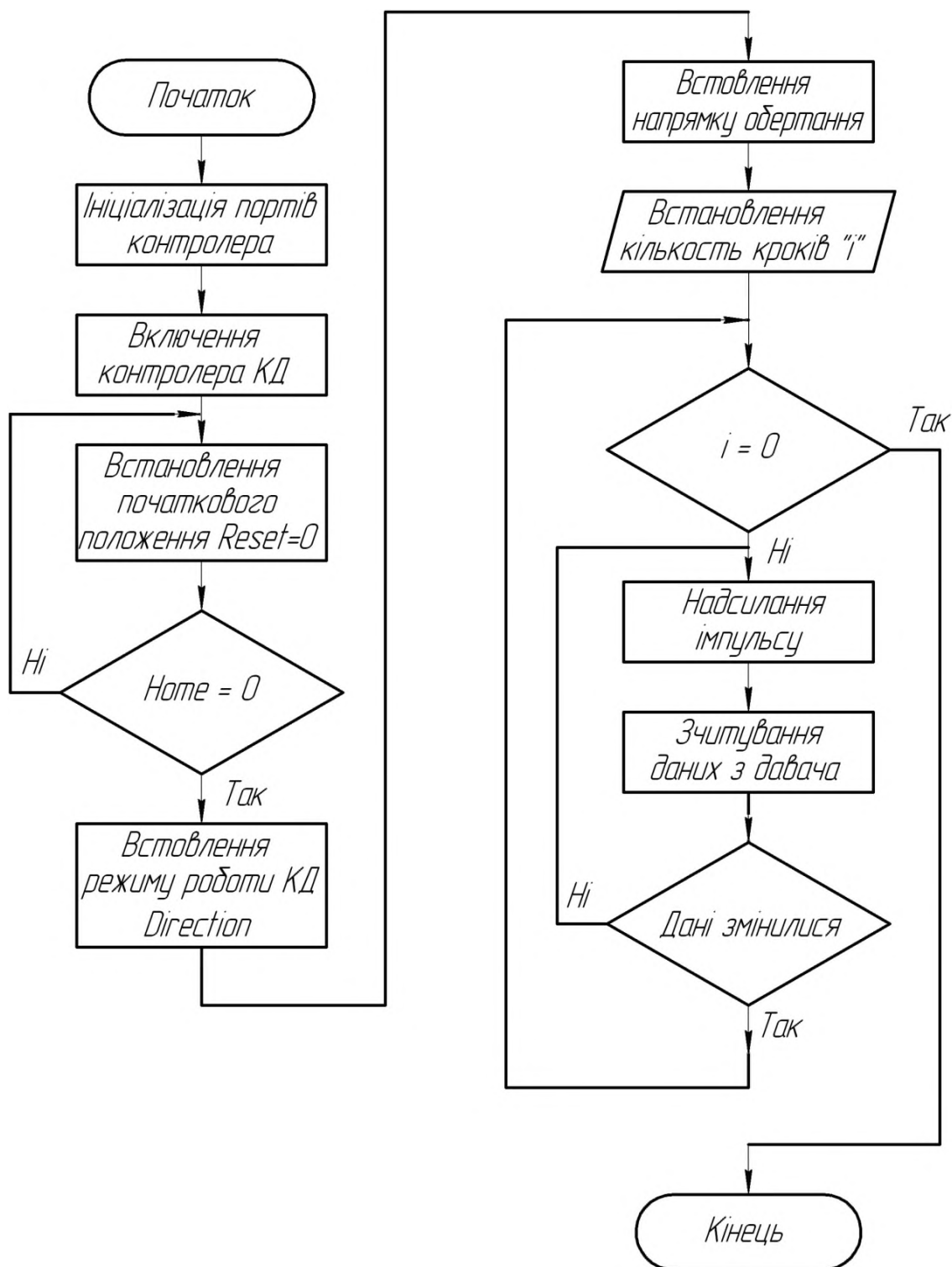


Рисунок 3.6 – Блок-схема програми керування двигуном

Коли ви вивчаєте програмування, ви повинні мати чітке уявлення про те, що таке алгоритм і як він працює. Добре розроблений алгоритм визначає, скільки часу потрібно для налагодження програми та пошуку помилок. Алгоритм також визначає структуру програми або фрагмента коду, що дуже важливо під час модифікації програми.

На рис. 3.6 показано блок-схему алгоритму роботи програми керування двигуном.

На вхід драйвера подаються імпульси для обертання вала двигуна. З кожним пропущеним імпульсом значення "i" (кількість імпульсів) зменшується на одиницю, тобто зменшується.

Коли значення "i" (кількість імпульсів) скидається, тобто зменшується до нуля, процедура зупиняється, і оператор записує дані з індикатора, калібрування якого ми виконали. Потім процес повторюється до тих пір, поки не будуть зчитані всі значення індикатора та визначена похибка.

Під час проектування пристрою для активного контролю товщини ріжучих елементів ми розробили функціональну схему автоматичного зчитування значень з датчиків та описали принципові схеми виконавчих механізмів. Під час розробки було використано мікроконтролер з добре розробленою аналоговою частиною, що дозволяє вимірювати параметри керування з достатньо високою точністю.

3.6 Динамічне налаштування системи з використанням гіпотези частотної розв'язки кіл

Як відомо, вирішення задач системи керування процесами вимагає параметричного синтезу систем, аналізу застосовності деяких алгоритмів керування, вивчення поведінки систем у різних ситуаціях, врахування багатьох факторів, що впливають на працездатність системи, тощо.

Такі задачі зручно вирішувати, моделюючи динамічні системи в часовій області, використовуючи комп'ютерні технології.

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

Задача визначення оптимальних значень параметрів налаштування двоконтурної системи керування є дуже складною і може бути вирішена різними способами залежно від інерційних властивостей об'єкта для допоміжної та основної керуючих змінних. У цьому дослідженні вивчаються два найпоширеніші методи динамічного налаштування:

1. Налаштування системи з використанням гіпотези частотної розв'язки контурів, якщо інерційність об'єкта допоміжної керуючої змінної значно менша за інерційність об'єкта основної керуючої змінної.

2. Налаштування системи з використанням методу заповнення ("компенсоване налаштування"), якщо інерційність об'єкта допоміжної керуючої змінної близька до інерційності об'єкта основної керуючої змінної. Основною керуючою змінною в пневматичній системі є значення сили тиску повітря, яке вимірюється за допомогою термоелектричного перетворювача. Додатковий термоелектричний перетворювач розміщений безпосередньо за впорскуванням, за допомогою якого можна виміряти значення тиску. Це значення є допоміжною керуючою змінною, яка дозволяє за певних умов покращити якість регулювання, зокрема, зменшити вплив збурень по каналу керування. Щоб забезпечити рівність додаткового сигналу нулю в статичному режимі, він подається в регулятор через диференціал.

Формула для передатної функції

$$W_{\Sigma 1}(p) = \frac{W_{\mu y}(p)}{W_{\mu z}(p)},$$

де $W_{\mu z}(p)$, $W_{\mu y}(p)$ - передавальні функції об'єкта по допоміжній та основній регульованим величинам, а $W_d(p)$ - передавальна функція диференціатора.

Відповідно до завдання на дослідження передавальних функцій об'єкта за допоміжною $W_{\mu z}(p)$ і основною $W_{\mu y}(p)$ регульованим величинами являють собою послідовне з'єднання відповідно двох і п'яти аперіодичних ланок з однаковими значеннями постійних часу і ланки транспортного запізнення.

Тому передатна функція еквівалентного об'єкта $WE1(p)$ буде послідовне з'єднання трьох аперіодичних ланок і ланки транспортного запізнення.

Структурну схему дослідження пневматичної системи для визначення оптимальних значень параметрів налаштування ПІ регулятора за мінімумом модульного інтегрального критерію для еквівалентного об'єкта $WE1(p)$ наведено на рис. 3.7

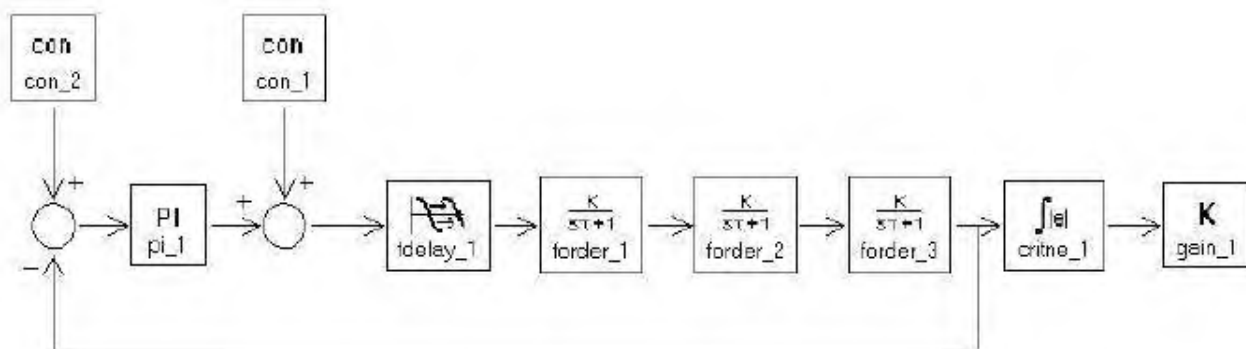


Рисунок 3.7 – Структурна схема дослідження пневматичної системи

$y(t)$, $z(t)$ – основна та допоміжна регульовані величини;

$\lambda(t)$ – зовнішнє неконтрольоване обурення;

$u(t)$, $\mu(t)$ – що задає та регулює вплив;

$W_{\lambda y}(p)$, – передатна функція об'єкта по каналу впливу, що збурює;

$W_{\mu z}(p)$, $W_{\mu y}(p)$ – передатні функції об'єкта за допоміжною та основною регульованими величинами;

$W_p(p)$, $W_d(p)$ – передатні функції регулятора та диференціатора.

Результати дослідження зображені на рис. 3.7.

Необхідно відзначити, що, як видно з рис. 3.7, знайдені значення параметрів налаштування диференціатора, що забезпечують мінімум модульного інтегрального показника якості процесу регулювання без обмеження запасу стійкості системи дають відносно велику коливність перехідного процесу (ступінь загасання $\Psi \approx 0,71$).

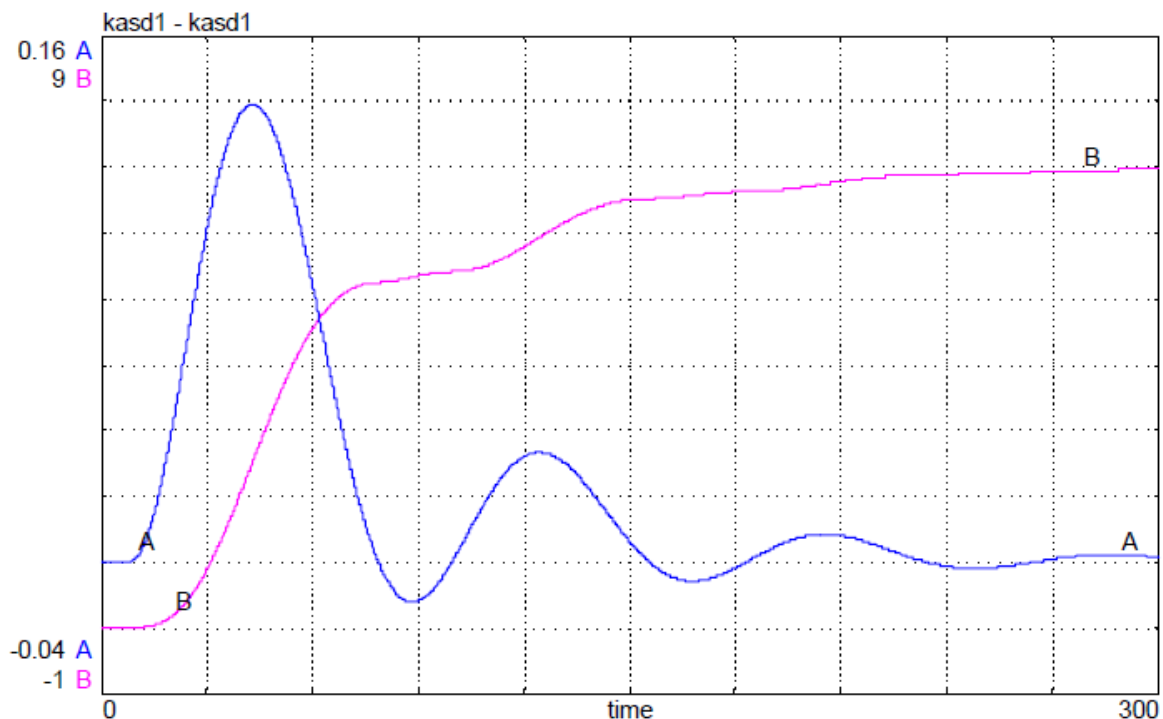


Рисунок 3.7 – зміна величини $Y(t)$ при оптимальних значеннях параметрів налаштування автоматичної системи регулювання з ПІ-регулятором та об'єктом $WE1(p)$ при збуренні по $\mu(t)$

Визначивши значення KP_{opt} та TI_{opt} у цій системі для заданого критерію оптимальності, отримаємо значення K_{Dopt} , T_{Dopt} :

$$K_{Dopt} = 1/KP_{opt} = 1/7,85 = 0,127 \quad T_{Dopt} = TI_{opt} = 49,81 \text{ с.}$$

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Працездатність людини — оператора

При роботі з вимірювальним приладом, для ефективності робочого процесу важлива кількість та форма отриманої інформації, зручність робочого місця, характер взаємостосунків в колективі, вплив чинників середовища існування. До внутрішніх чинників належать: рівень підготовки, тренуваність людини та її емоційна стійкість. У процесі роботи людина переживає різні функціональні стани, які зумовлюють різні рівні її працездатності. На рис. 4.1 наведено зміни функціонального стану та якості праці людини під час робочого процесу.

Виділяють 4 фази працездатності: пристосування до праці, стійкої працездатності, субкомпенсації, втоми. Тривалість усіх фаз та усього циклу роботи залежить від рівня підготовки людини до роботи.

Ф — показник функціонального стану;

Б — помилки роботи;

П — продуктивність праці.

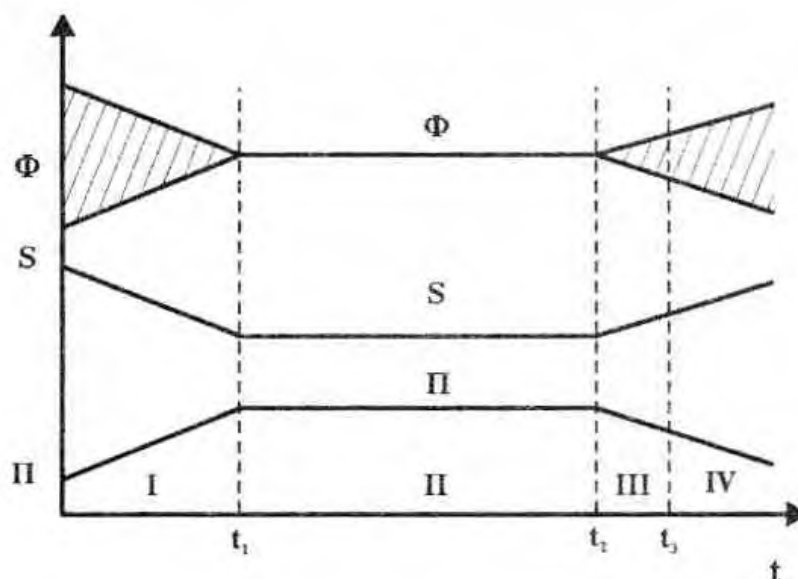


Рисунок 4.1 - Фази працездатності

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Каплун В.В.			БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Чайковський А.В.							
Консультант		Гурик О.Я.							
Н. Контр.		Апостол Ю.О.				ТНТУ, ФПТ, єр. РВ-41			
Затверд.		Паламар М.І.							

Фаза пристосування до праці (0 — 1,) — це час, протягом якого людина адаптується до майбутніх умов праці. Основний показник поступово досягає свого встановленого значення. Тривалість періоду пристосування організму до умов праці залежить від багатьох чинників, серед яких основними є інтенсивність роботи (чим інтенсивніша робота, тим цей період коротший) та рівень готовності людини до майбутньої роботи.

Значного скорочення фази пристосування до праці можна досягти за рахунок попередньої підготовки людини до роботи (виконання фізичних вправ, адаптації зору, слуху та ін.) та шляхом посиленого навчального навантаження. Суть останнього полягає в тому, що оператор перед початком роботи проводить короткочасне тренування щодо розв'язання однієї чи кількох задач підвищеної складності.

Фаза стійкої працездатності (t_1 — t_2) характеризується найвищою якістю праці при оптимальних рівнях функціонування фізіологічних систем організму. Тривалість цього періоду залежить від інтенсивності роботи. Чим інтенсивніша праця, тим коротший цей період. Найоптимальніша динамічна робота, коли цей період може бути в десятки разів довшим, ніж при статичній діяльності. На процес стійкої працездатності великий вплив справляють емоції. Негативні (страх, невпевненість, поганий настрій) знижують працездатність. Позитивні (впевненість, спокій, бадьорий настрій) значно продовжують період стійкої працездатності.

Продовження періоду стійкої працездатності забезпечують:

- оптимальним рівнем напруги психофізіологічних функцій;
- комфортними умовами праці;
- правильним поєднанням режимів праці та відпочинку;
- емоційним розвантаженням;
- використанням тонізуючих напоїв (кава, чай), фармакологічних засобів, зокрема препаратів рослинного походження (вітаміни, препарати, які впливають на енергетичні та метаболічні процеси);

- інформуванням людини про наслідки її діяльності, наглядом та контролем її роботи.

Вживання легких стимуляторів допомагає знизити сонливість, сприяє підвищенню працездатності на короткий період. Однак активні стимулятори на відповідальних видах робіт здатні викликати негативний ефект — погіршується самопочуття, знижується рухливість та швидкість реакцій. Поширене серед населення вживання транквілізаторів, викликаючи заспокоєння та запобігаючи розвитку неврозів, може знизити психічну активність, сповільнити реакції, спричинити апатію та сонливість.

Фаза субкомпенсації (t_2 — t_3) розглядається як початок розвитку втоми. В цей період якість праці ще зберігається на високому рівні, але тільки за рахунок перенапруг и відповідних функцій організму.

Фаза втоми характеризується чітко вираженим зниженням якості роботи при подальшому погіршенні функціонального стану людини. Об'єктивними показниками втоми є зміна частоти пульсу, дихання, зорової та слухової чутливості.

Наступною фазою життєдіяльності людини є фаза відновлення працездатності (відпочинку), яка може тривати від 3 до 5 хвилин; 60 — 90 хв. і навіть декілька діб.

4.2 Заходи безпеки, які необхідні для обслуговування верстату

Забезпечення безпеки праці — це необхідна умова будь-якого технологічного процесу. Це особливо важливо в приладобудуванні, де застосовується різноманітне механічне й електричне устаткування, а технологічні процеси супроводжуються виділенням значних кількостей небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

При виготовленні пристрою для контролю товщини фрез використовуємо свердлильний верстат, з метою свердління отворів. Вони потребують підвищеної уваги у відношенні безпеки роботи верстата, при використанні їх в умовах безпосереднього контакту верстатника з верстатом.

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

Техніка безпеки при роботі на свердлильному верстаті. При роботі на обладнанні дотримуємось вимог до техніки безпеки.

Щоб уникнути одержання травм верстатник, крім загальних правил безпечної роботи, дотримується ще і специфічних правил, що обумовлені особливостями свердлильних верстатів. Вони полягають у наступному:

а) ознайомитися по технологічній документації з майбутньою роботою, перевірити комплектацію і справність пристосувань і інструмента;

б) перевірити легкість переміщення столу верстата у всіх напрямках ручними подачами, при необхідності послабити стопорні пристрої й установити стіл у положення, зручне для встановлення свердла;

в) посадкові поверхні свердла, оправок, перехідних втулок, цанг і шпинделів, а також торці настановних кілець, щоб на них не залишалися забруднення і волокна від обтирального матеріалу;

г) при установці і зніманні свердл остерігатися поранень рук;

д) при фіксуванні хвостовика свердла в шпинделі верстата варто переконатися в тім, що він сідає щільно, без люфту, а саму фіксацію здійснювати, увімкнувши коробку швидкостей, щоб уникнути повертання шпинделя;

е) після закріплення свердла перевірити величину биття. Налаштувати коробку швидкостей і подач на задані режими, а також встановити і закріпити упори автоматичного вимикання подач;

є) місця кріплення заготовок вибирати якнайближче до оброблюваної поверхні. Особлива увага повинна бути приділена стану поверхні столу. Перед установкою заготовок на стіл верстата необхідно ретельно очистити його від забруднень і стружки. У випадку кріплення заготовок на неопрацьованій поверхні варто застосовувати прихвати з насічкою.

ж) якщо обробку роблять у пристосуванні, то необхідно:

- перед установкою пристосування протерти стіл і посадкові місця пристосування;

- при підлагодженні положення пристосування на столі верстата застосо-

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

увати тільки молотки з вставками з м'якого матеріалу (міді, латуні);

- у випадку кріплення заготовок за неопрацьовану поверхню в лещатах їх необхідно оснастити притискними губками з насічкою;

- закріплюючи заготовку за оброблені поверхні в лещатах, їх необхідно оснастити нагубниками з м'якого металу;

- при закріпленні циліндричних заготовок у патроні ділильної головки варто застосовувати різні втулки з м'якого металу і прокладати фольгу;

з) у зв'язку з тим, що найбільшу небезпеку для свердлильника представляє свердло і стружка, обов'язковим є застосування огорожень і пристосувань для уловлювання і відводу стружки. У випадку неможливості їхнього використання застосовують засоби індивідуального захисту - окуляри чи щитки;

и) перед установкою заготовок на стіл верстата чи в пристосування очищати їх від забруднень, звертаючи особливу увагу на стан базових поверхонь;

і) варто уникати розміщення на столі верстата допоміжних і вимірювальних інструментів, а також заготовок і оброблених деталей;

ї) застосовувати правильні прийоми роботи:

- заготовку подавати до свердла тільки після ввімкнення обертання шпинделя, при цьому механічну подачу вмикати до зіткнення свердла з заготовкою;

- зупиняючи верстат, спочатку вимкнути подачу, потім відвести свердло від оброблюваної деталі і виключити обертання шпинделя;

- відводити свердло на безпечну відстань, щоб не зашкодити рукам об її краї при зніманні обробленої деталі чи її вимірюванні;

- стежити за правильним підведенням ЗОР у зону різання;

й) при знятті обробленої деталі, а також при її вимірюванні остерігатись поранення рук. Щоб уникнути поранень, користуватися для зняття зазубрин слюсарним інструментом або абразивним бруском;

к) якщо краї свердла викришилися, його необхідно замінити;

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ	

л) видаляти стружку зі столу після зняття кожної обробленої деталі за допомогою капронових, волосяних чи щетинних щіток (для цієї мети може бути використаний також пиłosос). Забороняється обдування столу стисненим повітрям і використання металевих щіток і гачків;

м) у процесі роботи стружку видаляти тільки пензликом з ручкою, довжина якої не менш 250 мм. При цьому необхідно пам'ятати, що стружка, розкидана на підлозі, може бути причиною травм ніг і її варто періодично забирати;

н) при виникненні вібрацій зупинити верстат і вжити заходів з їх усунення, перевірити стан та кріплення свердла, надійність кріплення оброблюваної деталі та пристосування;

о) щіткою видаляти стружку з пристосуванням, зі столу та із станини, а пензликом або загостреною дерев'яною паличкою очищати від стружки і забруднень пази столу та інші важкодоступні місця. Збирати стружку з підстави верстата і забирати її в спеціальну шухляду;

п) для зняття свердла застосовувати спеціальний інструмент, попередньо розмістивши на столі верстата дерев'яний лоток, що запобігає псуванню як інструмента, так і столу верстата.

Обертний різальний інструмент, зони різання, а також усі приводні та передавальні механізми верстатів, що обертаються, пристосування, особливо ті, що мають виступаючі частини, кулачкові та повідкові патрони, планшайби підлягають огороженню.

Література:

- 1) Жидецький В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів : підручник. Львів : Афіша, 2020. 176 с.
- 2) ДСТУ 7299:2013 Дизайн і ергономіка. Робоче місце оператора.
- 3) Яремко З.М. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2005. 301 с.
- 4) Геврик Є.О. Охорона праці. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.

Висновки

Під час створення даної кваліфікаційної роботи створена була дуже ефективна і проста конструкція пристрою для активного контролю товщини фрез. Це надає нам здатність до вимірювання внутрішніх діаметрів деталей, що мають форму досить складну і незвичну.

У роботі здійснено аналіз порівняльний різних варіантів рішень конструкторських, зроблено огляд патентний згідно з темою досліджень

На базі огляду патентного розроблено схему функціональну пристрою, створено креслення складальне для даного пристрою, розраховано значення параметрів його складових частин. Виконано потрібні розрахунки, як конструкторські, так і метрологічні.

В загальнотехнічній частині проведено порівняльний аналіз варіантів конструкторських рішень, які існують; зроблено огляд патентний згідно тематики дослідження, на основі якого розроблено кінематичну схему пристрою.

У конструкторсько-технологічній частині було підготовлено опис кінематичної схеми, описано її конструкцію та принцип роботи. Розраховано основні геометричні параметри пристрою, вибрано датчик лінійних переміщень, вибрано двигун та електромагніт, точність вимірювання для приладу було пораховано, а також зроблено опис похибки вимірювальної.

У спеціальній частині описано схему кінематичну розроблюваної системи, здійснено підбір пневматичного регулятора. Розраховано схеми керування і зняття даних, а також розроблено функціональну схему та блок-схему роботи керуючого блоку.

Описано кінематичну схему вибрано пневматичний контролер, схему керування розраховано та, створено схему функціональну і робочу блок-схему блоку керування.

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Каплун В.В.			ВИСНОВКИ			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Чайковський А.В.								
Консультант										
Н. Контр.		Апостол Ю.О.						ТНТУ, ФПТ, ар. РВ-41		
Затверд.		Паламар М.І.								

Перелік посилань

1. Деталі машин і основи конструювання : конспект лекцій / укладач В. В. Стрелец. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 120 с.
2. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТНТУ, 2014р. 23с.
3. Навчання рекурентної НМ для прямого інверсного керування динамічним об'єктом / Паламар М.І., Стрембіцький М.О.// Матеріали IV Всеукраїнської конференції "GE0-UA" (26-30 травня 2014 р.). — Київ.: Наукова думка, 2014.-с.171-174.
4. Selection of the efficient video data processing strategy based on the analysis of statistical digital images characteristics / Mykhailo Palamar, Myroslava Yavorska, Mykhailo Strembitskyi, Volodymyr Strembitskyi // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2018. — Vol 91. — No 3. — P. 107–114. — (Instrument-making and information-measuring systems).
5. Паламар М.І. Комп'ютерні технології штучного інтелекту для прецизійного управління у мехатронних ситемах : навчальний посібник / Паламар М.І., Стрембіцький М.О. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 128 с.
6. Обробка зображень в динамічних системах / Михайло Паламар, Михайло Стрембіцький, Володимир Стрембіцький // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті), 22-24 травня 2018. — Т. : ТНТУ, 2018. — С. 271. — (Електротехніка та енергозбереження).
7. Нестерчук Д.М. Основи метрології та засоби вимірювань: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О. Квітка, С.В. Галько. —

					КРБ 086. 00. 00. 000. ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Каплун В.В.			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Чайковський А.В.								
Консультант										
Н. Контр.		Апостол Ю.О.								
Затверд.		Паламар М.І.								
						ТНТУ, ФПТ, ар. РВ-41				

ДОДАТКИ