

РЕФЕРАТ

Магістерська дипломна робота на тему : Інформаційно-вимірювальна система для визначення моменту опору обертання ротора мікроелектродвигуна.

Сторінок

рисуноків

таблиць

креслень

джерел

додатків

Об'єкт дослідження – інформаційна - вимірювальна система існуючих конструкцій та збільшення точності контролю за рахунок того, що вимірювання проводять в певному положенні ротора мікроелектродвигуна.

Мета роботи – створення інформаційно-вимірювальної системи для визначення моменту опору обертання ротора мікроелектродвигуна.

Приведено техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень. Розроблено технологічний процес виготовлення однієї з деталей розробленого об'єкту.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук оптимальних конструктивних характеристик пристрою.

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки, група РІм-61.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Результати патентного пошуку

1.2 Аналіз аналогів

1.3 Вимоги до роботи пристрою

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Схета та принцип роботи пристрою

2.2 Силовий розрахунок

2.3 Розрахунок цангового зажиму

2.4 Розрахунок похибки пристрою

2.5 Похибка пристрою

3 Науково-дослідна частина

3.1 Дослідження впливу на відхилення головної осі інерції від осі обертання на виникнення складових момента опору.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Опис принципу роботи електричної принципової схеми

4.2 Розрахунок параметрів елементів схеми

4.3 Розрахунок транзисторних ключів, які керують роботою пневмоциліндра

4.4 Розрахунок похибки схеми

4.5 Аналіз об'єкту вимірювання і технічних вимог до метрологічних параметрів системи.

4.6 Опис структурної схеми і алгоритму функціонування системи

4.7 Опис роботи принципової схеми системи.

4.8 Розрахунок параметрів схеми.

4.9 Аналіз і оцінка похибки схеми

4.10 Алгоритм роботи програми для приладу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

5.1.1 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування

5.1.2 Характеристика небезпечних зон обладнання і заходи безпеки при роботі

5.2 Безпеки в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Оцінка стійкості роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях природного характеру

5.2.2 Підвищення стійкості роботи підприємства, безпечність і можливість інженерного комплексу протистояти надзвичайним ситуаціям

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Даний винахід відноситься до вимірювальної техніки, та може бути використаний для контролю моменту опору обертання ротора мікроелектродвигуна різних типів.

Метою винаходу являється спрощення існуючих конструкцій та збільшення точності контролю за рахунок того, що вимірювання проводяться в певному положенні ротора мікроелектродвигуна, а блок управління має послідовно під'єднанні частотно-вибірковий фільтр і визначник максимуму, причому вхід фільтру електрично зв'язаний з вимірним перетворювачем, а вхід визначника максимуму – з приводом обертання статора і ротора приладу.

Розвиток сучасної вимірювальної техніки, орієнтованої на забезпечення вирішення проблеми автоматизації управління різноманітними процесами (технологічними, випробувальними, дослідницькими, діагностичними і т.п.), супроводжується бурхливим ростом різноманіття видів вимірювань при неухильному розширенні діапазонів вимірювань і підвищенні швидкодії і точності.

Для галузі також важливо виготовляти інструменти для оснащення виробничих конструкцій, контролювати та ремонтувати витратні матеріали та якість. Дуже важливі різні галузі промисловості, з якими стикаються металургійні та металургійні галузі в галузі підвищення якості матеріалів та металевих сплавів.

Для оцінки механічних властивостей, обумовлених широким розмаїттям умов роботи та обробки, випробування є певними ефектами, імітуючи ці умови. Таким чином, для забезпечення найбільш життєздатної працездатності в концепції визначається комплекс механічних властивостей.

Розвиток сучасних вимірювальних технологій, вісь вирішення проблеми автоматизації управління процесом (технологічні, випробувальні, дослідницькі, діагностичні та ін.), Супроводжується бурхливим розвитком різноманітних вимірювань з постійним розширенням вимірювальних

пластин та швидкістю та точністю. Основна умова може бути передана розширенню функціональних можливостей, а фундаментальною особливістю сучасної техніки є введення в вимірювальну схему програмованого джерела живлення, в принципі у вигляді мікропроцесора.

Вимірювальні перетворювачі, як вимірювальні прилади фізичних величин створені для вимірювань чи подальших перетворень вихідних сигналів. Ці прилади знаходять все ширше застосування, як у вимірювальній техніці, так і в автоматичних системах управління технологічними процесами.

Варто зазначити, що більшість методів випробувань розробляються давно, і лише покращується обладнання для їх проведення.

Подібне завдання стоїть і перед даним дипломним проектом, в якому має бути сконструйовано і розраховано окремі важливі характеристики оцінки глибини поверхневих тріщин.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Результати патентного пошуку

Згідно з авторським свідоцтвом №800724 ми повинні розробити пристрій вимірювання моменту опору обертання ротора мікроелектродвигуна. В якості контрольованого мікроелектродвигуна беремо двигун постійного струму Д7. Даний винахід відноситься до вимірювальної техніки, та може бути використаний для контролю моменту опору обертання ротора мікроелектродвигуна різних типів.[1]

Метою винаходу являється спрощення існуючих конструкцій та збільшення точності контролю за рахунок того, що вимірювання проводять в певному положенні ротора мікроелектродвигуна, а блок управління має послідовно під'єднані частотно-вибірковий фільтр і визначник максимуму, причому вхід фільтру електрично зв'язаний з вимірним перетворювачем, а вхід визначника максимуму – з приводом обертання статора і ротора мікромашини.

На рис. 1.1 показаний даний пристрій.

Пристрій вимірювання моменту опору обертання ротора мікроелектродвигуна складається з основи (1), на якій змонтовано привід (2) обертання статора мікромашини, стакан (3) і привід обертання ротора мікромашини, який у свою чергу складається з приводу (4) поступального переміщення каретки (5) вздовж направляючих (6) і закріпленій на каретці (5) механотронного перетворювача (7), до вимірного стержня (8) приєднана гнучка нитка (9) із грузом (10), яка охоплює встановлений на валу ротора досліджуваного двигуна шків (11). Вимірний прилад (12) змонтовано в одному корпусі з підсилювачем (13), частотно-вибірковим фільтром (14), визначником максимуму (15) та комутуючим пристроєм (16).

Пристрій працює таким чином.

Встановлюють досліджуваний мікродвигун в стакан (3), приєднують нитку (9) з грузом (10) до стержня (8) механотронного перетворювача (7), з якого сигнал поступає на підсилювач (13), а потім на частотно-вибірковий

фільтр (14), настроєний на частотному обертанні ротора і даліше на визначення максимуму.

При досягненні ротором мікромащини кутового положення, при якому на мехатронний датчик діє максимальне зусилля від дисбалансу ротора, визначник максимуму (15) посилає команду на комутуючий пристрій (16), який зупиняє привід (4) обертання ротора.

Одночасно проводиться пуск приводу (2) та починається вимірювання моменту опору обертання приобертаючому статорі мікромащини з встановленим кутовим положенням ротора. Одержаний результат зображається вимірним пристроєм (12).

Використання даного пристрою дозволяє збільшити точність вимірювання максимального моменту опору обертання ротора електричних мікромащин, забезпечує високу технологічність за рахунок малої працеемності вимірювання і виділити із спектру частоти сумарного моменту опору обертання його складову від дисбалансу ротора.

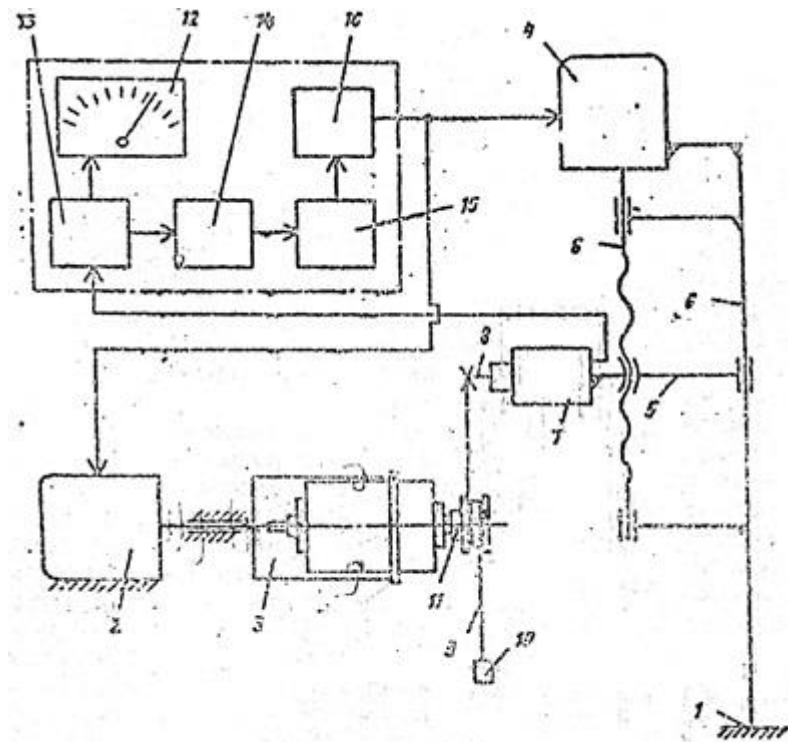


Рисунок 1.1 – Схема пристрою

1.2 Аналіз аналогів

Аналогом даного пристрою може в деякій мірі виступати компенсаційний вимірювач крутних моментів з автоматичним регулюванням.

Принцип дії компенсаційного вимірювача добре пояснити на схемі для вимірювання моментів тертя в підшипнику.

У даному приладі дослідний підшипник (1) рисунок 2 закріплюють у муфті (2), жорстко зв'язаній з рамкою (3) магнітоелектричного моменту тертя. При обертанні вала (4) виникає деякий момент тертя $M_{\text{вх}}$ у підшипнику який врівноважується моментом M рамки (3) приладу, що виникає в результаті проходження через неї струму $I_{\text{вих}}$.

Величина останнього автоматично встановлюється механізмом, що складається з фотоелемента ФЕ, що освітлюється лампою Л через зеркала (5), і підсилювач П.

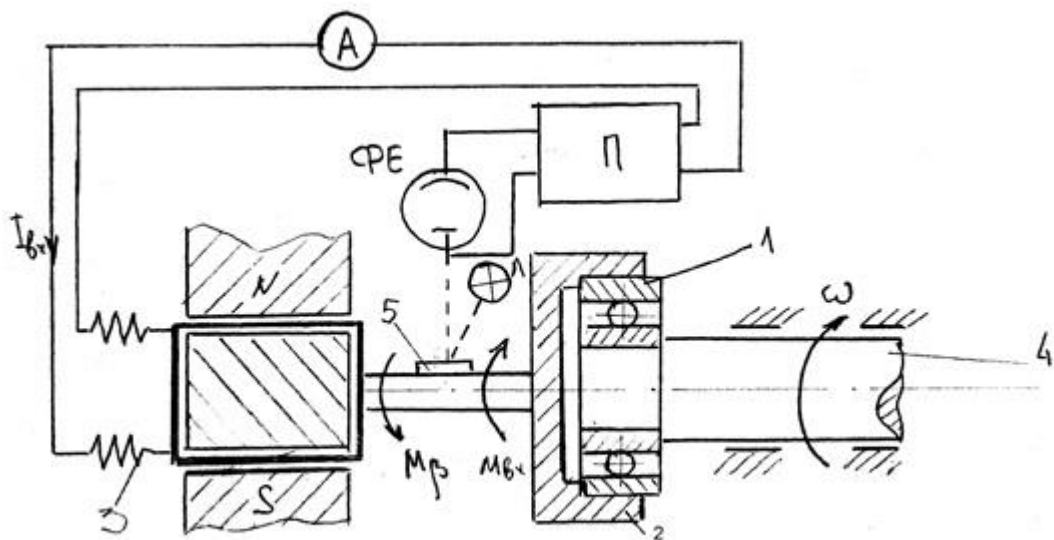


Рисунок 1.2 – Схема компенсаційного вимірювача моментів

При виникненні різниці в моментах $M_{\text{вх}}$ і M_{β} зеркала повертаючись, визве зміни освітленості фотоелемента, що приводить до зміни напруги $U_{\text{вх}}$ підсилювача і відповідно збільшенню чи зменшенню струму $I_{\text{вих}}$, причому цей струм буде змінюватись до тих пір поки різниця $M_{\text{вх}} - M_{\beta}$ не буде близькою до нуля.

Таким чином між моментом $M_{вх}$ приблизно рівним M_{β} і струмом $I_{вх}$ існує відповідно зв'язок, у результаті чого амперметр А може показувати в одиницях вимірюваного моменту.

Даний прилад по перше представляє специфічну різновидність слідуєчої системи і по друге в ньому забезпечено безпосередньо компенсація вимірювального механічного моменту $M_{вх}$ моментом M_{β} , який розвиває рамка приладу.

Похибка такого приладу складається із похибки перетворювача струму в обертовий момент і похибки амперметра, та деяких невеликих похибок ланки прямого перетворення (джерела світла, фотоелемента, підсилювача).

Інший тип аналогічного приладу, це вимірювач пускових та робочих моментів електродвигунів. Прилад має двох або трьох-фазний індуктор (1) рисунок 3, який створює обертове магнітне поле і немагнітний ротор (2), що закріплений на валу досліджуваного двигуна (3). Індуктор має маятниковий вимірний механізм, який складається з грузика (4), стрілки (5), шкали (6) і може повертатися на опорах (7), врівноважуватися і тим самим вимірювати реактивний момент, що діє на нього. Електричний зв'язок повертаючого індуктора з нерухомою основою (8) здійснюється за допомогою струмопідводів, виконаних в вигляді ножів (9) прошліфованих і складені разом з ножевими опорами (7) і пружними пластинами (10).

Даний прилад дозволяє вимірювати пускові моменти двигунів для чого вгвинчено фіксатор (10) з допомогою якого ротор своїм отвором на торці з'єднується з рухомою вимірювальною системою.

Крім даних приладів застосовують і інші моментоміри, які в своєму принципі роботи використовують маятникові вимірні механізми обертових моментів, які за рахунок грузика (1) рисунок 4 повертаються навкруги опори (3).

Обертовий момент прикладений до вимірного приладу автоматично врівноважує момент і силу ваги грузика.

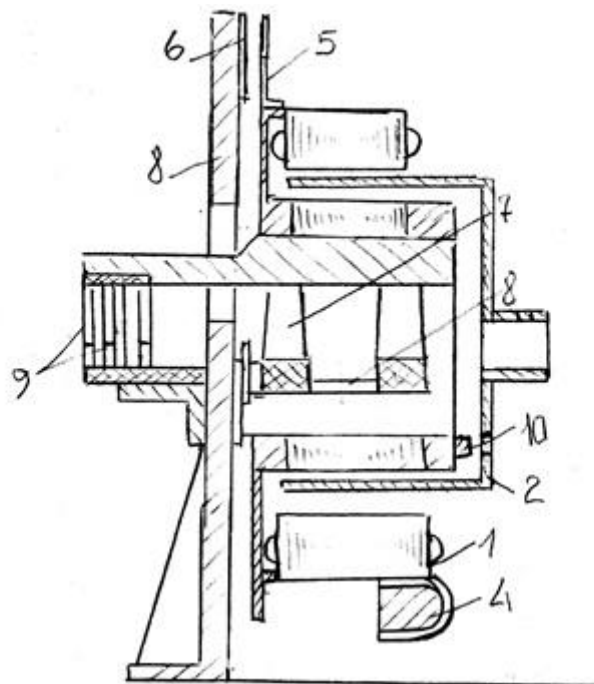


Рисунок 1.3 – Електромашинний моментомір

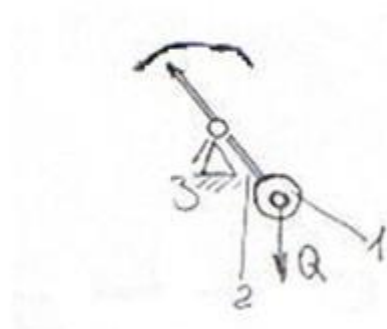


Рисунок 1.4 – Вимірний пристрій маятникового типу

Але дані прилади мають такі недоліки, як незбалансованість тормозного засобу і ваги рычага (2) які створюють добавочний момент, направлений за чи проти вимірного моменту.

Для того щоб врахувати такі фактори проводять експериментальну тарировку маятникового вимірного механізму.

Похибка маятникового вимірного механізму прикладається із похибки тарировки, похибки нанесення шкали і похибки від моменту тертя в опорі і доходить до 0.5-1 % максимального значення шкали.

На такому принципі роботи побудовані моментоміри з нерухомою обмоткою збудження типу ТЕС, аналогічно і моментоміри серії МСТ (МСТ-

Ц-1-3, МСТ-Д-1-5 які мають в собі конструкції маятникового типу вимірювання моменту.

Але дані прилади не дозволяють із сумарного спектру частот знайти сумарний момент опору обертання та його складову від дисбалансу ротору і не забезпечують такої точності робіт необхідної для вимірювання.

1.3 Вимоги до роботи пристрою

Отже, нам необхідно сконструювати пристрій призначений для контролю непропорційності, залежно від кутового положення ротора електричних мікромашин.

Пристрій призначений для роботи в цехах та лабораторіях машинобудівних підприємств, а також в лабораторіях науково-дослідних інститутів при умовах :

- температура навколишнього середовища повинна бути від +10 °С до +35 °С;

- відносна вологість повітря від 50 до 80 % .

Для забезпечення достовірних результатів дослідження шорсткість поверхонь виробу повинна бути $Ra \leq 1.25$ мкм в яких закріплюється сам досліджуваний електричний мікродвигун, та поверхні датчика зусилля.

Діапазон вимірювання пристрою від 0.04 Н·мм до 0.07 Н·мм.

Він повинен забезпечити високу швидкість зміни досліджуваного електричного мікродвигуна і датчика зусилля для того, щоб можна було дослідити різні типи електродвигунів. Крім того на пристрої не рекомендується проводити контроль мікродвигунів з бракованими статорами які мають вмятини, перекося, браки по виготовленні корпусу це в свою чергу може привести до перекося, що значно спотворить результат вимірювання.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Схета та принцип роботи пристрою

Викреслюємо схему пристрою для контролю моменту опору обертання ротора електричних мікродвигунів.

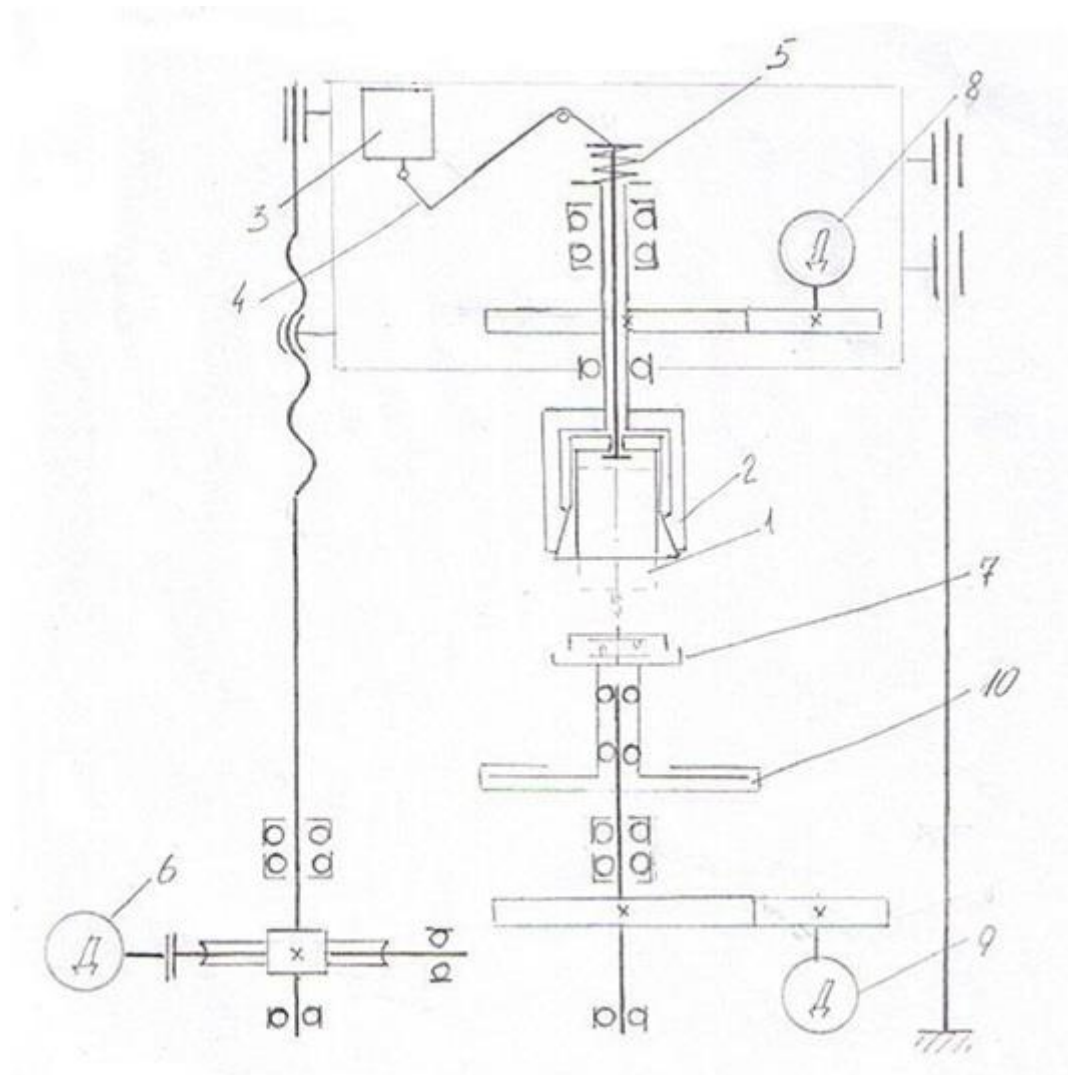


Рисунок 2.1 – Схема пристрою

Принцип роботи пристрою заключається в наступному.

Для поліпшення роботи пристрою і зменшення перекосу при встановленні і при роботі статора ми з горизонтального положення приладу встановимо його в вертикальне це значно зменшить радіальні навантаження на підшипники і перекосять установку пристрою.

Для швидкого і зручного встановлення досліджуваних мікроелектродвигуна застосовуємо цанговий зажим.

Вертикальне встановлення пристрою приводить до переробки датчика, який виконаний по принципу зміни ємності від кута закручування пружини.

Для зменшення тертя в підшипниках датчика їх попередньо проводять приробку, що знижує в середньому на 35-45% момент тертя.

Після установки досліджуваного двигуна (1) в цанговий зажим (2), який попередньо розжаний під дією зусилля від електромагніта (3), через важіль (4), електромагніт відпускає і під дією пружини (5) цанговий зажим міцно зажимає мікроелектродвигун, що досліджується.

Після цього через двигун (6) обертання гвинтової пари статор опускається до датчика (10) вимірювання опору обертання ротора мікроелектродвигуна. При неспівпаданні вала мікроелектродвигуна з пазом муфти (7), двигун (8) обертання ротора почне обертати статор і при співпаданні паза з шпонкою муфта автоматично спрацює, після цього двигун обертання статора зупиниться і спрацює двигун (9) обертання датчика зусилля.

Залежно від моменту опору досліджуваного мікроелектродвигуна датчик зусилля обернеться на певний кут, при визначенні автоматика спрацює на максимальне значення моменту опору і зупиниться двигун обертання датчика (9) і одночасно спрацює двигун (8) обертання статора, це дасть змогу знімати характеристику моменту опору обертання ротора мікроелектродвигуна.

2.2 Силовий розрахунок

Розрахунок сили підйому механізма обертання статора

Для розрахунку побудуємо розрахункову схему розподілу сил при підйомі механізма обертання статора.

Силу P навантаження рисунок 6 знаходимо з залежності:

$$P = m \cdot g = 1.9 \cdot 9.8 = 18.62 \approx 19 \text{ [H]}$$

де m – маса цілого механізму, разом з досліджуваним мікроелектродвигуном, кг; g – прискорення вільного падіння m/s^2 .

Розмірні ланки беремо виходячи з нашої конструкції:

$a = 69 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – відстань від осі по якій прикладена розрахункова сила, до точки реакції опори N_1 . віддаль $b = 9 \text{ мм}$, це радіус направляючої стойки, віддаль між точкою реакції опори N_1 і віссю прикладання сили ваги.

Відстань $c = 133 \text{ мм}$, це відстань між двома реакціями опор, між N_1 і N_2 . оскільки сили тертя які виникають в направляючих стойках рівні силам реакції N_1 і N_2 , що помножені на коефіцієнт тертя K . згідно вибраної конструкції при сталій направляючій стойці і бронзовій втулці, для цих матеріалів згідно для ст.10 коефіцієнт тертя K під час руху по змащених поверхнях рівний $0.1 \div 0.15$. отже середнє значення беремо $K = 0.12$.

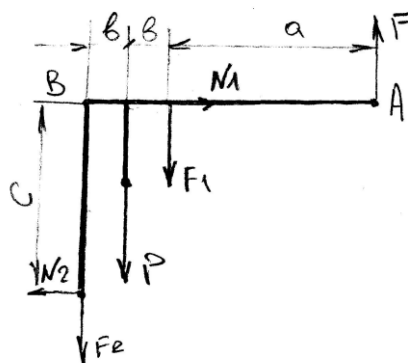


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема

Складемо рівняння проекції сил на вісь Y :

$$\sum Y = 0; F - F_1 - P - F_2 = 0$$

Моменти відносно точки А:

$$\sum M_A = 0; F_1 \cdot a + P \cdot (a + b) + F_2 \cdot (a + 2b) - N_2 \cdot c = 0 \quad (2)$$

Моменти відносно точки В:

$$\sum M_B = 0; F_1 \cdot a + P \cdot (a + b) + F_2 \cdot (a + 2b) - N_2 \cdot c = 0 \quad (3)$$

2.3 Розрахунок цангового зажиму

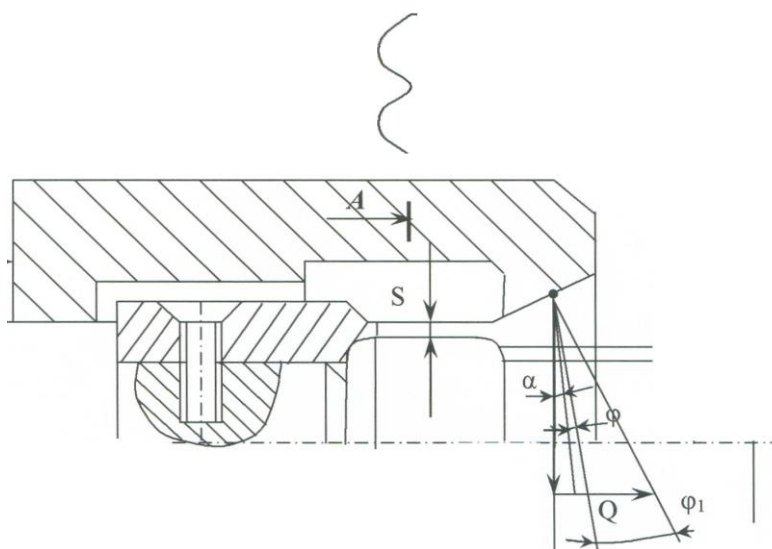


Рисунок 2. 2- Схема цангового зажиму

Осьова сила, необхідна для затягування цанги, забезпечує силу зажиму P_2 .

$$Q = (P_1 + P_2)[\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1]$$

де: $P_1 = \frac{3EI\delta z}{l^3}$ - сила, стискаюча пелюстки цанги до їх дотикання з поверхнею досліджуваної деталі. P_2 - сила зажиму заготовки всіма пелюстками цанги; α - половина кута конуса цанги; $\alpha = 15^\circ$. φ - кут тертя, $\varphi = \text{arctg} f_1 = \text{arctg} 0,1 = 5^\circ 43'$. f - коефіцієнт тертя конусної поверхні; $\varphi_1 = \text{arctg} f_1 = \text{arctg} 0,1 = 5^\circ 43'$

f_1 - коефіцієнт тертя на поверхні цанги, яка дотикається з заготовкою. $E = 2 \cdot 10^5$ МПа - модуль пружності сталі, з якої виготовлена цанга; f - віддаль з креслення, $f = 15M711$. f - стріла прогину пелюстка, $f = \delta$, де: δ - зазор між цангою та заготовкою (до початку зажиму), прийmemo $f = 0,25$ мм. z - число пелюстків цанги, $z = 3$.

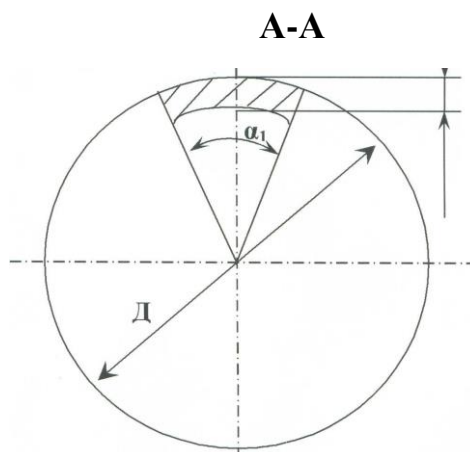


Рисунок 2.3 - Момент інерції в січенні

$$I = \frac{D^3 S}{8} \left(\alpha_1 \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{\sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right)$$

Після підстановки значення I рівність для P_1 прийме вигляд

$$P_1 = 0,375 \frac{E D^3 S f z}{\ell^3} \left(0,0174 \frac{\alpha_1}{2} + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - 229,88 \frac{\sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right)$$

де: α_1 - кут сегмента пелюстка цанги,

$$\alpha_1 = \frac{360^\circ}{z} = 120^\circ = \frac{6,28}{3} = 2,09 \text{ рад.}$$

D - зовнішній діаметр пелюстка. S - товщина пелюстка цанги. Сила зажиму P_2

$$P_2 = \frac{1}{f} \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + g^2 K},$$

де: M момент тертя при обертанні валу

$$M = P_{\text{кол}} \cdot r_1 \cdot .$$

r - радіус заготовки на участку зажиму

$$r = d/2 = 2/2 = 2,5 \text{ мм.}$$

$P_{\text{кол}}$ - сила тертя при обертанні цанги, прийmemo $P_{\text{кол}} = 10H$. q - складова частина зусилля, здвигаючи заготовку вздовж осі. $K = 1,5 \dots 2,0$ - коефіцієнт запасу.

Після підстановки всіх даних визначимо сили P_1 та P_2 .

$$P_1 = 0,375 \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 20^3 \cdot 4 \cdot 0,25 \cdot 3}{15^3} \left(0,0174 \frac{2,09}{2} + 0,866 \cdot 0,5 \cdot 229,88 \frac{0,5^2}{2,09} \right) = 28H.$$

Сила P_2 .

$$P_2 = \frac{1}{0,25} \sqrt{\frac{(10 \cdot 2,5)^2}{2,5^2} + 0,2^2 \cdot 2} = \frac{1}{0,25} \sqrt{100,08} = 40 H$$

Визначимо силу Q .

$$Q = (28 + 40) [tg(15^\circ + 5^\circ 43') + tg 5^\circ 43'] = 68(0,378 + 0,1) = 32H.$$

По цій силі $Q = 32H$. підбираємо пружину стиску.

2.4 Розрахунок похибки пристрою

Розрахунок точнісних характеристик пристрою зводиться до знаходження похибок вимірювань індуктивного перетворювача, та знаходження похибки переміщення кінематичної пари гвинт-гайка.

Для оцінки точності функціонування гвинтової пари розраховують кінематичну похибку і значенні мертвого ходу.

Мертвого ходу, як такого не існує (його виключають плоско паралельні пружини 22, 23).

Під кінематичною похибкою розуміють максимальну різницю похибок положення веденої ланки ($\delta\varphi_{\max} - \delta\varphi_{\min}$)

Згідно ГОСТ 21098-82 мінімальне та максимальне значення кінематичної похибки (при розрахунку методом максимуму-мінімуму) можуть бути оцінені за формулами:

$$\delta\varphi_{\min} = 0.62\delta P_{\Sigma}$$

$$\delta\varphi_{\max} = \sqrt{(\delta P_{\Sigma} + e_a^2 + (e_r \operatorname{tg} \beta)^2)}$$

де δP_{Σ} - накопичена похибка кроку різьби, яка знаходиться як різниця між дійсними і номінальними відстанями між профілями витків по середньому діаметру на довжині скручування (довжині гайки), малі; e_r і e_a – відповідно радіальне і осьове биття витків по середньому діаметру на довжині скручування; β – середина кута профілю різьби, для метричної – 30° .

Виберемо клас точності гвинта – 2.

Тоді:

$$\delta P_{\Sigma} = 15 \text{ мкм}; e_a = 5 \text{ мкм}; e_r = 80 \text{ мкм}.$$

$$\delta\varphi_{\min} = 0.62\delta P_{\Sigma} = 0,62 \cdot 15 = 9,3 \text{ мкм}.$$

$$\delta\varphi_{\max} = \sqrt{(\delta P_{\Sigma} + e_a^2 + (e_r \operatorname{tg} \beta)^2)} = 34,4 \text{ мкм.}$$

$$\delta\varphi = \delta\varphi_{\max} - \delta\varphi_{\min} = 34,4 - 9,3 = 25,1 \text{ мкм.}$$

Диференційний індуктивний перетворювач стандартний і похибка його вимірювань – 4 мкм.

2.5 Похибка пристрою

Похибка пристрою визначається за формулою:

$$\delta_{np} = \delta_{зв} + \sqrt{\sum \delta_{тех}^2}$$

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

Для індуктивного датчика переміщень МАСТ 2 $\delta_{зв} = 0,5\%$.

$\sum \delta_{тех}^2$ - сума технологічних похибок, яка залежить від конструкції пристрою.

Вона буде в даному випадку залежати від точності виготовлення конструктивних деталей.

Так як показав попередній розрахунок то $\sum \delta_{тех}^2 = 0,17\%$.

Отже:

$$\delta_{np} = \delta_{зв} + \sum \delta_{тех}^2 = 0,5 + 0,17 = 0,67\%.$$

Отже при максимальному відхиленні діапазон вимірювань відхилень міжосьових відстаней отворів (0,01 мм) з точністю 1 мкм., то $\Delta = 1$ мкм похибка буде складати

$$\delta_{np} = \frac{1 \cdot 0,67}{100} = 0,0067 \text{ мкм}$$

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження впливу на відхилення головної осі інерції від осі обертання на виникнення складових момента опору.

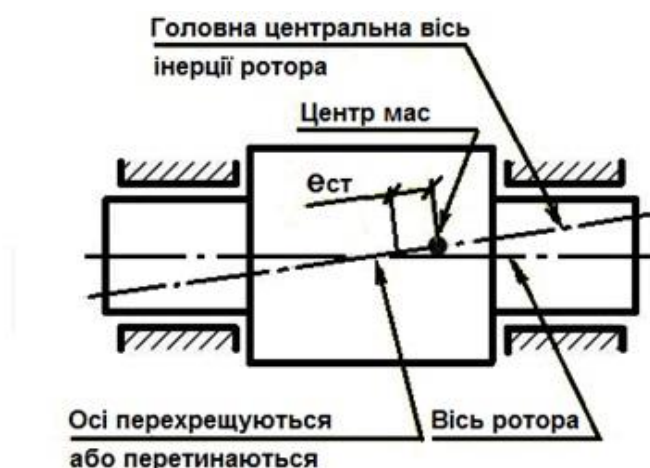
Незрівноваженість (дисбаланс), який виникає при розбіжності осі обертання і головної осі інерції робочого вузла, є причиною появи додаткових динамічних навантажень на елементи з'єднань і на опори.

Ці навантаження є джерелом додаткових механічних напружень, що обумовлюють підвищений знос окремих деталей і складальних одиниць, їх коливання і вібрації, або й руйнування найнавантажених деталей, коли робочий режим знаходиться в області частот, близькій до резонансу.

Причиною дисбалансу можуть бути неоднорідності матеріалу, неточності обробки або монтажу, розбіжність центра мас деталей або складальних одиниць з віссю їх обертання (рисунок. 3.1) або ж зміщення цієї осі відносно геометричної осі деталі.

Тому контроль подібних дефектів здійснюється ще на стадії проектування.

Однак відхилення від проектних розмірів, неоднорідності матеріалу, неточності складання можуть проявлятися і в процесі експлуатації.



Рисунку. 3.1 Приклад зміщення головної осі інерції і осі ротора і осі обертання

Теоретичні оцінки моменту опору, спричиненого відхиленнями від співвісності. Відхилення геометричної осі (переважно осі симетрії) від осі обертання ротора спричиняє розподіл керуючого моменту M між зусиллями, потраченими на власне обертовий рух і на подолання моменту опору M_r , який, в нашому випадку, виникає через зміщення осі:

$$M = J_0 \frac{dw}{dt} + M_r,$$

де w – частота обертання.

Разом з тим можемо сказати, що

$$M = J \frac{dw}{dt},$$

де J – момент інерції даної деталі відносно нової, зміщеної, осі обертання.

Так для випадку паралельного зміщення осей (як на рис. 3.2) згідно з теоремою Гюйгенса-Штейнера,

$$J = J_0 + md^2,$$

де m – маса ротора, d – зміщення.

Отже а даному випадку момент опору, спричинений паралельним зміщенням осей можна оцінити за співвідношенням

$$M_r = md^2 \frac{dw}{dt} \tag{4.4}$$

S-модель для відтворення останньої залежності приведена на рис. 2. Стосовно конкретного дослідження, на даній моделі можна формувати різні режими часові варіації частоти двигуна (як, наприклад, на рис. 3.3) і, враховуючи динамічні властивості системи в цілому, спостерігати зміну моментів опору при паралельному зміщенні осі.

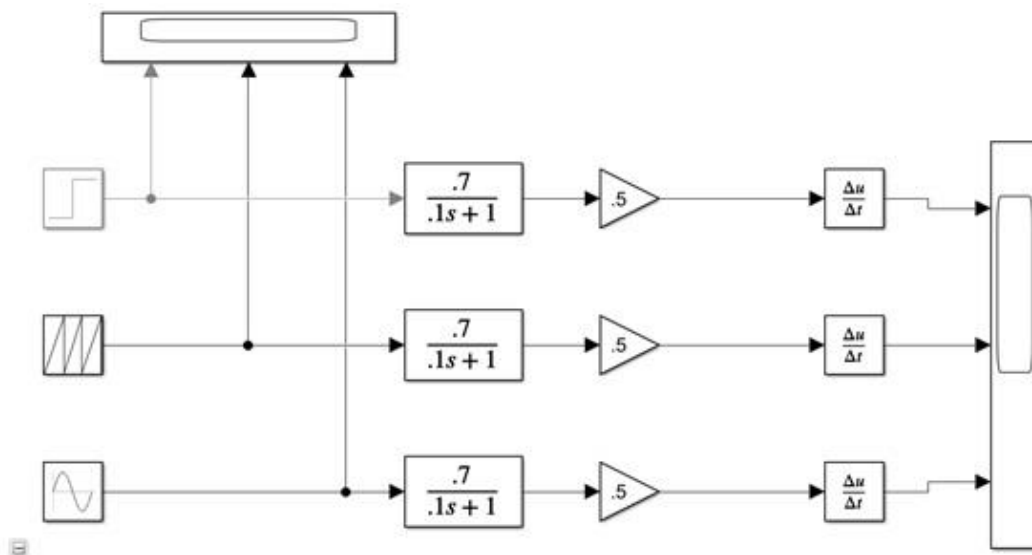


Рисунок. 3.2 S-модель для дослідження динаміки моментів опору при різних режимах зміни частоти.

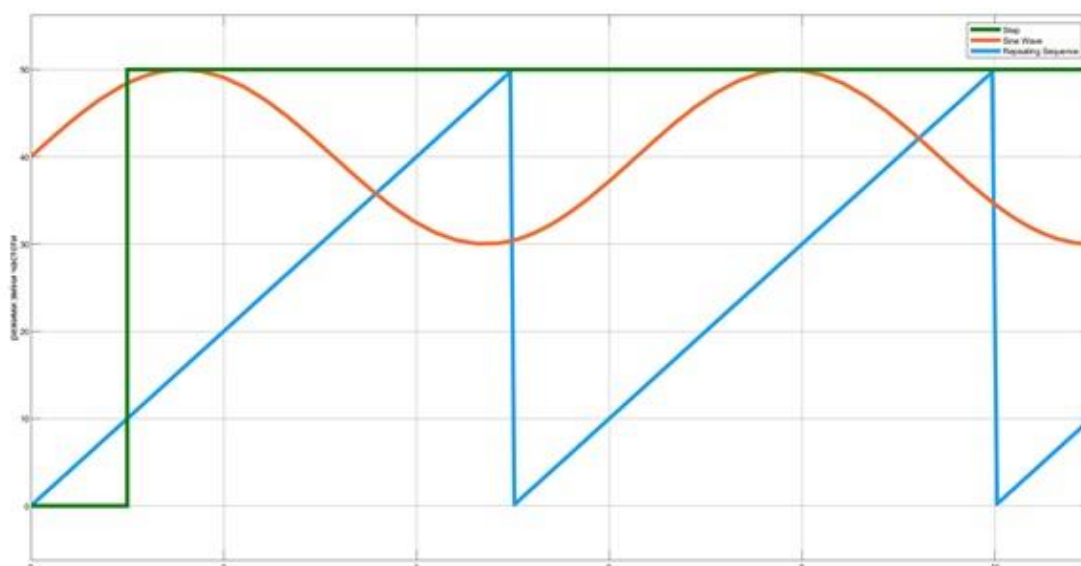


Рисунок. 3.3 Режими зміни частоти

Характер зміни моментів опору для зміни частоти, як на рисунку. 3.3 показано на рисунку. 3.4 у відповідній колірній гамі.

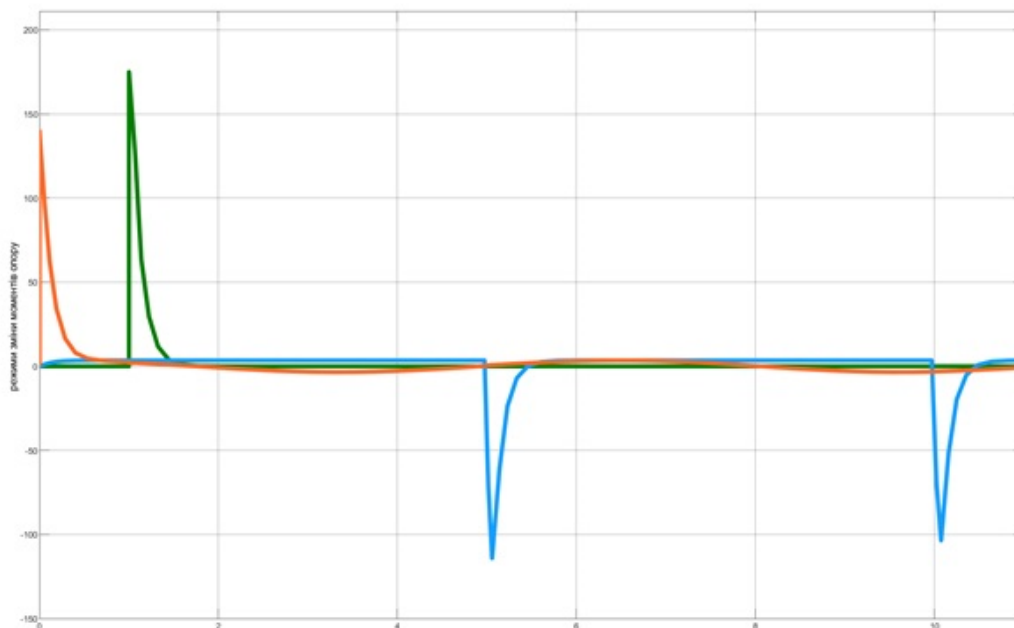


Рисунок. 3.4 Зміни моментів опору, що відповідають змінам частоти на рисунку. 3.3.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Опис принципу роботи електричної принципової схеми

Основна частина схеми приладу побудована на мікроконтролері КР1816ВЕ751. Для роботи МК51 необхідне лише одне джерело живлення +5В. Через чотири програмуємих порти вводу-виводу МК51 взаємодіє із середовищем в стандарті ТТЛ-схем з трьома станами виходу.

Корпус МК51 має два виводи для підключення кварцевого резонатора, аналог інтерфейсу RS-232 для зв'язку із персональною ЕОМ, чотири вивода для сигналів, управляємих режимом роботи МК51, і вісім ліній порта 3, які можуть бути запрограмовані користувачем на виконання спеціалізованих (альтернативних) функцій обміну інформацією із середовищем.

Основу структури МК51 складає внутрішня двонаправлена 8-бітна шина, яка зв'язує між собою всі основні вузли: резидентну пам'ять, АЛУ, блок реєстрів спеціальних функцій, пристрій керування і порти вводу-виводу. Резидентна пам'ять складається з пам'яті програм і пам'яті даних.

Працює прилад слідуючим чином. Після подачі живлення на схему, мікроконтролер переходить на нульову адресу резидентної пам'яті програм. Робота приладу повністю залежить від записаної програми керування.

Схема керування кроковим двигуном містить в собі чотири транзисторних ключі побудованих на транзисторах р-п-р структури КТ818А. Кроковий двигун може працювати з реверсом обертання вала. Напрямок обертання двигуна залежить від двійкового коду, який записується мікроконтролером в порт. Вихід порта підключений до входу транзисторних ключів через буферні елементи мікросхеми К555ЛН1 у яких навантажувальна здатність більша ніж у виходів порта. Кожна обмотка крокового двигуна підключається до напруги живлення +27В при появі на відповідному виводі порта лог. "1". Через буферний елемент "АБО-НЕ" лог. "1" переходить в лог. "0", а це для транзисторів р-п-р структури являється відкриваючою напругою.

Транзистор із режиму відсічки переходить в режим насичення, опір переходу КОЛЕКТОР-ЕМІТЕР стає приблизно рівний нулю. Це означає, що через обмотку крокового двигуна починає протікати струм, який рівний струму колектора. Після певної кількості кроків двигун зупиняється.

Схема включення індуктивного датчика дозволяє перетворити зміну індуктивності датчика (при переміщенні штока) в зміну струму у резисторі навантаження.

Зміна струму в резисторі навантаження при переміщенні штока на 1мм становить 5 мкА. Спад напруги, який утворюється на резисторі навантаження підсилюється підсилювачем зібраним на операційних підсилювачах.

У схемі використано АЦП 1113ПВ1. Дане АЦП є десятирозрядним. Для початка перетворення аналогового сигналу в цифровий необхідно, щоб на вході Т з'явився нульовий перепад напруги. Після перетворення сигналу на виході RD АЦП з'явиться лог. " 0 ", і на виходах Q0-Q9 з'явиться двійковий код аналогового сигналу.

Пневмоциліндр живиться від електромагнітного розподільника який керується транзисторним ключем побудованим на транзисторі n-p-n структури КТ819А. Вихід порта підключений до входу транзисторного ключа через буферний елемент мікросхеми К555ЛН1 у якого навантажувальна здатність більша ніж у виходів порта.

Обмотка електромагнітного розподільника підключається до напруги живлення +27В при появі на відповідному виводі порта лог. " 0". Через буферний елемент "АБО-НЕ" лог. " 0 " переходить в лог. "1", а це для транзисторів n-p-n структури являється відкриваючою напругою.

Транзистор із режиму відсічки переходить в режим насичення, опір переходу КОЛЕКТОР-ЕМІТЕР стає приблизно рівний нулю. Це означає, що через обмотку електромагнітного розподільника починає протікати струм, який рівний струму колектора. Таким чином спрацьовує електромагнітний розподільник.

До схеми індикації та клавіатури відносяться такі елементи: програмований інтерфейс індикації та клавіатури К580ВВ79, буфер К580ВА86, дешифратор К555ИД7 призначений для перетворення двійкового коду у десятковий, матриця кнопок, семисегментні світлодіодні індикатори, транзисторні ключі які керують індикаторами.

Дешифратор перетворює двійковий код у десятковий тим самим включає відповідний індикатор. Мікросхема К580ВВ79 реалізовує динамічну індикацію.

Тобто індикатори підключаються по чергово, але з такою частотою, що це незаметно для людського ока. Буфер К580ВА86 призначений для включення конкретних сегментів вибраного мікросхемою К555ИД7 індикатора.

Індикатор АЛС324Б має сім сегментів для відображення цифри і один сегмент коми.

4.2 Розрахунок параметрів елементів схеми

Розрахунок резистора навантаження схеми включення індуктивного датчика.

В даній схемі використовується 4 однакових індуктивних датчика, включених по однаковій схемі.

Розрахунок проведемо для резистора однієї із схем. Номінал і параметри інших приймемо аналогічними.

Схема включення забезпечує перетворення зміни індуктивності датчика у зміну струму в резисторі навантаження.

Для даної схеми:

$$\Delta I = 5 \frac{\text{мкА}}{\text{мкм}}$$

Хід штока датчика, згідно його паспортних даних становить- 1мм=1000мкм.

Отже діапазон зміни струму в резисторі навантаження становить

$$5\text{мкА} * 1000 = 5\text{мА}.$$

Заданося максимальною амплітудою напруги на вході ОП
 $U_{вх}=1В$.

Тоді за законом Ома номінал цього резистора

$$R = \frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} = 200 Ом$$

Потужність розсіювання резистора

$$P = I^2 \cdot R = (5 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 200 = 0.005 Вт.$$

Так як неточність номіналу суттєво вплине на похибку приладу вибираємо прецизійний резистор С2-29В 0,125Вт $\pm 0,05\%$ з номіналом 200 Ом.

Резистори інших схем приймаємо аналогічними.

Розрахунок коефіцієнта підсилення інструментального підсилювача

Коефіцієнт підсилення ОП вибирається для того, щоб забезпечити визначений діапазон зміни напруги на вході АЦП при зміні напруги на вході ОП.

Для мікросхеми АЦП 1113ПВ1 згідно її паспортних даних діапазон зміни вхідної напруги становить 0...10 В.

Отже максимальна напруга на виході ОП повинна становити 10В.

При максимальній вхідній напрузі 1 В.

Коефіцієнт підсилення по напрузі для інструментального

підсилювача:
$$K_u = \left(\frac{2R_8}{R_5} + 1 \right) \cdot \frac{R_{16}}{R_{15}}$$

Необхідний коефіцієнт підсилення по напрузі = 10.

Прийmemo $R_{16}/R_{15}=2$.

Нехай $R_{16} = 2$ кОм.

Тоді

$$R_{15} = 2000/2 = 1000 \text{ Ом.}$$

$$\frac{2R_8}{R_5} + 1 = 5$$

Нехай $R_8 = 2$ кОм.

Тоді

$$R_5 = R_8/2 = 2000/2 = 1000 \text{ Ом.}$$

Вибираємо прецизійні резистори С2-29В 0,125Вт $\pm 0,05\%$

Відповідні резистори інших інструментальних підсилювачів
назначаємо аналогічними.

4.3 Розрахунок транзисторних ключів, які керують роботою пневмоциліндра

Електромагнітний розподільник живиться напругою 27В і споживає потужність 10 Вт.

Вибираємо транзистор КТ819А у якого:

$$P_k = 60 \text{ Вт.}$$

$$I_{k \text{ макс.}} = 10 \text{ А.}$$

$$U_{к\epsilon} = 40 \text{ В.}$$

$$R'_{б\epsilon} = 0,01 \text{ кОм}$$

$$h_{21\varepsilon} = 100.$$

$$U_{б\epsilon \text{ нас.}} = 2,5 \text{ В.}$$

Розрахуємо опір резистора бази R_б.

Для повного насичення транзистора, струм бази повинен становити:

$$I_{б} > I_{б \text{ нас.}} = \frac{I_{к}}{h_{21\varepsilon}}$$

$$I_{к} = \frac{E_{к}}{R_{к}} = \frac{P}{E_{к}}$$

$$I_{к} = 10/27 = 0,37 \text{ А.}$$

$$I_{б \text{ нас.}} = 0,37/100 = 0,0037 \text{ А} = 3,7 \text{ мА.}$$

Приймемо $I_{б} = 5 \text{ мА.}$ (для повного насичення).

$$R_{б} = \frac{U_{б}}{I_{б}} - R'_{б\epsilon} = \frac{4,4}{3,7 \cdot 10^{-3}} - 10 = 1179 \text{ Ом.}$$

Вибираємо резистор МЛТ 0,25 1,2кОм $\pm 5\%$.

Розрахунок транзисторних ключів, що керують роботою крокового двигуна

Кроковий двигун ДШ-0.25 з $U_{ж} = 27 \text{ В.}$ $P = 40 \text{ Вт.}$

Обмотка двигуна буде служити опором навантаження транзисторного ключа.

Вибираємо транзистор КТ818А (р-п-р) у якого:

$$P_{к} = 60 \text{ Вт.}$$

$$I_{к \text{ макс.}} = 10 \text{ А.}$$

$$U_{к\epsilon} = 40 \text{ В.}$$

$$R'_{б\epsilon} = 0,01 \text{ кОм}$$

$$h_{21\varepsilon} = 100.$$

$$U_{б\text{е нас.}} = 2,5 \text{ В.}$$

Розрахуємо опір резистора бази R_б.

Для повного насичення транзистора, струм бази повинен становити:

$$I_{б} > I_{б \text{ нас}} = \frac{I_{к}}{h_{21\varepsilon}}$$

$$I_{к} = \frac{E_{к}}{R_{к}} = \frac{P}{E_{к}}$$

$$I_{к} = 40/27 = 1,48 \text{ А.}$$

$$I_{б \text{ нас.}} = 1,48/100 = 0,015 \text{ А} = 15 \text{ мА.}$$

Прийmemo I_б = 20 мА. (для повного насичення).

$$R_{б} = \frac{U_{б}}{I_{б}} - R'_{б\varepsilon} = \frac{4,4}{20 \cdot 10^{-3}} - 10 = 210 \text{ Ом.}$$

Вибираємо резистор МЛТ 0,25 200 Ом ±5%. На три інші ключа вибираємо ті ж елементи.

4.4 Розрахунок похибки схеми

На похибку схеми впливатимуть такі фактори: відхилення номіналу резистора навантаження схеми включення датчиків, неточність коефіцієнта підсилення ОП, напруга зміщення ОП, температурна нестабільність, розрядність АЦП.

До похибок ОП відносять:

- похибка впливу напруги зміщення 0;
- температурний дрейф напруги зміщення 0;

- часовий дрейф напруги зміщення;
- похибка вхідних струмів ОП;
- температурний дрейф вхідних струмів;
- похибка від нестабільності K_u ;
- похибка від впливу синфазної завади;
- похибка шумів;
- динамічна похибка ОП.

До похибок АЦП відносять:

- похибка квантування АЦП;
- похибка зміщення;
- похибка нелінійності;
- диференційна похибка;
- динамічна похибка.

Напруга зміщення нульової точки внаслідок температурної нестабільності в діапазоні +15...+35 С для ОП КР140УД26А

$$\Delta U_{см}/\Delta T = 3 \text{ мкВ/С}$$

$$U_{см \text{ макс}} = (35-15) \cdot \Delta U_{см} = 20 \cdot 3 = 60 \text{ мкВ.}$$

$$U_{вх \text{ макс}} = 10 \text{ В.}$$

$$\Delta U_{см \text{ макс}} = 60 \text{ мкВ.}$$

$$\delta = \frac{60 \cdot 10^{-6}}{10} \cdot 100\% = 0.0006\%$$

Похибка АЦП визначається за формулою:

$$\delta = \frac{1}{2^n}$$

де n-розрядність АЦП.

Для 1113ПВ1 n = 10.

$$\delta = \frac{1}{2^{10}} \cdot 100\% = 0.096\%$$

Відносна похибка номіналу резистора навантаження схеми включення датчиків становить $\pm 0,05\%$.

Отже при максимальному спаді напруги цьому резисторі 1В, похибка становитиме 0,1% (що відповідає переміщенню штока на 1 мкм.).

Сумарна похибка

$$\delta = 0,0006 + 0,096 + 0,1 = 0,1966\%$$

4.5 Аналіз об'єкту вимірювання і технічних вимог до метрологічних параметрів системи.

У нашому випадку проводиться вимірювання осьового та радіального навантаження та крутного моменту.

Похибка вимірювання крутного моменту та зусиль навантажень не повинна перевищувати 1% від діапазону вимірювання. В якості чутливих елементів, що визначають величину навантаження, використовуються тензодатчики.

Найпростішим і найоптимальнішим варіантом у даному випадку буде підсилення сигналів з тензодатчиків та перетворення його у двійковий код. Даний код можна передати без спотворень на вхід мікроЕОМ.

Похибку підсилення схеми підсилювача можна зменшити за рахунок використання прецизійних малошумящих підсилювачів та опорів та застосування у схемі підстройки напруги зміщення та програмної калібровки нуля.

Похибку АЦП можна зменшити за рахунок вибору АЦП певного типу з різною розрядністю.

Перевагою даного методу є те, що процес вимірювання (навантаження) можна проводити з різною швидкістю без зміни похибки вимірювання (верхня межа швидкості

вимірювання обмежується лише максимальною швидкістю перетворення АЦП), низька ступінь функціональної складності вимірювального модуля, низьке енергоспоживання та тепловиділення, відсутність у необхідності гальванічної розвязки, висока надійність та завадостійкість від впливу зовнішнього середовища та низький рівень шумів від впливу інших вузлів.

Використання мікроЕОМ у даній системі дозволить спростити її схемну конструкцію, а за допомогою програмного забезпечення та спряження по послідовному порту з персональним компютером типу ІВМ РС значно розширити можливості приладу.

4.6 Опис структурної схеми і алгоритму функціонування системи

На рисунку 4.1 представлена структурна схема системи, що складається з таких основних складових: клавіші вибору режиму вимірювання, блоку відображення результатів вимірювання (динамічна індикація), послідовного інтерфейса, що спряжує систему з персональним компютером, аналого-цифрового перетворювача (АЦП), чотирьох тензодатчиків, чотирьох підсилювачів аналогових сигналів від тензодатчиків, комутатора, що перемикає аналогові сигнали з виходів підсилювачів на вхід АЦП.

Робота системи полягає в наступному: сигнали від тензодатчиків поступають на підсилювачі, де підсилюються до заданого рівня і за допомогою комутатора перемикаються на вхід АЦП, де перетворюються на двійковий код і подаються на вхід мікро-ЕОМ.

Через послідовний інтерфейс мікроЕОМ передає текучу інформацію на персональний компютер на якому відповідно можна будувати графіки контрольованих навантажень, а також текучий результат вимірювань на динамічну індикацію, а також приймає керування з клавіші вибору режиму вимірювання оператором.

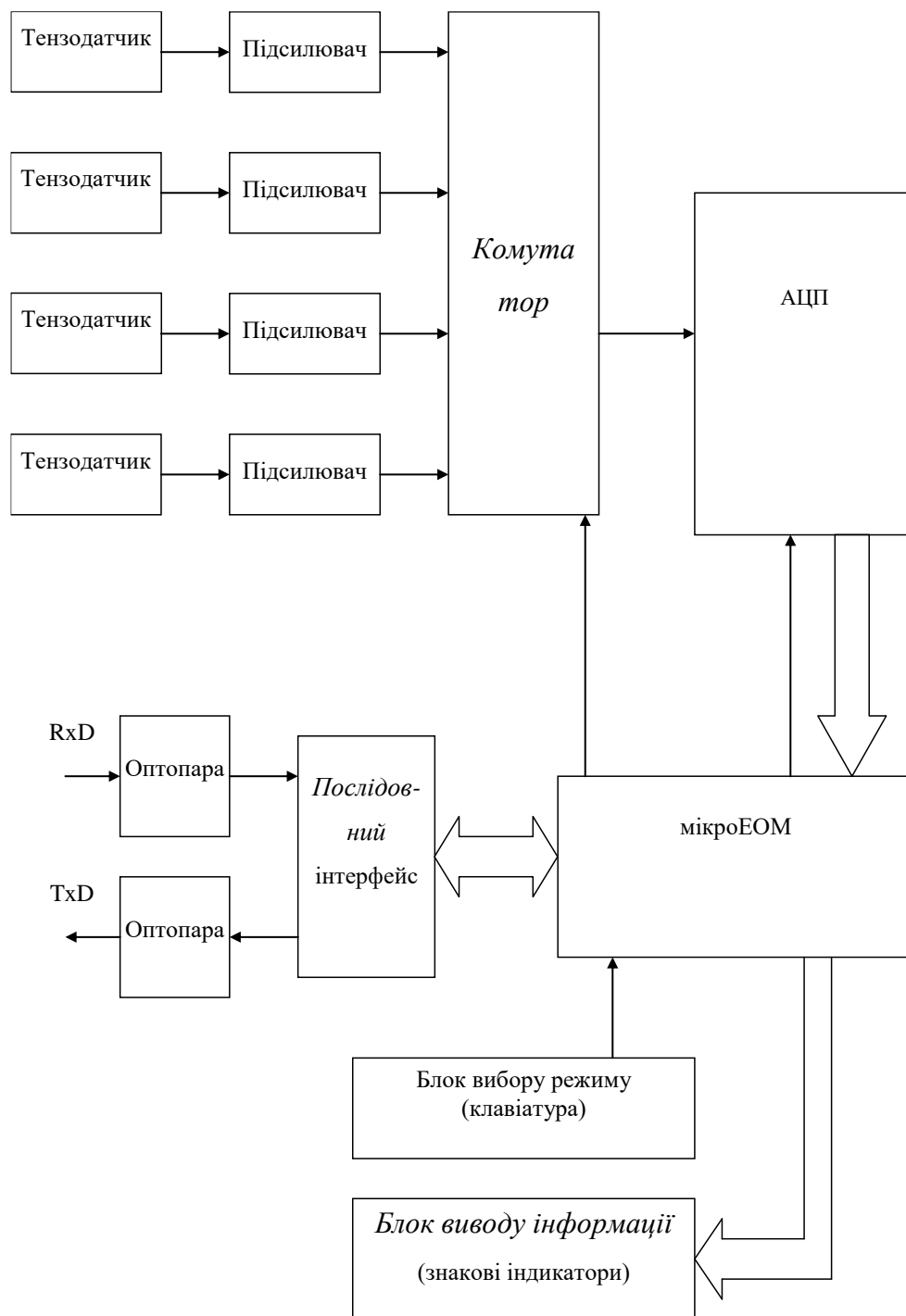


Рисунок 4.1. Структурна схема електричної схеми приладу

4.7 Опис роботи принципової схеми системи.

Електрична схема приладу складається з таких основних вузлів: блоку обробки інформації і блоку обміну інформації по послідовному порту, блоку відображення інформації, блоку датчиків.

В основі блоку обробки інформації є однокристальна мікроЕОМ типу КМ1816ВЕ751 (мікросхема DD1). З портів P0.0-P0.7 та P3.4-P3.7 мікроЕОМ виводить на динамічну індикацію текучу інформацію про результат вимірювання.

Динамічна індикація, зібрана на мікросхемах DA7-DA10, керується транзисторними ключами зібраними на транзисторах VT1-VT4, що по чергово вмикають один з індикаторів DA7-DA10. Світлодіоди VD1-VD3, що вмикає однокристална мікроЕОМ через порти P0.0-P0.2 та P3.3 сигналізують про вибраний режим роботи. Через порт P3.2 мікроЕОМ опитує клавішу вибору режиму індикації вимірювання. Розглянемо роботу схеми обробки сигналу від тензодатчика: сигнал від тензодатчика, що складається з чотирьох тензорезисторів R1-R4 які включені по мостовій схемі, поступає на вхід підсилювача зібраного на мікросхемі DA1, де підсилюється. Аналогічним чином працює схема зібрана на мікросхемах DA2-DA4 і тензорезисторах R5-R12. Напруги з виходів підсилювачів поступають на входи комутатора DA5, де комутуються на вхід десятирозрядного АЦП (мікросхема DA6).

Керується комутатор з портів P1.4-P1.6 мікроЕОМ. В залежності від коду поданого на комутатор до входу АЦП підключається один з виходів підсилювачів. З порта P1.3 мікроЕОМ проводиться запуск АЦП, тоді напруга на вході АЦП перетворюється у двійковий код і на вхід порта P1.2 з АЦП подається сигнал готовності даних після чого мікроЕОМ у порти P2.0-P2.7 і P1.0-P1.1 зчитує дані з виходу АЦП. З портів P3.0 і P3.1 мікроЕОМ через оптопару DA11 і DA12 формує послідовний інтерфейс для обміну даними з персональним компютером.

4.8 Розрахунок параметрів схеми.

Проведемо розрахунок елементів схеми.

Підберемо транзистори:

а) для ключів вмикання знакових індикаторів транзистори VT1-VT4 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{кmax} > I_n, \quad U_{кmax} > U_{ж},$$

де I_n – струм, споживаний індикатором, $I_n = 0.02$ А; $U_{ж}$ – напруга живлення, $U_{ж} = 5$ В.

Вибираємо транзистори VT1-VT4 типу КТ361Ж з такими параметрами:

$$U_{кmax} = 10 \text{ В}, \quad I_{кmax} = 0.05 \text{ А}, \quad h_{21Э} = 50 \dots 350.$$

б) для ключа вмикання світлодіодів VD1-VD3 транзистор VT5 приймаємо виходячи з умови:

$$I_{кmax} > I_n, \quad U_{кmax} > U_{ж}, \quad (4.2)$$

де I_n – струм, споживаний світлодіодом, $I_n = 0.015$ А; $U_{ж}$ – напруга живлення, $U_{ж} = 5$ В.

Вибираємо транзистор VT5 типу КТ361Ж з такими параметрами: $U_{кmax} = 10$ В, $I_{кmax} = 0.05$ А, $h_{21Э} = 50 \dots 350$.

Знайдемо опір резистора зворотнього зв'язку R20 диференційного підсилювача на мікросхемі DA1 з формули:

$$K = \frac{R20}{R18}$$

де K – коефіцієнт підсилення підсилювача, що визначається за формулою:

$$K = \frac{U_{вих}}{U_{вх}} \quad (4.4)$$

де $U_{\text{вих}}$ -напруга на виході підсилювача, $U_{\text{вих}}=10$ В (для мікросхеми АЦП1113ПВ1 згідно її паспортних даних діапазон зміни вхідної напруги становить $0 \dots 10$ В); $U_{\text{вх}}$ - напруга на вході підсилювача.

Визначимо вхідну напругу на підсилювачі DA1 з моста тензорезисторів за формулою:

$$U_{BX} = \frac{\Delta R}{2 \cdot R} \cdot U_{Ж} \quad (4.4)$$

де $U_{ж}$ - напруга живлення моста, $U_{ж}=5$ В; ΔR - максимальна зміна опору тензорезистора, $\Delta R=2$ Ом; R - номінальний опір тензорезистора, $R=500$ Ом;

Підставляючи числові значення, отримаємо:

$$U_{BX} = \frac{2}{2 \cdot 500} \cdot 5 = 0.01 \text{ В.}$$

Отже тепер маємо вихідну формулу для знаходження значення резистора R20 підсилювача DA1:

$$R20 = \frac{U_{вих}}{U_{вх}} \cdot R18$$

Підставляючи числові значення, отримаємо:

$$R20 = \frac{10}{0.01} \cdot 1000 = 1000000 \text{ Ом.}$$

Отже, приймаємо значення R20 з ряду стандартних значень рівним 910 кОм. Значення резисторів $R18 = R15 = 1$ кОм, $R17 = R20 = 910$ кОм.

В зв'язку з тим, що параметри тензорезисторів змінюються в часі (пливуть), для зменшення похибки вимірювання та для більш точної настройк підсилювача послідовно з резистором R20 в коло поставимо

підстроєчний резистор R21 опором 100 кОм, а послідовно з резистором R17 в коло підстроєчний резистор R16 опором 100 кОм.

Так як схеми включення інших тензодатчиків (R5-R12) аналогічні попередній схемі, то і аналогічним чином приймаємо значення резисторів R22-R52 для мікросхем DA2-DA4.

Знайдемо опори резисторів баз транзисторів, що вмикають знакові індикатори.

Для повного насичення транзистора струм бази повинен становити:

$$I_{\bar{b}} > I_{\bar{b}нас} = \frac{I_K}{h_{21\epsilon}}$$

де $I_{\bar{b}}$ - струм бази, А; I_K - струм колектора, $I_K=0.02$ А; $h_{21\epsilon}$ - коефіцієнт підсилення транзистора, $h_{21\epsilon}=50$.

$$I_{\bar{b}} > I_{\bar{b}нас} = \frac{0.02}{50} = 0.0004$$

Опір резистора знаходимо за формулою:

$$R_{\bar{b}} = \frac{U_{\mathcal{J}} - 0.6}{I_{\bar{b}}}$$

де $U_{\mathcal{J}}$ - напруга живлення, $U_{\mathcal{J}}=5$ В.

Підставивши числові значення отримаємо:

$$R_{\bar{b}} = \frac{5 - 0.6}{0.0004} = 11000 \text{ Ом.}$$

Вибираємо опори резисторів R53, R55, R57, R59 з ряду стандартних значень рівними 10 кОм.

Підберемо АЦП для нашої схеми виходячи з умови:

$$\varepsilon_{АЦП} \leq \varepsilon - \varepsilon_{\partial} - \varepsilon_{оп}$$

де ε – загальна похибка вимірювання, $\varepsilon=1\%$ ε_{∂} – похибка датчика, $\varepsilon_{\partial}=0.3\%$ $\varepsilon_{оп}$ – похибка підсилювача, $\varepsilon_{оп}=0.25\%$

$$\varepsilon_{АЦП} \leq 1 - 0.3 - 0.25 = 0.45\%$$

Як бачимо, максимальна похибка АЦП повинна становити 0.45%. вибираємо з довідника 10-розрядний АЦП типу К1113ПВ1 з такими параметрами:

розрядність –10

похибка квантування, $\varepsilon_{кв}=0.1\%$ (1 м.р.);

інтегральна похибка, $\varepsilon_i=0.2\%$ (2 м.р.);

диференціальна похибка, $\varepsilon_{\partial}=0.075\%$ (3/4 м.р.);

похибка від впливу напруги зміщення (для зменшення даної похибки введемо схемну і програмну корекцію напруги зміщення, що забезпечить зменшення останньої до рівня похибки квантування), $\varepsilon_{зм}=0.1\%$.

$$t_{перетв} = 30 \text{ мкс}$$

$$U_{ж} = +5 \pm 5\% \text{ (В)}; -15 \pm 5\% \text{ (В)}$$

$$U_{оп} = 10 \text{ (В)}.$$

Якщо прийняти, що розподіл значень даних похибок є рівномірним, то тоді значення похибки АЦП становить:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{\varepsilon_{кв}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_{\partial}^2 + \varepsilon_{зм}^2}{3}} = \sqrt{\frac{0.1^2 + 0.2^2 + 0.075^2 + 0.1^2}{3}} = 0.148\%$$

Як бачимо, похибка вибраного АЦП не перевищує заданої і тому повністю задовільняє всі умови.

4.9 Аналіз і оцінка похибки схеми

Проведемо розрахунок похибки обробки сигналу від датчиків електричною схемою.

В даній електричній схемі проводиться вимірювання величини навантаження.

Тому похибка вимірювання схеми буде визначатись за формулою:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

де ε_1 - похибка тензодатчика; ε_2 - похибка підсилювача; ε_3 - похибка АЦП.

Похибка тензодатчика визначається його фізичними параметрами та параметрами тензорезисторів і становить 0.05%.

Похибка підсилювача містить адитивну і мультиплікативну складові.

Мультиплікативка похибка підсилювача виникає через нестабільність коефіцієнта підсилення і неточність резисторів, що задають коефіцієнт підсилення підсилювача:

$$\varepsilon_{оп} = \varepsilon_R + \varepsilon_{кон}$$

Похибка нестабільності коефіцієнта підсилення:

$$\varepsilon_{кон} = \frac{\delta_K}{K_0 \cdot \beta + 1}$$

де K_0 - коефіцієнт підсилення підсилювача, $K=39810$ (90 дБ); δ_K – нестабільність коефіцієнта підсилення за технічними характеристиками ОП; $\delta_K=0.1\%$; β – коефіцієнт зворотнього зв'язку, $\beta \approx 0.001$.

$$\varepsilon_{кон} = \frac{0.1}{39810 \cdot 0.001 + 1} = 0.0029\%$$

Похибка від впливу неточності і нестабільності опорів підсилювача:

$$\varepsilon_R = \sqrt{\varepsilon_{R15}^2 + \varepsilon_{R17}^2 + \varepsilon_{R18}^2 + \varepsilon_{R20}^2}$$

Для прецизійних резисторів похибка рівна 0.05%:

$$\varepsilon_R = \sqrt{0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2} = 0.1\%$$

Адитивна складова визначається в основному напругами і струмами зміщення і їх температурними дрейфами, а також синфазною завадою і шумами.

У нашій схемі підсилювача застосовано стабілізоване живлення, підстройка напруг зміщення, а також проводиться періодична програмна калібровка, завдяки чому усуваються і враховуються всі дрейфи в тому числі і температурні.

Тому суттєвою складовою адитивної похибки залишаються тільки шуми і нелінійності.

Тому формула адитивної складової похибки буде:

$$\varepsilon_U = \frac{(U_{вх.ш} + I_{вх.ш} \cdot R_{вх} + \kappa_{нел} \cdot U_{вх}) \cdot \kappa}{U_{вих}}$$

де $\kappa_{нел}$ - коефіцієнт нелінійності підсилення підсилювача, $\kappa_{нел}=0.001\%$;
 $U_{вх.ш}$ – вхідна напруга шумів, В; $I_{вх.ш}$ – вхідний струм шумів, А; $R_{вх.}$ – вхідний опір підсилювача, Ом; κ - коефіцієнт підсилення підсилювача, $\kappa=1000$;

Для підсилювача типу КР140УД26А $\kappa_{нел}=0.001\%$, $U_{вх.ш}=0.3$ мкВ, $I_{вх.ш}=0.02$ нА, $R_{вх.}=1.3$ МОм.

Отже маємо:

$$\varepsilon_U = \frac{(0.3 \cdot 10^{-6} + 0.02 \cdot 10^{-9} \cdot 1.3 \cdot 10^6 + 10^{-5} \cdot 0.02) \cdot 1000}{10} \cdot 100\% = 0.19\%$$

Отже загальна похибка підсилювача буде:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_R + \varepsilon_{кон} + \varepsilon_U = 0.1 + 0.0029 + 0.19 = 0.293\%$$

Похибка АЦП визначається похибкою квантування і групою інструментальних похибок спричинених неідеальністю електронних вузлів. Якщо прийняти, що розподіл значень даних похибок є рівномірним, то тоді значення похибки АЦП становить:

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{\varepsilon_{кв}^2 + \varepsilon_i^2 + \varepsilon_{д}^2 + \varepsilon_{зм}^2}{3}}$$

де $\varepsilon_{кв}$ – похибка квантування, $\varepsilon_{кв}=0.1\%$ (1 м.р.); ε_i – інтегральна похибка, $\varepsilon_i=0.2\%$ (2 м.р.); $\varepsilon_{д}$ – диференціальна похибка, $\varepsilon_{д}=0.075\%$ (3/4 м.р.); $\varepsilon_{зм}$ – похибка від впливу напруги зміщення (для зменшення даної похибки введена схемна і програмна корекція напруги зміщення, що забезпечує зменшення останньої до рівня похибки квантування), $\varepsilon_{зм}=0.1\%$.

$$\varepsilon_3 = \sqrt{\frac{0.1^2 + 0.2^2 + 0.075^2 + 0.1^2}{3}} = 0.148\%$$

Отже загальна похибка вимірювання зусилля навантаження електричної схеми буде:

$$\varepsilon = 0.05 + 0.293 + 0.148 = 0.491\%$$

Аналогічним чином визначаємо похибки вимірювання інших тензодатчиків.

Коротко нагадаємо про мікроЕОМ, що керує роботою системи і для якої написана програма.

Це восьмирозрядна високопродуктивна однокристальна мікро-ЕОМ (ОМЕОМ) КМ1816ВЕ751, що виконана по високоякісній n-МОП технології.

Дана ОМЕОМ має ППЗУ зі стиранням ультрафіолетовим випромінюванням і зручна на етапі розробки системи при відладці програми, а також при виробництві невеликими партіями або при створенні систем, що вимагають в процесі експлуатації періодичної підстройки.

За рахунок використання зовнішніх мікросхем пам'яті загальний об'єм пам'яті програм може бути розширений до 64 Кбайт.

Також ОМЕОМ має всі вузли, необхідні для автономної роботи:

- 1) центральний восьмирозрядний процесор;
- 2) пам'ять програм об'ємом 4096 байт;
- 3) пам'ять даних об'ємом 128 байт;
- 4) чотири восьмирозрядних програмованих канала вводу-виводу;
- 5) два 16-бітових багаторежимних таймера/лічильника;
- 6) систему переривань з п'ятьма векторами і двома рівнями;
- 7) послідовний інтерфейс;
- 8) тактовий генератор.

Система команд ОМЕОМ містить 111 базових команд з форматом 1, 2 або 3 байта.

4.10 Алгоритм роботи програми для приладу

Нижче на рисунку 4.2 приведені алгоритм роботи програми та її опис для ОМЕОМ нашого приладу.

Програма відлагоджена та прокомпільована на програмному забезпеченні FD51.

Опис програми:

0000-0001- опитування клавіші “Вибір режиму”

0004- звернення до підпрограми корекції напруг зміщення

0006-000С- вибір 1 тензодатчика

000D-0012-опитування 1 тензодатчика

0015-001В- вибір 2 тензодатчика

001С-0024-опитування 2 тензодатчика

0025 – індикація радіального навантаження
0027 - опитування клавіші “Вибір режиму”
002A-0030 - вибір 3 тензодатчика
0032-003A -опитування 3 тензодатчика
003B - індикація осьового навантаження
003D- опитування клавіші “Вибір режиму”
0040-0046 – вибір 4 тензодатчика
0048-0050 -опитування 4 тензодатчика
0051 - індикація крутного моменту
0053 - опитування клавіші “Вибір режиму”
0056 – підпрограма затримки на 1 с
0058 - опитування клавіші “Вибір режиму”
005B-005C - кінець роботи (програми)
005C-0066- підпрограма затримки на 50 мс
0067-0071 - підпрограма затримки на 1 с
0072-008D – підпрограма корекції напруг зміщення
Підпрограма опитування датчика (008E-00A9):
008E-0094- запуск АЦП
0096-009E- очікування сигналу готовності даних від АЦП
00A1-00A7- запис даних з АЦП в пам'ять мікроЕОМ
00A9- вихід з підпрограми
00AA-00F2 - підпрограма виведення на динамічну індикацію результату

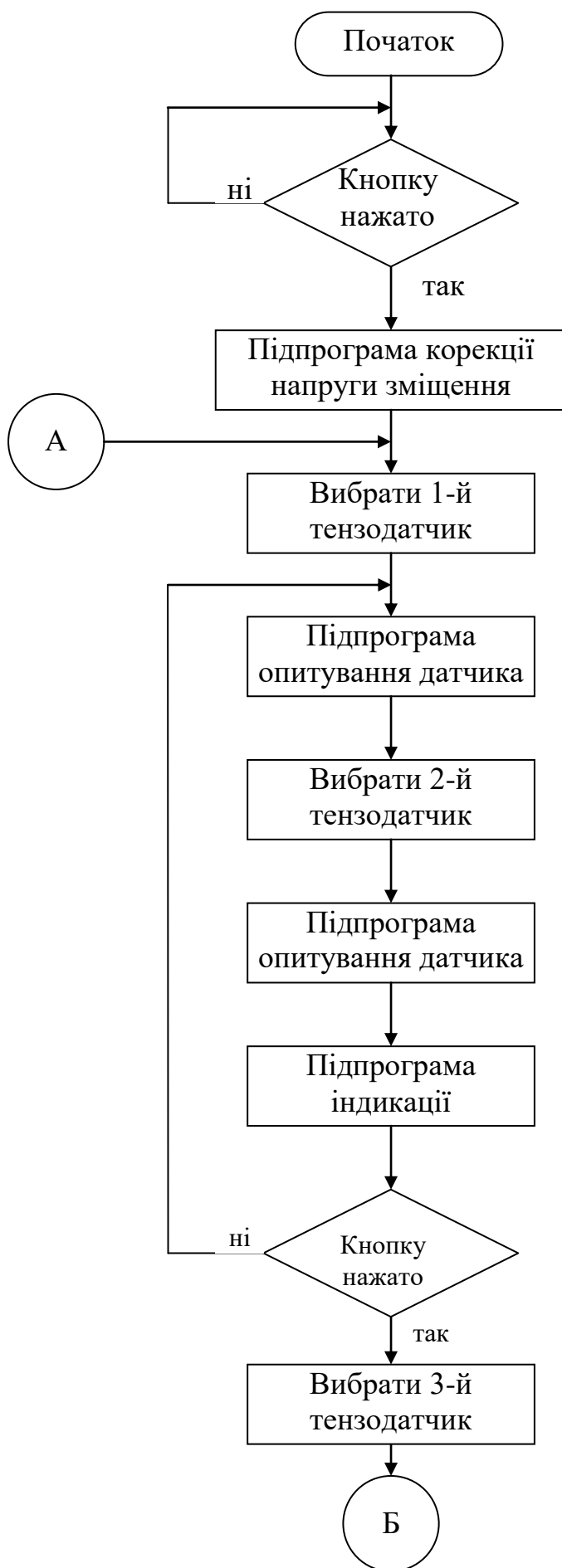


Рисунок 4.2 Алгоритм роботи програми



Рисунок 4.2 Алгоритм роботи програми (Продовження)

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

5.1.1 Вимоги до виробничого освітлення та його нормування

Освітленість у виробничій діяльності має велике значення в зниженні виробничого травматизму, створює нормальні умови для роботи органів зору і підвищує загальну працездатність. Світло забезпечує зв'язок організму з зовнішнім середовищем, володіє високою біологічною і тонізуючою дією. Зір — головний “інформатор” людини; біля 90% всієї інформації про зовнішній світ поступає в наш мозок через очі.

Виробниче освітлення, правильно спроектоване і виконане, призначено для рішення наступних питань: воно поліпшує умови зорової роботи, знижує втомність, сприяє збільшенню продуктивності праці; добре впливає на виробниче середовище, здійснюючи позитивну психологічну дію на працівника; підвищує безпеку праці і знижує травматизми на виробництві.

До теперішнього виробничого освітлення ставляться високі вимоги не тільки гігієнічного, але і техніко-економічного характеру.

Для освітлення виробничих приміщень використовують природне і штучне освітлення.

Створення сприятливих умов праці, які виключають скору втому зору, виникнення нещасних випадків і сприяючих збільшенню продуктивності праці, можливо тільки освітлювальною установкою, яка відповідає наступним вимогам:

а) освітленість на робочому місці повинна відповідати зоровим умовам праці;

б) необхідно забезпечити достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні, а також в границях навколишнього середовища;

в) на робочій поверхні повинні бути відсутні різкі тіні;

г) в околі зору повинний бути відсутній прямий і відбитий блиск. Блиск-збільшена яскравість поверхні, який викликає порушення зорових функцій;

д) величина освітленості повинна бути постійною в часі;

е) треба вибирати оптимальну направленість світлового потоку, що дозволяє в одних випадках розглядати внутрішні поверхні деталей, в других -розрізняти рельєфність елементів робочої поверхні;

є) необхідно вибирати необхідний спектральний склад світла;

ж) освітлювальна установка не повинна бути джерелом додаткової небезпеки і шкідливості. Необхідно звести до мінімуму тепловиділення, небезпеку ураження струмом і її пожежонебезпечність;

з) установка повинна бути зручною, надійною і простою в експлуатації.

У діючих нормах штучного освітлення в виробничих приміщеннях задаються як кількісні (величина мінімальної освітленості, допустима яркість в околі зору), так і якісні характеристики (показник осліпленості, глибина пульсації освітленості), які важливі для створення нормальних умов праці.

Для освітлення виробничих приміщень в першу чергу слід застосовувати газорозрядні лампи незалежно від прийнятої системи освітлення у зв'язку з великою перевагою їх перед лампами розжарювання економічного і світлотехнічного характеру. Використання ламп розжарювання можливе тільки в випадках неможливості використання газорозрядних ламп.

Прийнято роздільне нормування освітленості в залежності від застосованого джерела світла і системи освітлення. Величина мінімальної освітленості встановлюється відповідно умовам зорової роботи, які визначаються найменшим розміром об'єкта розпізнавання, контрастністю об'єкта з фоном і характеристикою фона.

При визначенні норми освітленості необхідно враховувати ряд вимог, які викликають необхідність збільшення рівня освітленості, вибраного по точності зорової роботи.

При роботі на приладі зорові роботи відносимо до III розряду, тому що прилад призначений для контролю розмірів отворів діаметру 40H7, і покази потрібно знімати досить точно, бо від цього залежить похибка вимірювання. Величина мінімальної освітленості для III розряду зорової роботи приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Найменша освітленість на робочій поверхні в виробничих приміщеннях

Розмір об'єкту розпізнання	Розряд роботи	Під-розряд	Контраст об'єкту з фоном	Фон	Найменша освітленість, лк			
					при газорозрядних лампах		при лампах розжарювання	
					комбіноване	одне спільне	комбіноване	одне спільне
Від 0,3 до 0,5	III	а	Малий	темний	2000	500	1500	300
		б	Малий	середній	1000	300	750	200
		в	Середній	темний				
		г	Малий	світлий	750	300	600	200
			Середній	середній	400	200	400	150
			Великий	темний				
			Середній	світлий				
			Великий	середній				

Підвищення освітленості потрібно передбачати також в приміщеннях з недостатнім по нормам природного світла, яке при бічному освітленні складає менше 80% нормуючого значення, а при верхньому не менше 60%. В деяких випадках необхідно зменшувати нормуючі освітленості, наприклад: тимчасове перебування людей в приміщенні.

У приведених нормах для газорозрядних ламп значення нормованої освітленості вище, чим для ламп розжарювання, в наслідок великої

світловіддачі цих ламп. Система комбінованого освітлення, як більш економічна, має норми освітленості вище, чим для спільного освітлення.

Таким чином, в норми закладена тенденція підвищення освітленості у всіх випадках, коли її можна збільшити за рахунок підвищення економічності установки. Для виключення частково переадаптації зору із-за нерівномірного освітлення в приміщенні при системі комбінованого освітлення необхідно, щоб світильники загального освітлення створювали не більше 10% нормованої освітленості.

Для обмеження осліплюючої дії світильників загального освітлення в виробничих приміщеннях показник осліпленості не повинен перевищувати 20-80 одиниць в залежності від часу роботи і її зорового розряду.

При освітлені виробничих приміщень газорозрядними лампами, які живляться змінним струмом промислової частоти 50 Гц, необхідно обмежити глибину пульсації освітленості. Допустимий коефіцієнт пульсації в залежності від системи освітленості і характеру виконуваної роботи не повинні перевищувати 10-20%.

5.1.2 Характеристика небезпечних зон обладнання і заходи безпеки при роботі

Сучасні машинобудівні заводи обладнані самими різними видами технологічного обладнання. Його використання полегшує працю людини, робить її продуктивнішою. Однак в ряді випадків робота цього обладнання пов'язана з виробничою безпекою, тобто можливістю дії на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Основними вимогами, які ставляться з точки зору охорони праці при проектуванні машин і механізмів, є: безпека для здоров'я та життя людини, надійність, зручність експлуатації.

Безпечна робота виробничого обладнання забезпечується правильним вибором принципів його дії, кінематичних схем, конструктивних рішень,

робочих тіл, параметрів робочих процесів, використанням різних захисних засобів.

Зовнішні контури захисних засобів повинні вписуватись в контури основного обладнання. Необхідно старатись, щоб ці захисні засоби дозволяли вирішувати декілька задач одночасно і по можливості конструктивно суміщались з машинами і агрегатами, являючись їх складовою частиною. При наявності в агрегатів електроприводу останній повинен бути виконаний в відповідності з Правилами побудови електричних установок.

Надійність машин і механізмів визначається ймовірністю порушення нормальної роботи обладнання. Такого роду порушення можуть стати причиною аварій і, в кінцевому результаті, травм.

Велике значення в забезпеченні надійності роботи машин і механізмів має наявність необхідних контрольно-вимірвальних приладів і пристроїв автоматичного керування і регулювання.

При відмові автоматики надійність роботи технологічного обладнання визначається ефективністю дій осіб, які його обслуговують. Однак це, в свою чергу, залежить від того, в яких умовах проходить робота людей, чи відповідають ці умови можливостям людського організму. Тому виробниче обладнання повинно проектуватись з врахуванням фізіологічних і психологічних можливостей людини, а також з врахуванням його антропологічних даних. Врахування останніх також необхідно і при організації робочого місця. Всі види технологічного обладнання повинні бути зручними для огляду, змащування, розборки, наладки, прибирання, транспортування, встановлення і керування ними в роботі.

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно або виникають періодично фактори, які є небезпечними для життя або здоров'я людини.

Небезпечна зона локалізована в просторі навколо будь-яких рухомих елементів, ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайб, зубчастих, пасових і ланцюгових передач, зубчастих зачеплень, робочих столів верстатів, підйомно-транспортних машин, вантажів. У всіх вказаних

випадках присутня небезпека травмування осіб, які обслуговують обладнання, рухомими частинами останнього. Особлива небезпека виникає в випадку, коли можливий захват одягу або волосся працюючого робочими частинами обладнання.

Наявність небезпечної зони може бути пов'язано з небезпекою ураження електричним струмом, з дією теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, а також з дією шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів, газів, пилу, з можливістю травмування відлітаючими частинами матеріалу заготовки та інструменту при обробці, з вилітанням оброблюваної деталі через погане її закріплення або поломки.

Габарити небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між пасом і шківом і т. п.) і перемінним (прокатне поле прокатних станів, зона різання при зміні характеру обробки, параметрів обробки, ріжучого інструменту і т. п.).

При проектуванні технологічного обладнання в машинобудуванні і його експлуатації необхідно враховувати застосування пристроїв, які або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту. Такого роду пристроями є засоби захисту працюючих, використовувані для попередження або зменшення впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Засоби захисту класифікуються на дві великі групи:

- а) колективні, які забезпечують безпеку виробничого обладнання;
- б) індивідуальні, які забезпечують безпеку виробничих процесів.

Всі використовувані в машинобудуванні захисні засоби можна розділити на наступні основні групи: огорожувальні, запобіжні, блокуючі, сигналізуючі, а також системи дистанційного керування машинами і спеціальні пристрої.

Огорожувальні пристрої – засоби захисту, які обмежують доступ людини в небезпечну зону. Їх поділяють на три основні груп: стаціонарні (нез'ємні), рухомі (з'ємні) і переносні.

Запобіжні захисні засоби призначені для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметру, який характеризує режим роботи обладнання, за межі допустимих значень.

Сигнальні пристрої – це засоби інформації про роботу технологічного обладнання, а також про небезпечні і шкідливі фактори, які при цьому виникають. По призначенню системи сигналізації поділяють на три групи: оперативна, попереджувальна і опізнавальна. По методу інформації розрізняють сигналізацію: звукову, візуальну, комбіновану (світло-звукову) і одоризаційну (по запаху).

Аналізуючи проєктовану установку можна виділити наступні небезпечні зони:

а) електродвигун і блок керування – можливість ураження електричним струмом;

б) завантажувальна і сортувальна частини установки – виникає можливість травмування в моменти завантаження рухомими частинами завантажувача;

в) електродвигун, рука-маніпулятор, кінематичні пари гвинт-гайка – створюють небезпеку обертовими рухами, так як виникає можливість намотування одягу і травмування;

Для виключення можливості ураження електричним струмом в установці використано захисне заземлення струмопровідних частин. Редуктори і кінематичні пари гвинт-гайка виконані в корпусах, які закривають їх рухомі елементи. Тип і метод кріплення електродвигуна закривають його вал від випадкового дотику рукою, одягом чи іншими речами.

Для виключення попадання людини в інші небезпечні зони доцільно використати стаціонарну огорожу по обидві сторони установки з попереджувальними знаками.

5.2 Безпеки в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Оцінка стійкості роботи підприємства в надзвичайних ситуаціях природного характеру

Кожний об'єкт в залежності від особливості його виробництва і інших характеристик має свою специфіку. Але об'єкти мають багато спільного: виробничий процес здійснюється, як правило, в середині споруд і будівель, самі споруди випадків виконані з уніфікованих елементів, територія об'єкту насичена інженерними, комунальними і енергетичними лініями, окремо розташовані технологічні установки, мережа внутрішнього транспорту, системи зв'язку і управління, складське господарство, різноманітні будівлі і споруди адміністративного, побутового і господарського призначення.

Принципами стійкості промислового підприємства в надзвичайних ситуаціях є єдина нормативна і директивна база, яка включає:

- Конституцію України;
- закон про цивільну оборону України;
- положення ЦО;
- нормативні документи по стійкості об'єктів;
- директиви начальника штабу ЦО України.
- Стійкість роботи промислового підприємства складається із:
 - стійкості інженерно-технічного комплексу (будівель, споруд, систем енерго-, газо-, водозабезпечення, технологічного обладнання і т.п.) до дії зовнішніх факторів при аваріях, катастрофах, стихійному лихові, а також при застосуванні щодо них сучасної зброї;
 - стійкості виробничої діяльності (захист виробничого персоналу, надійність системи управління, постачання поновлення роботи в найкоротші терміни).

Фактори, від яких залежить стійкість роботи об'єктів в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу:

1. надійність захисту робітників і службовців;
2. безпечність розташування об'єкту відносно зон можливих руйнувань;

3. можливість інженерно-технічного комплексу протистояти ударній хвилі будь-якого вибуху і вражаючим діям ядерної зброї;
4. безперервність постачання електроенергією, паливом, сировиною, газом і всім необхідним для випуску продукції;
5. надійність керування виробництвом силами і засобами цивільної оборони;
6. підготовленість підприємства до поновлення виробництва.

Для всіх виробничих об'єктів незалежно від профілю виробництва і призначення, характерні запальні фактори, які впливають на підготовку об'єкта до роботи в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу. До цих факторів належать район розміщення об'єкту, внутрішнє планування і забудова території об'єкту, системи енергопостачання, технологічний процес, виробничий зв'язок об'єкту, системи управління, підготовленість об'єкту до відбудови виробництва і інше.

Район розміщення об'єкта вивчається за картою (планами). Проводиться аналіз топографічного розміщення об'єкту:

- характер забудови території яка оточує об'єкти (структура, густота, тип забудови);
- наявність на цій території підприємств, які можуть бути джерелами виникнення вторинних факторів ураження;
- природні умови навколишньої місцевості.

З'ясовуються метеорологічні умови району. При вивченні споруд і будівель об'єкту дається характеристика споруд основного і допоміжного виробництва, споруд, які не будуть використані у виробництві основної продукції в надзвичайних ситуаціях.

Встановлюються основні особливості їх конструкції, вказують технічні дані, необхідні для розрахунків дії ударної хвилі, світлового випромінювання і можливих вторинних факторів ураження. А власне: конструкція, поверхня, довжина і висота, вид каркасу, світлові отвори, покрівля, перекриття. Вказується кількість працівників і службовців, які

одночасно перебувають у будівлі, наявність вбудованих і близько розміщених сховищ.

При оцінці території об'єкту визначається вплив густоти і типу забудови, можливість виникнення і розповсюдження пожежі створення завалів входів у сховища.

Вивчення технологічного процесу проводиться з розрахунком специфіки виробництва і змін у виробничому процесі в надзвичайних ситуаціях.

На підприємствах зв'язаних із застосуванням значної кількості сильнодіючих отруйних і горючих речовин, встановлюється їх кількість, оцінюються токсичні властивості, надійність їх зберігання. Визначається їх необхідний мінімум запасів цих речовин, які можуть перебувати на території об'єкту.

Особливу увагу приділяють дослідженню систем газопостачання, оскільки газ з джерела енергії може перетворитись у дуже агресивний вторинний фактор ураження.

Дослідження системи управління об'єктів проводиться на основі вивчення стану пунктів управління і вузлів зв'язку, надійності системи управління виробництвом, розстановки сил. Визначаються також джерела поповнення робочої сили, аналізуються можливості взаємозаміни керівного складу об'єкту. Особлива увага приділяється вивченню системи оповіщення.

При аналізі системи матеріально-технічного постачання дається коротка характеристика цієї системи в нормальних умовах і можливих змін у зв'язку з переходом на випуск нової продукції, оцінюються наявні і планові запаси і можливі продовження строки роботи без постачання.

Підготовка об'єкту до відбудови виробництва визначається на основі вивчення характеру виробництва, складності його устаткування матеріалів.

5.2.2 Підвищення стійкості роботи підприємства, безпечність і можливість інженерного комплексу протистояти надзвичайним ситуаціям

З системою забезпечення стійкості роботи важливих виробничих підприємств в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу завчасно проводиться комплекс організаційних і інженерно-технічних заходів цивільної оборони, спрямованих на забезпечення захисту населення та підвищення стійкості роботи об'єкту, на утворення необхідних умов для безперебійної роботи.

Під стійкістю роботи промислових підприємств розуміють їх можливість в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу виробляти продукцію в запланованому обсязі і номенклатурі, а при слабких пошкодженнях відновлювати виробництво в мінімальні терміни.

Нові промислові підприємства повинні будуватись з врахуванням вимог, виконання яких сприяє підвищенню стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкту.

Будівлі і споруди на об'єкти необхідно розміщувати розсереджено. Відстань між будівлями повинна забезпечувати протипожежні розриви. Ширина протипожежного розриву α_p визначається за формулою:

$$\alpha_p = H_1 + H_2 + 15\text{м};$$

де H_1 і H_2 – висоти сусідніх будинків.

Висока стійкість до дії ударної хвилі властива залізобетонній будівлі з металевими каркасами.

Для підвищення стійкості до пожеж в будівлях повинні застосовуватись вогнестійкі конструкції, а також вогнетривка обробка горючих елементів будівлі. В складських приміщеннях повинно бути якомога менше вікон і дверей. Складські приміщення для зберігання

легкозаймистих речовин повинні розміщуватись в окремих блоках заглиблено або напівзаглиблено біля кордонів об'єкту або за його межами.

Дороги на території об'єкту повинні бути з твердим покриттям і забезпечувати зручний і найкоротший шлях між виробничими будівлями, спорудами і складами; в'їздів на територію об'єктів повинно бути не менше двох з різних напрямків.

Системи побутової і виробничої каналізації повинні мати не менше двох випусків в міську каналізаційну мережу і пристосування для аварійних викидів.

Електрозабезпечення повинно здійснюватись від енергосистеми, до складу якої входять електростанції, що працюють на різних видах палива. Великі електростанції потрібно розташовувати одну від одної і від великих міст на відстані, не менше двох радіусів зон можливих руйнувань.

Електроенергію на ділянки належить подавати по належних кабелях, прокладених в землі на глибині 0,8 – 1,2 м.

Для підвищення стійкості постачання об'єктів водою необхідно, щоб система водопостачання[об'єктів] здійснювалась не менше ніж від двох незалежних джерел.

На багатьох виробничих об'єктах газ використовується як паливо, а на хімічних підприємствах і як вихідна сировина. Газопровідні станції необхідно розташовувати за межами міста з різних сторін. Газова мережа закольцовується і прокладається під землею на глибині 0,6 – 1,7 м.

На газовій мережі у визначених місцях повинні бути встановленні автоматичні відключаючі пристрої, які спрацьовують від надлишкового тиску ударної хвилі.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В даній магістерській дипломній роботі було розроблено інформаційно-вимірювальна система, що відноситься до вимірювальної техніки, та може бути використана для визначення та контролю моменту опору обертання ротора мікроелектродвигуна різних типів.

В роботі була розроблена інформаційна - вимірювальна система існуючих конструкцій та збільшення точності контролю за рахунок того, що вимірювання проводять в певному положенні ротора мікроелектродвигуна, а блок управління має послідовно під'єднанні частотно-вибірковий фільтр і визначник максимуму, причому вхід фільтру електрично зв'язаний з вимірним перетворювачем, а вхід визначника максимуму – з приводом обертання статора і ротора приладу.

Аналогом даної інформаційно-вимірювальної системи може в деякій мірі виступати компенсаційний вимірювач крутних моментів з автоматичним регулюванням.

Похибка системи складається із похибки перетворювача струму в обертовий момент і похибки амперметра, та деяких невеликих похибок ланки прямого перетворення (джерела світла, фотоелемента, підсилювача).

Впровадження розробленої інформаційно-вимірювальної системи, являється спрощенням існуючих конструкцій та збільшення точності контролю за рахунок того, що вимірювання проводять в певному положенні ротора мікроелектродвигуна, а блок управління має послідовно під'єднанні частотно-вибірковий фільтр і визначник максимуму, причому вхід фільтру електрично зв'язаний з вимірним перетворювачем, а вхід визначника максимуму – з приводом обертання статора і ротора мікромашини.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теория и проектирование контрольных автоматов. Учебное пособие для вузов / Под ред. Л.Н.Воронцова, С.Ф. Корндорфа и др. – М.: Высшая школа, 1980.-560с.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электрония: Учебное пособие для приборостроительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1991.-622с.
3. Горбунов В.Л., Панфилов Д.Н., Преснухин Д.Л. Справочное пособие по микропроцессорам и микроЭВМ / Под ред. Л.Н.Преснухина. – М.: Высшая школа, 1988.-272с.
4. Тищенко О.Ф., Взалединский А.С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1977.
5. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.: Машиностроение, 1975.-471с.
6. Рабинович А.Н. Автоматизация механосборочного производства.- К.: Высшая школа, 1969.-542с.
7. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под ред. А.Ф.Горбацевича, Минск, Высшая школа, 1975.
8. Справочник технолога-машиностроителя, в 2-х томах, под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова, Москва, Машиностроение, 1972.
9. Краткий справочник нормировщика-машиностроителя, Минск, Беларусь, 1976.
10. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з організації, планування і управління приладобудівного виробництва та організаційно-економічної частини дипломних проектів конструкторського характеру.-Тернопіль, 1996.- 67 с.
11. Полішко С.П., Тубенок О.Д., Точність засобів вимірювання. – К.: Вища школа, 1992-173с.
12. Рубінов А.Д. Контроль больших размеров в машиностроении. Справочник. – Л.: машиностроение, 1982-120с.

13. Городоцкий С.С., Лакерник Р.М., Испытание кабелей и проводов – М: Энергия, 1971-272с.
14. Привезенцева В.А., Основы кабельной техники – М: Энегия, 1975-472с.
15. Анурев В.И. Справочник конструктора машиностроителя ВЗт – М.: машиностроение 1979-728с.
16. Перель Л.Я. Подшипники каления. Рацот, проектирование и обслуживание опор. Спарвочник. – М: Машиностроение: 1983-543с.
17. Самофалов К.Г. Микропроцессоры.- К.: Техніка, 1988. 252 с.
18. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник / Под ред Г.П. Демиденко.- К.: Вища шк., 1987.- 256 с.

ДОДАТКИ

Лістинг програми коду

Tue Mar 18 2020 18:11

Page 1

2500 A.D. 8051 Macro Assembler - Version 4.02a

Input Filename : PARIY.asm

Output Filename : PARIY.obj

1	0000	00	M0: NOP
2	0001	20 B2 FC	M1: JB P3.2,M0
3	0004	11 72	ACALL KOR
4	0006	C2 94	M2: CLR P1.4
5	0008	C2 95	CLR P1.5
6	000A	C2 96	CLR P1.6
7	000C	00	NOP
8	000D	11 8E	ACALL DAT
9	000F	85 30 40	MOV 40H,30H
10	0012	85 32 42	MOV 42H,32H
11	0015	C2 94	CLR P1.4
12	0017	D2 95	SETB P1.5
13	0019	C2 96	CLR P1.6
14	001B	00	NOP
15	001C	11 8E	ACALL DAT
16	001E	85 30 44	MOV 44H,30H
17	0021	85 32 46	MOV 46H,32H
18	0024	00	NOP
19	0025	11 AA	ACALL IND
20	0027	20 B2 DC	JB P3.2,M2
21	002A	C2 94	CLR P1.4
22	002C	C2 95	CLR P1.5
23	002E	D2 96	SETB P1.6
24	0030	11 5C	ACALL Z05S
25	0032	11 8E	M3: ACALL DAT
26	0034	85 30 48	MOV 48H,30H

```

27 0037 85 32 4A      MOV 4AH,32H
28 003A 00            NOP
29 003B 11 AA        ACALL IND
30 003D 20 B2 F2     JB P3.2,M3
31 0040 C2 94        CLR P1.4
32 0042 D2 95        SETB P1.5
33 0044 D2 96        SETB P1.6
34 0046 11 5C        ACALL Z05S
35 0048 11 8E      M4:  ACALL DAT
36 004A 85 30 4C     MOV 4CH,30H
37 004D 85 32 4E     MOV 4EH,32H
38 0050 00            NOP
39 0051 11 AA        ACALL IND
40 0053 20 B2 F2     JB P3.2,M4
41 0056 11 67        ACALL Z1S
42 0058 20 B2 AB     JB P3.2,M2
43 005B 00            NOP
44 005C              END.
45 005C
46 005C 78 F7      Z05S: MOV R0,#F7H
47 005E 00      M5:  NOP
Tue Mar 18 2020 18:11      Page  2
48 005F 79 F5      MOV R1,#F5H
49 0061 00      M6:  NOP
50 0062 D9 FD      DJNZ R1,M6
51 0064 D8 F8      DJNZ R0,M5
52 0066 22        RET
53
54 0067 78 FF      Z1S:  MOV R0,#FFH
55 0069 00      M7:  NOP
56 006A 79 FE      MOV R1,#FEH
57 006C 00      M8:  NOP
58 006D D9 FD      DJNZ R1,M8
59 006F D8 F8      DJNZ R0,M7
60 0071 22        RET
61

```

62	0072	D2 93	KOR: SETB P1.3
63	0074	C2 93	CLR P1.3
64	0076	00	NOP
65	0077	00	NOP
66	0078	D2 93	SETB P1.3
67	007A	7A 02	MOV R2,#02H
68	007C	1A	M9: DEC R2
69	007D	EA	MOV A,R2
70	007E	60 00	JZ ERROR
71	0080	11 5C	ACALL Z05S
72	0082	20 92 F7	JB P1.2,M9
73	0085	E5 A0	MOV A,P2
74	0087	F5 34	MOV 34H,A
75	0089	E5 90	MOV A,P1
76	008B	F5 36	MOV 36H,A
77	008D	22	RET
78			
79	008E	D2 93	DAT: SETB P1.3
80	0090	C2 93	CLR P1.3
81	0092	00	NOP
82	0093	00	NOP
83	0094	D2 93	SETB P1.3
84	0096	7A 02	MOV R2,#02H
85	0098	1A	M10: DEC R2
86	0099	EA	MOV A,R2
87	009A	60 00	JZ ERROR
88	009C	11 5C	ACALL Z05S
89	009E	20 92 F7	JB P1.2,M10
90	00A1	E5 A0	MOV A,P2
91	00A3	F5 30	MOV 30H,A
92	00A5	E5 90	MOV A,P1
93	00A7	F5 32	MOV 32H,A
94	00A9	22	RET
95			
96	00AA	C2 B4	IND: CLR P3.4
97	00AC	D2 B5	SETB P3.5

98	00AE	D2 B6	SETB P3.6
99	00B0	D2 B7	SETB P3.7
100	00B2	00	NOP
101	00B3	85 40 80	MOV P0,40H
102	00B6	78 F2	MOV R0,#F2H

Tue Mar 18 2020 18:11 Page 3

103	00B8	00	M11: NOP
104	00B9	00	NOP
105	00BA	D8 FC	DJNZ R0,M11
106	00BC	D2 B4	SETB P3.4
107	00BE	C2 B5	CLR P3.5
108	00C0	D2 B6	SETB P3.6
109	00C2	D2 B7	SETB P3.7
110	00C4	00	NOP
111	00C5	85 41 80	MOV P0,41H
112	00C8	78 F2	MOV R0,#F2H
113	00CA	00	M12: NOP
114	00CB	00	NOP
115	00CC	D8 FC	DJNZ R0,M12
116	00CE	D2 B4	SETB P3.4
117	00D0	D2 B5	SETB P3.5
118	00D2	C2 B6	CLR P3.6
119	00D4	D2 B7	SETB P3.7
120	00D6	00	NOP
121	00D7	85 42 80	MOV P0,42H
122	00DA	78 F2	MOV R0,#F2H
123	00DC	00	M13: NOP
124	00DD	00	NOP
125	00DE	D8 FC	DJNZ R0,M13
126	00E0	D2 B4	SETB P3.4
127	00E2	D2 B5	SETB P3.5
128	00E4	D2 B6	SETB P3.6
129	00E6	C2 B7	CLR P3.7
130	00E8	00	NOP
131	00E9	85 43 80	MOV P0,43H

```

132 00EC 78 F2          MOV R0,#F2H
133 00EE 00          M14: NOP
134 00EF 00          NOP
135 00F0 D8 FC          DJNZ R0,M14
136 00F2 22          RET
Tue Mar 18 2020 18:11      Page  4

```

Defined	Symbol Name	Value	References
Pre	BSECT	0000	
Pre	CODE	0000	
79	DAT	008E	8 15 25 35
Pre	DATA	0000	
44	END.	005C	
96	IND	00AA	19 29 39
62	KOR	0072	3
1	M0	0000	2
2	M1	0001	
85	M10	0098	89
103	M11	00B8	105
113	M12	00CA	115
123	M13	00DC	125
133	M14	00EE	135
4	M2	0006	20 42
25	M3	0032	30
35	M4	0048	40
47	M5	005E	51
49	M6	0061	50
55	M7	0069	59
57	M8	006C	58
68	M9	007C	72
Pre	RSECT	0000	
46	Z05S	005C	24 34 71 88
54	Z1S	0067	41

Lines Assembled : 136

Assembly Errors : 0