

На правах рукопису

УДК: 621.3.089.62: 531.787

КИРЧУН Анатолій Миколайович

ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ЗАДАВАЧ ТИСКУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ
ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ТИСКУ

Спеціальність 05.11.13 - Прилади та методи контролю природного
середовища, речовин, матеріалів та виробів

Спеціальність 05.11.01 - Прилади та методи вимірювання
механічних величин

Автореферат
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

КИЇВ - 1994





00778513 (V)

Роботу виконано в Житомирському
Інституті

Дисертацією є рукопис

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор
Самостокін Б.Б.

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор
Довгополий А.С.

- кандидат технічних наук, доцент
Полішко С.П.

Провідна організація - Ульяновський центр мікроелектроніки
(Росія)

Захист відбудеться "20" січня 1994 р., о 15 годині на
засіданні спеціалізованої ради Д 068.14.08 Київського полі-
технічного інституту (252056, Київ-56, просп. Перемоги 37,
корп.1, кімн.242).

З дисертацією можна ознайомитись в науково-технічній біб-
ліотеці Київського політехнічного інституту.

Автореферат розіслано "19" січня 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради,
проф., канд. техн. наук

В.П.Бабак

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Вітчизняною промисловістю випускається велика кількість засобів вимірювання тиску. Для контролю цих засобів вимірювання необхідні задавачі тиску.

Існуючі в даний час задавачі тиску дозволяють відтворювати тільки дискретні значення тиску. Використання як джерела сили керованого електромагніту дає можливість створити задавач безперервних значень тиску, який має більш широкі функціональні можливості.

Метою роботи є рішення задачі синтезу електромагнітного задавача безперервних значень надлишкового тиску з одностороннім регулюванням та оптимального по динамічній точності і мінімуму споживаної енергії.

Основні завдання наукового дослідження:

- аналіз методів та засобів побудови задавачів тиску;
- отримання математичних моделей трьох типів електромагнітних задавачів тиску (з зразковим давачем тиску; з системою підкачки та зразковим давачем тиску; з системою підкачки та зразковим давачем вазору);
- синтез для кожного з трьох задавачів тиску оптимальної по динамічній точності та мінімуму споживаної енергії цифрової системи управління, яка забезпечує односторонній підхід заданих значень тиску до їх встановленого значення при умові вимірювання тільки однієї змінної стану;
- аналіз точності для кожного з трьох типів електромагнітних задавачів тиску;
- порівняння трьох типів задавачів тиску по різних параметрах та вибір кращого задавача, який буде реалізований в вигляді лабораторного макету;
- експериментальні дослідження вибраного задавача тиску.

Методи досліджень. Робота виконана з застосуванням перетворення Лапласу, Z-перетворення, методів простору станів, динамічного програмування, машинного моделювання, структурного методу дослідження точності вимірювальних пристроїв.

Наукова новизна роботи полягає в наступних положеннях:

- запропонована більш повна в порівнянні з існуючими класифі-

кація задавачів тиску;

- запропоновані структури та отримані математичні моделі трьох типів електромагнітних задавачів тиску;

- запропоновані основні принципи синтезу електромагнітних задавачів тиску;

- розроблена методика перевірки електромагнітного задавача тиску (програмованої міри тиску).

Практична цінність. Розроблені алгоритми та програми забезпечують практично повну автоматизацію процесу синтезу електромагнітних задавачів тиску, а також часткову автоматизацію процесу перевірки цих задавачів за допомогою ПЕОМ типу IBM PC/AT. Дані програми дають можливість значно скоротити час розробки та перевірки електромагнітних задавачів тиску.

Найбільш вагомі наукові результати, отримані особисто пошукувачем, полягають у наступному:

- розроблена класифікація задавачів тиску;

- запропоновані структури та отримані математичні моделі трьох електромагнітних задавачів тиску;

- запропоновані основні принципи синтезу електромагнітних задавачів тиску;

- проведено синтез оптимальних систем управління електромагнітними задавачами тиску;

- виконано аналіз точності трьох електромагнітних задавачів тиску;

- виготовлено лабораторний макет електромагнітного задавача тиску з зразковим давачем тиску;

- розроблено методику перевірки електромагнітного задавача тиску;

- виконано аналіз адекватності математичної моделі реальному електромагнітному задавачу тиску;

- проведено перевірку електромагнітного задавача тиску.

Реалізація роботи. Результати роботи втілені в лабораторному макеті програмованої міри тиску, включені до звітів по НДР "Програмована міра тиску" та впроваджені в Ульяновському центрі мікроелектроніки.

Апробація роботи. Основні положення і результати роботи доповідались та обговорювались на науково-технічних конференціях

"Фундаментальні та прикладні проблеми космонавтики" (м. Київ, 1990 р.), "Проблеми автоматизації контролю та діагностування складних технічних систем" (м. Житомир, 1991 р.), "Фундаментальні та прикладні проблеми космічних досліджень" (м. Житомир, 1993 р.); на наукових семінарах та конференціях Житомирського інженерно-технологічного інституту (1989-1993 р.р.).

Публікації. За матеріалами дисертації одержано 1 авторське свідоцтво на винахід та опубліковано 8 друкованих робіт.

Структура та об'єм роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, закінчення, списку літератури та 8 додатків. Робота включає в себе 146 сторінок основного тексту, 13 рисунків, 3 таблиці, бібліографічний список, який налічує 88 найменувань та 32 сторінки додатків.

Автор висловлює щиру вдячність науковому керівнику доктору технічних наук, професору Б.Б.Самотокіну за постійну увагу, заваження та допомогу при проведенні цієї роботи.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі надано обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи, сформульована мета досліджень, зазначена наукова новизна, практична значимість роботи, наведена інформація про публікації та структуру роботи.

В першому розділі наведено аналіз методів та засобів побудови задавачів тиску.

При побудові задавачів тиску застосовують вантажнопоршневі, гідростатичний та термодинамічний метод відтворення тиску.

Вантажнопоршневий метод отримав широке поширення завдяки простоті конструкції поршневих пар, добрій схожимості та відтворюваності вимірювань, порівняльній простоті передачі розміру одиниці тиску.

Гідростатичний метод дозволяє відтворювати розмір одиниці тиску з більшою точністю, ніж вантажнопоршневий при тиску до 170 кПа. Але цей метод вимагає громіздких стаціонарних установок, складних систем відліку рівнів робочої рідини, термостатування, віброзахисних фундаментів.

Термодинамічний метод є перспективним та потребує подальших теоретичних і експериментальних досліджень.

Задавачі тиску можна класифікувати за наступними ознаками:

- 1) за типом джерела сили;
- 2) за типом вимірювального пристрою;
- 3) за функціональними можливостями;
- 4) за ступенем автоматизації;
- 5) за видом заданих значень тиску.

В відповідності з приведеною класифікацією слід розрізнити наступні задавачі:

- 1) вантажнопоршневі, важільнопоршневі та електромагнітні;
- 2) поршневі та на основі зразкового давача з електричним виходом;
- 3) задавачі, вимірювачі-задавачі та зразкові генератори тиску;
- 4) ручні та автоматичні;
- 5) дискретні та безперервні.

Наведено огляд 55 вітчизняних та зарубіжних робіт по задавачам тиску, а також надані рекомендації по побудові автоматичного давача безперервних значень надлишкового тиску в діапазоні 0-6 МПа.

Сформульовані основні задачі дослідження:

1. Отримання математичних моделей трьох типів електромагнітних задавачів тиску (з зразковим давачем тиску; з системою підкачки та зразковим давачем тиску; з системою підкачки та зразковим давачем зазору).

2. Синтез для кожного з трьох задавачів тиску оптимальної по динамічній точності та мінімуму споживаної енергії цифрової системи управління, яка забезпечує односторонній підхід заданих значень тиску до їх встановленого значення при умові вимірювання тільки однієї змінної стану.

3. Аналіз точності для кожного з трьох типів задавачів тиску.

4. Порівняння трьох типів задавачів тиску по різних параметрах та вибір кращого давача, який буде реалізований в вигляді лабораторного макету.

5. Експериментальні дослідження вибраного давача тиску.

В другому розділі отримані математичні моделі трьох типів

електромагнітних задавачів тиску.

Електромагнітний задавач тиску з зразковим давачем тиску включає в себе калібратор струму, електромагніт, вантажнопоршневий манометр, зразковий давач тиску, цифровий вольтметр, цифровий регулятор та суматор.

Після лінеаризації та нескладних перетворень система диференціальних та різницевих рівнянь, яка описує задавач тиску, приймає вигляд:

$$\begin{aligned}
 i[(k+1)T] &= n_{\text{вх}}(kT), \\
 \dot{z} &= \frac{W^2 \mu_0 S_3 I_0 (a-b)^2 \ln(a/b)}{\pi l_0 \eta_0 [3b(a+b) + 2(a-b)^2] Z_0^2} 1 - \\
 &\quad - \frac{[W^2 \mu_0 S_3 I_0^2 (W_{\text{пр}}^{\beta+C}) - \pi^2 b^4 Z_0^2] (a-b)^2 \ln(a/b)}{\pi l_0 \eta_0 [3b(a+b) + 2(a-b)^2] Z_0^2 (W_{\text{пр}}^{\beta+C})} z, \\
 \dot{V} &= - \frac{6W^2 \mu_0 S_3 k_v b I_0 \ln(a/b)}{\pi T_v [3b(a^2 - b^2) + 2(a-b)^2] Z_0^2} 1 + \\
 &\quad + \frac{6k_v b [W^2 \mu_0 S_3 I_0^2 (W_{\text{пр}}^{\beta+C}) - \pi^2 b^4 Z_0^2] \ln(a/b)}{\pi T_v [3b(a^2 - b^2) + 2(a-b)^2] Z_0^2 (W_{\text{пр}}^{\beta+C})} z - \frac{1}{T_v} V, \\
 n_{\text{вих}}[(k+1)T] &= V(kT),
 \end{aligned} \tag{1}$$

де 1 та z - малі відхилення струму та зазору від номінальних значень I_0 та Z_0 ;

W - число витків обмотки електромагніту;

μ_0 - магнітна стала;

S_3 - переріз повітряного зазору електромагніту;

$n_{\text{вх}}$ - вхідний код калібратора струму;

T - період дискретизації;

a та b - радіуси циліндра та поршня вантажнопоршневого манометра;

l_0 - довжина поршня;

- η_o - в'язкість робочої рідини;
- W_{np} - початковий об'єм рідини в робочій порожнині;
- β - коефіцієнт стискальності рідини;
- C - податливість гідросистеми;
- V - напруга на виході давача тиску;
- T_v та k_v - стала часу та коефіцієнт передачі давача тиску;
- $p_{вих}$ - вихідний код цифрового вольтметра.

Тиск на виході давача описується виразом

$$P = \frac{6b(W^2 \mu_o S_3 I_o^2 (W_{np} \beta + C) - p^2 b^4 Z_o^2 \ln(a/b))}{\pi(3b(a^2 - b^2) + 2(a-b)^3) Z_o^2 (W_{np} \beta + C)} Z - \frac{6W^2 \mu_o S_3 b I_o \ln(a/b)}{\pi(3b(a^2 - b^2) + 2(a-b)^3) Z_o^2} \quad (2)$$

Для давача тиску, в склад якого входить калібратор струму В1-28, вантажнопоршневий манометр МП-60, давач тиску ИПД 89006, цифровий вольтметр В7-34 рівняння (1) та (2) після дискретизації перетворюються до вигляду векторно-матричних рівнянь стану та виходу

$$X[(k+1)T] = \Phi(T)X(kT) + \theta(T)u(kT), \quad (3)$$

$$Y(kT) = DX(kT), \quad (4)$$

$$\text{де } X(kT) = \begin{bmatrix} x_o(kT) \\ x_1(kT) \\ x_2(kT) \\ x_3(kT) \end{bmatrix}, \quad Y(kT) = y(kT),$$

$$\Phi(T) \Big|_{T=0,25} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1,3455 \cdot 10^{-5} & 9,9914 \cdot 10^{-4} & 0 & 0 \\ -2,8638 & 1,8306 \cdot 10^2 & 2,4496 \cdot 10^{-2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

$$\theta(T) \Big|_{T=0,25} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (6)$$

$$D = [-5,1604 \cdot 10^7 \quad 3,2987 \cdot 10^9 \quad 0 \quad 0], \quad (7)$$

$$x_0 = 1; \quad x_1 = z; \quad x_2 = V; \quad x_3 = n_{\text{вих}}; \quad y = p; \quad u = n_{\text{вх}}.$$

Φ, θ, D - матриці стану, управління та виходу.

Для задавачів тиску з системою підкачки і зразковим давачем тиску та системою підкачки і зразковим давачем зазору аналогічним чином отримані математичні моделі в вигляді векторно-матричних рівнянь стану та виходу відповідно сьомого та шостого порядків.

В третьому розділі для кожного з трьох типів задавачів тиску синтезована оптимальна по динамічній точності та мінімуму споживаної енергії цифрова система управління, яка забезпечує односторонній підхід заданих значень тиску до їх встановленого значення при умові вимірювання тільки однієї змінної стану.

Синтез системи управління включає в себе наступні етапи:

1. Синтез цифрової системи управління з одностороннім регулюванням.
2. Оптимізація параметрів задавача по динамічній точності та мінімуму споживаної енергії.
3. Синтез цифрового спостерігача стану.

Синтез системи управління з одностороннім регулюванням виконано по заданому розміщенню полюсів за допомогою зворотнього зв'язку по стану. В результаті синтезу отримана матриця G коефіцієнтів зворотнього зв'язку.

Оптимізація параметрів задавача по динамічній точності та мінімуму споживаної енергії проведена по методу динамічного програмування шляхом рішення дискретного рівняння Ріккати. Результат оптимізації - матриця G_0 коефіцієнтів зворотнього зв'язку.

При синтезі цифрової системи управління необхідний зворотній зв'язок по всім змінним стану, але так як не всі з них вимірюються, то потрібно відновлювати ці стани по інформації, яка містить-

ся у вхідній та вимірюваній змінних. Тому виникає задача синтезу цифрового спостерігача стану, який забезпечує односторонній підхід відновлених значень X_e змінних стану до їх дійсних значень X .

Синтез цифрового спостерігача стану виконано за допомогою спряженої канонічної форми фазової змінної. Результат синтезу - матриця G_e зворотнього зв'язку.

Написано ряд програм, які дають змогу автоматизувати процес синтезу оптимальної системи управління задавачем.

Оптимальна цифрова система управління з зворотнім зв'язком та спостерігачем описується векторно-матричним рівнянням стану

$$\begin{bmatrix} X(k+1) \\ X_e(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Phi & -e(G+G_o) \\ G_e C & \Phi - e(G+G_o) - G_e C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X(k) \\ X_e(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ e \end{bmatrix} U(k). \quad (8)$$

де C - матриця вимірювання.

Порядок рівняння (8) дорівнює відповідно 8, 14 та 12, а час встановлення заданого значення тиску - п'яти, вісьми та семи періодам дискретизації для першого, другого та третього типу задавача.

Для кожного з трьох типів задавачів проведено моделювання оптимальної цифрової системи управління з спостерігачем на ПЕОМ типу IBM PC/AT. Результати моделювання вказують на те, що система управління є оптимальною по динамічній точності, крива перехідного процесу є плавною, без перерегулювання, час встановлення заданого значення тиску співпадає з теоретичним значенням, отриманим раніше. Для другого та третього типу задавача час витримки тиску на ступенях більший, ніж для першого типу задавача.

В четвертому розділі проведено аналіз точності кожного з трьох типів задавачів тиску.

При аналізі точності задавачів використаний структурний метод

дослідження точності вимірювальних пристроїв.

Для кожного задавача складена структурна схема вимірювального ланцюга.

Визначені рівняння основної та додаткових похибок кожної вимірювальної ланки.

Приведена похибка задавача тиску визначається по формулі

$$\zeta = \sum_{i=1}^n \psi_i \zeta_i, \quad (9)$$

де ζ_i - приведена похибка i -ї ланки задавача;

ψ_i - коефіцієнт впливу i -ї ланки задавача;

n - число ланок задавача.

Коефіцієнт впливу i -ї ланки має вигляд

$$\psi_i = \frac{\partial S}{\partial S_i} \frac{S_i}{S}, \quad (10)$$

де S - чутливість задавача;

S_i - чутливість i -ї ланки.

Використовуючи формули (9) та (10), отримані значення основної та додаткових приведених похибок задавача.

Після перетворення приведених похибок в відносні для задавача з зразковим давачем тиску отримуємо

$$\delta_o = \pm [0,15 + 0,1 (|P_k/P| - 1)], \quad (11)$$

$$\delta_d^I = \pm [0,15 + 0,15 (|P_k/P| - 1)], \quad (12)$$

$$\delta_d^{II} = \pm [0,04 + 0,025 (|P_k/P| - 1)], \quad (13)$$

$$\delta_d^E = \pm [0,04 + 0,01 (|P_k/P| - 1)], \quad (14)$$

де δ_o - границі допустимої основної похибки задавача, %;

δ_d^I - границі допустимої додаткової похибки задавача від

зміни температури на 5°C від значення $t=20^{\circ}\text{C}$, %;

$\delta_{\text{Д}}^{\text{У}}$ - границі допустимої додаткової похибки задавача від зміни напруги мережі на 10% від номінального значення, %;

$\delta_{\text{Д}}^{\text{Е}}$ - границі допустимої додаткової похибки задавача від дії підвищеної вологості, %.

Для задавача з системою підкачки та зразковим давачем тиску основна відносна похибка має вигляд

$$\delta_{\text{о}} = \pm [0,25 + 0,15 (|P_{\text{к}}/P| - 1)] \quad (15)$$

А для задавача з системою підкачки та зразковим давачем зазору відповідно маємо

$$\delta_{\text{о}} = \pm [1,0 + 0,4 (|P_{\text{к}}/P| - 1)] \quad (16)$$

Порівняння виразів (11), (15) та (16) вказує на те, що найкращу точність має задавач з зразковим давачем тиску.

Результати порівняння трьох типів електромагнітних задавачів тиску показують, що по більшості параметрів найкращі характеристики має задавач з зразковим давачем тиску. Два інші типи задавачів мають перевагу над давачем з зразковим давачем тиску тільки по одному параметру - часу витримки тиску на ступенях.

П'ятий розділ присвячений експериментальним дослідженням електромагнітного задавача тиску з зразковим давачем тиску.

Для проведення експериментальних досліджень був виготовлений лабораторний макет електромагнітного задавача тиску з зразковим давачем тиску. Макет включає в себе калібратор струму В1-28, вантажнопоршневий манометр МП-60, керований електромагніт, зразковий давач тиску ИПД 89006, цифровий вольтметр В7-34, ПЕОМ "Нейрон И9.66М".

Отриманий теоретичним шляхом вираз для повного тиску задавача має вигляд

$$P_{\text{т}} = 3,2172 \cdot 10^6 - 5,1604 \cdot 10^7 i + 3,2987 \cdot 10^8 z \quad (17)$$

Експериментально визначимо вираз для повного тиску задавача. Для цього проведемо активний двофакторний експеримент.

Після обробки результатів експерименту отримано вираз для повного тиску задавача

$$P_{\Sigma} = 3,121 \cdot 10^6 - 5,270 \cdot 10^7 z + 3,310 \cdot 10^8 z^2 \quad (18)$$

Порівняння виразів (17) та (18) показує, що теоретична та експериментальна модель відрізняються не більше, ніж на 5,6%.

Розроблена методика перевірки та згідно з цією методикою проведена перевірка електромагнітного задавача тиску (програмованої міри тиску).

Процес перевірки включає в себе такі основні етапи:

1. Визначення часу вільного обертання поршня.
2. Визначення основної похибки задання тиску.
3. Перевірка плавності підходу до заданої ступені.
4. Перевірка середнього мінімального часу переходу з ступені на ступень.
5. Перевірка часу витримки тиску на ступенях.

Написана програма перевірки, яка дає змогу частково автоматизувати процес перевірки програмованої міри тиску за допомогою ПЕОМ.

В додатку наведені програми синтезу та моделювання оптимальної цифрової системи управління задавачем, результати моделювання систем управління задавачами на ПЕОМ типу IBM PC/AT та методика перевірки програмованої міри тиску.

В закінченні наведені основні висновки, які можна сформулювати таким чином:

1. Запропонована більш повна в порівнянні з існуючими класифікація задавачів тиску.

2. Використовуючи перетворення Лапласу, а також метод простору станів, отримані математичні моделі трьох типів електромагнітних задавачів тиску у вигляді векторно-матричних рівнянь стану та виходу відповідно четвертого, сьомого та шостого порядків, які є зручними за формою зображення при їх дослідженні на ПЕОМ.

3. Для трьох типів електромагнітних задавачів тиску синтезовані оптимальні по динамічній точності та мінімуму споживаної

енергії цифрові системи управління, які забезпечують односторонній підхід заданих значень тиску до їх встановленого значення при умові вимірювання тільки однієї змінної стану. Час встановлення заданого значення тиску відповідно дорівнює п'яти, вісьми та семи періодам дискретизації. Для другого та третього типу задавача час витримки тиску на ступенях більший, ніж для першого типу задавача.

4. Аналіз точності трьох типів електромагнітних задавачів тиску вказує на те, що найкращу точність має задавач з зразковим давачем тиску (клас точності 0,15/0,1).

5. Порівняння трьох типів електромагнітних задавачів тиску показує на те, що по більшість параметрів найкращі характеристики має задавач з зразковим давачем тиску. Два інші типи задавачів мають перевагу над давачем з зразковим давачем тиску тільки по одному параметру - часу витримки тиску на ступенях.

6. Результати експериментальних досліджень показують, що теоретична та експериментальна модель відрізняються не більше, ніж на 5,6%. Час встановлення заданого значення тиску дорівнює 1,26 с і відрізняється від теоретичного не більше, ніж на 0,8%. Крива перехідного процесу є плавною, без перерегулювання. Значення основної похибки не перевищує границь допустимих значень, отриманих теоретичним шляхом.

Основні результати дисертації викладені в наступних наукових працях:

1. Антипенко В.И., Кирчун А.Н. Повышение статической точности электромагнитного задатчика давления//Вестник Киевского политехнического института. Сер. Приборостроение.- 1991.- Вып. 21.- с.56-59.

2. Кирчун А.Н. Синтез цифровой системы управления задатчиком давления с односторонним регулированием//Вестник Киевского политехнического института. Сер. Приборостроение.- 1992.- Вып. 22.- с.24-29.

3. Кирчун А.Н. Оптимизация параметров непрерывного задатчика давления с электромагнитным источником силы//Тр. Житомир. филиала Киев. политехн. ин-та.- 1993.- Вып. 1.- с.26-31.

4. А.с. 1795433 СССР, МКИ G05 D16/20. Устройство для задания давления/ В.И.Антипенко, И.П.Гринберг, А.Н.Кирчун, И.А.Кузнецов,

В.А.Маслов, Б.Б.Самотокин// Бюл. изобрет.- 1993.- № 6.

5. Кирчун А.Н. Математическая модель непрерывного задатчика давления/ Житомир. филиал Киев. политехн. ин-та.- Житомир, 1992.- 9 с.- Деп. в УкрИНТЭИ 11.03.92, N 356-Ук92.

6. Кирчун А.Н. Синтез цифрового наблюдателя состояния непрерывного задатчика давления с односторонним регулированием/ Житомир. филиал Киев. политехн. ин-та.- Житомир, 1992.- 8 с.- Деп. в УкрИНТЭИ 21.05.92, N 693-Ук92.

7. Кирчун А.Н. Программируемая мера давления//Фундаментальные и прикладные проблемы космонавтики. Тез. докл. республ. научно-тех. конф. 1-4 июня 1990 г.- Киев, 1990.- с.57-58.

8. Кирчун А.Н. Автоматический задатчик давления с цифровым регулятором//Проблемы автоматизации контроля и диагностирования сложных технических систем. Тез. докл. республ. научно-тех. конф. 17-19 сентября 1991 г.- Житомир, 1991.- с.57-58.

9. Кирчун А.Н. Анализ методов и средств построения задатчиков давления//Фундаментальні та прикладні проблеми космічних досліджень. Тез. доп. науково-тех. конф., червень 1993 р.- Житомир, 1993.- с.118-119.

Ау -

456431

Kirchun A.N. Electromagnetic means of pressure measurement. Thesis on competition of candidate's degree of technical sciences. Specialities 05.11.13 - instruments and methods of check of environment, substances, materials and products and 05.11.01 - instruments and methods of measurement of mechanical quantities, Kiev polytechnical institute, Kiev, 1994. Thesis is manuscript which contains decision of synthesis task of electromagnetic calibrator of continuous pressure values and also results of experimental researches. It is synthesized optimum control system by calibrator with one-way adjustment. Optimality criterion is dynamical accuracy. It is established that theoretical model is adequate to real pressure calibrator. It is accomplished the implementation of work results.

Аннотация

Кирчун А.Н. Электромагнитный датчик давления для контроля средств измерения давления. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.11.13 - приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий и 05.11.01 - приборы и методы измерения механических величин, Киевский политехнический институт, Киев, 1994. Диссертацией является рукопись, которая содержит решение задачи синтеза электромагнитного датчика непрерывных значений давления, а также результаты экспериментальных исследований. Синтезирована оптимальная по динамической точности система управления датчиком с односторонним регулированием. Установлено, что теоретическая модель адекватна реальному датчику давления. Осуществлено внедрение результатов работы.

Ключові слова:

задавач тиску, засоби вимірювання тиску, контроль