

ДІАГНОСТИКА СТАНУ ІНФОРМАЦІЙНО - ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ОБРОБЛЯЮЧИХ ЦЕНТРІВ

СЕРГІЙ ЮХИМЧУК

Вінницький державний технічний університет, Україна, 286021 м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95. Тел: (0432) 447222. Факс: (0432) 440731. E-mail; vstu @ sovam.com

Наводиться математичний опис інформаційно - вимірювальних систем (ІВС) обробляючих центрів типу "індикатор контакту" у новому просторі опису стану нелінійних нестационарних систем - просторі приростів параметрів. У новому просторі розв'язана задача діагностики зміни параметрів ІВС на вихідний сигнал систем такого класу, що дозволяє забезпечувати необхідну точність обробки відповідних деталей.

ВСТУП

В теперішній час широке розповсюдження отримали ІВС, які використовують інформацію про статистичні характеристики об'єктів вимірювань. Методи вимірювання таких характеристик дозволяють використовувати велику кількість фізичних величин, що характеризують об'єкт автоматизації, для створення більш точних моделей таких об'єктів і, як наслідок, більш точного керування ними. Одним із прикладів ІВС, які використовують стохастичні сигнали, є системи отримання вимірювальної інформації в обробляючих центрах гнучких автоматизованих виробництв. Ефективна робота таких центрів неможлива без отримання інформації про координати базових поверхонь супутника, заготовок та деталей, про положення ріжучих кромок оброблюючого інструменту. Знання таких координат дозволяє отримати кореляційний зв'язок із розмірами деталі, що обробляється, який дає можливість реалізувати закон управління такою технологічною системою, необхідний для підтримки заданої точності обробки деталей [1]. Зрозуміло, що такі ІВС повинні мати високу стабільність своїх параметрів, особливо елементів, безпосередньо зв'язаних з деталлю, що обробляється. Однак для обробляючих центрів з великим набором інструментів, які автоматично змінюються, характерна зміна матеріалу заготовок, що неминуче призводить до зміни температурних режимів роботи, запиленості, тощо. Такі умови призводять до зміни первинних параметрів ІВС обробляючих центрів, що дає знаки на точності обробки деталей. Дані робота і присвячена оцінці впливу зміни первинних параметрів ІВС обробляючих центрів на їх вихідний сигнал

та застосуванню отриманих результатів для розв'язку задачі діагностики стану таких ІВС.

1. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ІВС ОБРОБЛЯЮЧИХ ЦЕНТРІВ ТИПУ "ІНДИКАТОР КОНТАКТУ"

У склад обробляючих центрів, для контролю фактичних розмірів деталей, що обробляються, найчастіше входить ІВС, яка уявляє собою головку дотику типу "індикатор контакту". Структурна схема такої ІВС наведена на рисунку 1 [2].

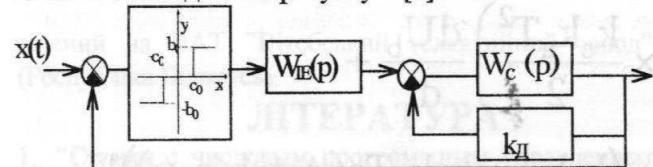


Рис.1. Структурна схема ІВС обробляючих центрів типу "індикатор контакту".

Релейний елемент із зоною нечутливості враховує характер сигналу головки дотику. Імпульсний елемент враховує дискретний характер звернення пристрою числового програмного управління до вимірювальної головки та описується передатньою функцією

$$W_{IE}(p) = k_u \frac{1 - e^{-pT}}{p}. \quad (1)$$

Динамічні властивості пристрою числового програмного управління та приводу обробляючого центру описуються передатньою функцією

$$W_c(p) = \frac{k_c}{p(T_c p + 1)} \quad (2)$$

тому, що привід управляемої координати обробляючого центру має властивості інтегрального регулювання, а системі станків у цілому властива інерційність. Датчик координати являє собою лінійну ланку з передатньою функцією

$$W_D(p) = k_D. \quad (3)$$

Найбільш чутливим елементом ІВС такого класу є релейний елемент, а інші елементи структурної схеми ІВС, яка представлена на рис.1, є менш чутливими до зовнішніх неконтрольованих збурень - темпе-

ратури, вологості, запиленості, тощо, бо вони безпосередньо не зв'язані із деталлю, що обробляється [3].

Якщо припустити, що параметри релейного елементу під впливом неконтрольованих збурень змінюються по законам

$$B(t) = b_0 \pm bt, C(t) = c_0 \pm ct, \quad (4)$$

$$(b \ll b_0, c \ll c_0),$$

які характерні для впливів температури, вологості, запиленості оточуючого середовища на елемент, що розглядається [4].

Якщо використати метод зрівнюючих операторів [5] та результати узагальнення методу описуючих функцій для релейної ланки без гістерезису при зміні її параметрів по законах (4) [6], то динаміка IBC у новому просторі - просторі приросту параметрів, детально описаному у [6], описується рівняннями:

$$T_c \frac{d^2 U_b}{dt^2} + \left(1 + a(A, t, b, c, \omega) \times \right. \\ \left. \times \frac{k_c k_u T^2}{2} \right) \frac{dU_b}{dt} + \\ + (k_c k_D + k_c k_u T a(A, t, b, c, \omega)) U_b = \\ = k_c k_u T \frac{\partial a(A, t, b, c, \omega)}{\partial b} x(t) -$$

де $U_b = \frac{\partial y}{\partial b}$ - функція чутливості вихідного сигналу IBC $y(t)$ до зміни вихідного сигналу $B(t)$ релейної ланки, $a(A, t, b, c, \omega)$ - описуюча функція релейної ланки, вираз для якої виведений у [6]:

$$a(A, t, b, c, \omega) = \frac{4b_0}{\pi A} \sqrt{1 - \frac{(c_0 + ct)^2}{A^2}} + \\ + \frac{4b}{\pi A \omega} \sqrt{1 - \frac{(c_0 + ct)^2}{A^2}} \arcsin \frac{c_0 + ct}{A} + \\ + \frac{4b}{\pi A \omega} - \frac{4b(c_0 + ct)}{\pi A^2 \omega}.$$

Аналогічно (5) можливо записати рівняння відносно $U_c = \frac{\partial y}{\partial c}$ - функції чутливості вихідного сигналу IBC $y(t)$ до зміни зони нечутливості сигналу $C(t)$ релейної ланки:

$$T_c \frac{d^2 U_c}{dt^2} + \left(1 + a(A, t, b, c, \omega) \times \right. \\ \left. \times \frac{k_c k_u T^2}{2} \right) \frac{dU_c}{dt} + \\ + (k_c k_D + k_c k_u T a(A, t, b, c, \omega)) \times \\ \times U_c = k_c k_u T \frac{\partial a(A, t, b, c, \omega)}{\partial c} x(t) - \\ - \frac{k_c k_u T^2}{2} \cdot \frac{\partial a(A, t, b, c, \omega)}{\partial c} \times \\ \times \frac{dx(t)}{dt} - k_c k_u T \frac{\partial a(A, t, b, c, \omega)}{\partial c} \times \\ \times y(t) - \frac{k_c k_u T^2}{2} \times \\ \times \frac{\partial a(A, t, b, c, \omega)}{\partial c} \cdot \frac{dy(t)}{dt}. \quad (6)$$

Значення частинних похідних $\frac{\partial a(A, t, b, c, \omega)}{\partial b}$

та $\frac{\partial a(A, t, b, c, \omega)}{\partial c}$ легко знаходяться, якщо ви-

користати наведене значення $a(A, t, b, c, \omega)$. Рівняння (5) і (6) - нестационарні диференціальні рівняння, які описують динаміку IBC, що розглядаються, у просторі приростів параметрів [6].

2. ДІАГНОСТИКА СТАНУ IBC, ЩО РОЗГЛЯДАЮТЬСЯ

Сумісний розв'язок рівнянь (5), (6) разом з диференційним рівнянням, яке зв'язує безпосередньо вхідний $x(t)$ та вихідний $y(t)$ сигнали IBC, структурна схема якої наведена на рис.1, дозволяє отримати графіки функцій чутливості вихідного сигналу $y(t)$ до змін, відповідно, параметрів $B(t)$ та $C(t)$ релейного елементу. Графіки наведені на рисунках 2, 3 і отримані при чисельних даних, які характеризують обробляючий центр ФП27С [1].

З рисунків 2 і 3 видно, що існують такі параметри релейних елементів, при яких $U_b=0$ та $U_c=0$, тобто приrostи відповідних параметрів у деяких областях не впливають (або мало впливають) на вихідний сигнал IBC, що розглядаються.

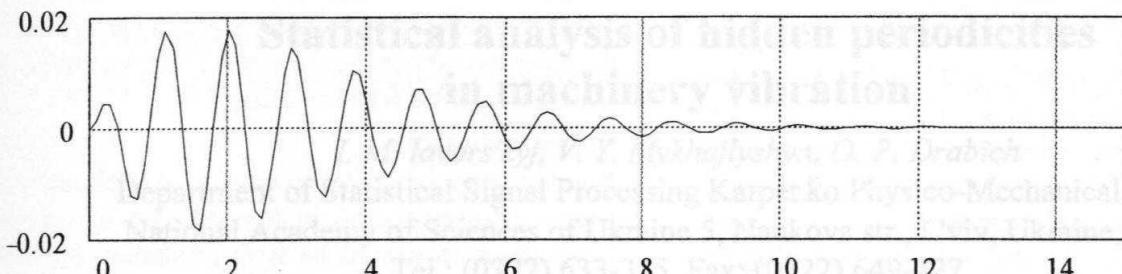


Рис. 2. Графік функції чутливості до зміни параметру b .

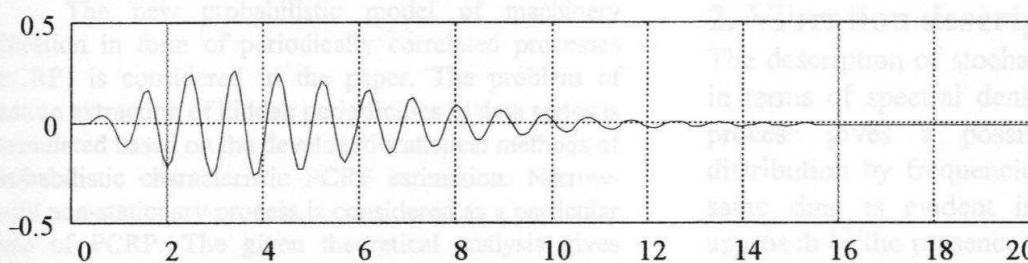


Рис. 3. Графік функції чутливості до зміни параметру c .

Наведені на рис.2 і 3 графіки дозволяють проводити діагностику стану IBC, що розглядаються, шляхом оцінки змін відповідних функцій чутливості у часі. Так, для обробляючого центру ФП27С, для якого отримані графіки на рис.2 і 3, абсолютні значення відповідних функцій чутливості не перевищують 0,5 одиниць, що дозволяє зробити висновок, про те, що зміни первинних параметрів релейного елемента слабо впливають на вихідний сигнал таких центрів. Тобто, немає необхідності при умовах, які розглядаються, здійснювати корекцію вимірювальної інформації, яка надходить з IBC типу "індикатор контакту" на виконавчі елементи обробляючих центрів. Наведені в [1] рекомендації говорять про необхідність здійснення такої корекції, коли значення відповідних функцій чутливості перевищують одиницю.

Крім того, отримані графіки дозволяють здійснювати такий вибір первинних параметрів релейної ланки IBC, які забезпечать інваріантність систем, що розглядаються, до зміни таких параметрів.

ВИСНОВКИ

В роботі на підставі розробленої математичної моделі IBC обробляючих центрів типу "індикатор контакту" у просторі приростів параметрів отримані графіки зміни функцій чутливості вихідного сигналу таких IBC до зміни найбільш чутливих первинних параметрів елементів структурної схеми IBC. Отримані графіки дозволили розв'язати задачу діагностики стану таких IBC.

Окремо підкреслено, що отримані результати дозволили розробити комплект діагностичної апаратури для забезпечення контролю стабільності характеристик IBC, що розглядаються [7], який впроваджується на ВАТ "Вітебський телевізійний завод" (Республіка Білорусь).

ЛІТЕРАТУРА

1. "Станки с числовым программным управлением (специализированным)"/ Под ред. В.А.Лещенко. - М.: Машиностроение, 1988. - 568 с.
2. Федоров А.В., Компанец А.Н. "Применение измерительных головок на обрабатывающих центрах" //Измерительная техника. - 1990. - № 9. - С.24 - 26.
3. Мокин Б.И., Юхимчук С.В. "Исследование влияния изменения параметров релейного звена на выходной сигнал в информационно-измерительных системах" // Электронная техника. Сер.10. Микроэлектронные устройства. - 1993. - Вып.3, 4 (97, 98). - С.31 - 33.
4. Шароватов В.Т. "Обеспечение стабильности показателей качества автоматических систем". - Л.: Энергоатомиздат, 1987. - 176 с.
5. "Динамика нестационарных линейных систем" / Михайлов А.Ф., Теряев Е.Д., Буленков В.П. и др. - М.: Наука, 1967. - 368 с.
6. Юхимчук С.В. "Математические модели оценки устойчивости нелинейных нестационарных систем". - Винница: Универсум - Винница, 1997. - 141 с.
7. Юхимчук С.В. "Метод и аппаратура контроля стабильности динамических характеристик обрабатывающих центров". - Труды 1-ой научно-практич. конф. "Современная контрольно-испытательная техника промышленных изделий и их сертификация". - Київ. - 1997. - Том 2. - С. 158 - 161.

