

ВРАХУВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ПРЕЦИЗІЙНОЇ ОБРОБКИ

Розглядається задача розроблення математичної моделі руху технологічних систем прецизійної обробки.

Ключові слова: технологічні системи, прецизійна обробка, динаміка, вібраційні системи.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Постановка задач динаміки технологічних систем прецизійної обробки з врахуванням вібрації може бути досить різноманітною. У самій загальній постановці вказані задачі зводяться до дослідження руху самої машини й системи привод - машина. Насамперед необхідно визначити яким саме способом буде виконано урахування закономірностей взаємного впливу основних параметрів руху системи.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій і виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Питання про облік розсіювання енергії в пружних елементах при дослідженні коливань пружної системи досить складне, тому що внутрішнє тертя залежить від ряду чинників, вплив яких досить складний і практично не підлягає прямому обліку [1,2]. Серед множини гіпотез, які описують дисипативні сили, останнім часом найбільше поширення одержала гіпотеза Кельвіна - Фойгта, відповідно до якої, дисипативні сили пропорційні швидкості деформації пружних в'язей. При цьому нормальна напруга визначається за допомогою залежності:

$$\sigma = E\varepsilon + \mu\dot{\varepsilon}, \quad (1)$$

де E – модуль пружності,
 ε – відносна деформація,
 μ – коефіцієнт внутрішніх опорів.

При порівняній простоті ця гіпотеза з достатньою точністю характеризує дисипативні сили, що виникають під час деформації пружних в'язей і забезпечує достатню збіжність з експериментальними даними [3]. Тому доцільно використовувати вказану гіпотезу для опису сил, що виникають у пружних в'язях між рухомими та нерухомими частинами технологічних систем прецизійної обробки. За допомогою згаданої гіпотези можливо також враховувати дисипативні сили, що виникають у вузлах тертя вказаних систем.

В якості приводного двигуна технологічних систем прецизійної обробки часто використовується трифазний асинхронний електродвигун. Оскільки всяке реальне джерело енергії має обмежену потужність, виникає необхідність в урахуванні процесів взаємодії приводу з машиною.

Постановка завдання. Метою статті є облік розсіювання енергії в пружних елементах при дослідженні коливань пружної системи.

У наведеному випадку об'єктом дослідження є основні параметри руху технологічних систем прецизійної обробки. З попереднього аналізу літературних джерел встановлено, що для вирішення задач, пов'язаних з математичним моделюванням руху технологічних систем прецизійної обробки можна

використовувати гіпотезу Кельвіна - Фойгта, відповідно до якої, дисипативні сили пропорційні швидкості деформації пружних в'язей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Важливість і складність даного завдання визначили велике число присвячених йому досліджень. Так, В.Л. Вейнц і В.Л. Доброславский [4] указують на те, що динамічні процеси в механічній частині коливальної системи і динамічні явища в електродвигуні знаходяться в безпосередньому зв'язку. Авторами запропонована узагальнена динамічна характеристика, яка виражає залежність обертаючого моменту двигуна від ковзання ротора і, таким чином, враховується вплив електромагнітної інерції двигуна:

$$S = \nu \left(M_{\phi} + T_{\phi} \frac{dM_{\phi}}{dt} \right), \quad (2)$$

де S – ковзання ротора,

ν – коефіцієнт крутизни статичної характеристики,

M_{ϕ} – обертаючий момент двигуна,

T_{ϕ} – електромагнітна постійна часу.

Урахування при моделюванні машини динамічної характеристики електродвигуна дозволяє розглянути явища, які відбуваються при періодичних змінах зовнішнього навантаження, серед яких явище електромеханічного резонансу.

Однак у дослідженнях Є.Я. Казовського [5] показано, що за умови, коли величина електромеханічної постійної часу $T_m = \nu \omega_0 I$ більш ніж у три рази перевищує значення електромагнітної постійної часу T_{ϕ} , тоді вплив електромагнітних процесів на динаміку механічної системи можна не враховувати. Таким чином, виникає можливість використовувати при розрахунку не динамічну, а статичну характеристику двигуна.

Дослідження В.М. Потураєва й А.Г. Червоненка [6] показують, що при використанні у вібраційних системах асинхронних електродвигунів, електромагнітна постійна часу мізерно мала в порівнянні з електромеханічною постійною часу.

В.О. Кононенко [7] пропонує підхід, заснований на використанні статичних характеристик джерел енергії при проведенні динамічних розрахунків.

У такому випадку будемо використовувати статичну характеристику асинхронного двигуна (рисунок 1). На ділянці 1 апроксимуємо її квадратною параболою:

$$M_{\phi} = M_n (1 + 0,757 \phi^2), \quad (3)$$

а на ділянці 2 – прямою лінією

$$M_{\phi} = 2,66 M_n (1 - \phi). \quad (4)$$

Величина максимального або критичного електромагнітного моменту прийнята

$$M_k = 1,22 M_n, \quad (5)$$

де $M_n = 2M_n$ - значення пускового моменту електродвигуна, що дорівнює подвоєному значенню номінального моменту M_n .

Для правильного вирішення задач, пов'язаних із визначенням потужності приводних двигунів, важливе значення має облік дійсних законів обертання валів. Тому до вказаного питання зверталася досить велика кількість дослідників.

Так К.М. Рагульскіс [8] пропонує використовувати як критерій нерівномірності обертання середньоквадратичний коефіцієнт нерівномірності ходу:

$$\Delta = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^{2\pi/\omega} \left[1 - \left(\frac{d\phi}{dt} \right) : \left(\frac{d\phi}{dt} \right)_{cp} \right]^2 dt. \quad (6)$$

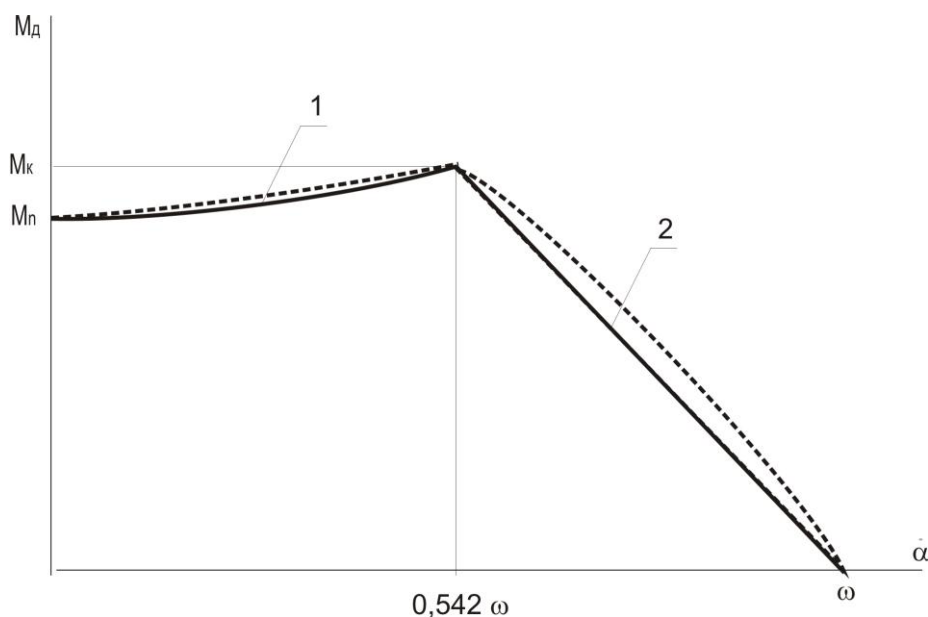


Рисунок 1 - Статична характеристика приводного двигуна.

1 – пускова гілка; 2 – робоча гілка;

— розрахункова характеристика; - - - - фактична характеристика

Даним параметром визначається плавність стаціонарного режиму обертання.

Я.Г.Пановко та І.І.Губанова [9] вказують, що закон руху ротора приводного двигуна має такий вигляд:

$$\varphi = \omega \cdot t + d(t), \quad (7)$$

де $d(t)$ – періодична функція часу.

Висновки

1. Рівномірне обертання ротора з кутовою швидкістю ω накладаються періодичні коливання, але величина цих коливань невелика, що підтверджується у роботах [10] на підставі експериментальних досліджень Б.Т. Пономаренка й М.О. Карпова.

2. При обліку сил тертя в шарнірах технологічних систем прецизійної обробки для одержання загальних закономірностей руху буде доцільно обмежитися кулоновою апроксимацією сил тертя, тобто враховувати тільки сухе тертя. Це є цілком виправданим, тому, що основний інтерес при аналізі руху системи представляють усереднені параметри її переміщення.

3. Важливим питанням при виборі розрахункової схеми системи є також забезпечення можливості моделювання пуску й зупину машини, виходу в режим і роботи в сталому режимі.

Література

1. Пановко, Я.Г. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем. - М.: Машиностроение, 1967, 316 с.
2. Сорокин, Е.С.. К теории внутреннего трения при колебаниях упругих систем. - М.: Госстройиздат, 1960. - с. 6 - 46
3. Гусев, Б.В., Деминов А.Д. и др. Ударно-вибрационная технология уплотнения бетонных смесей. - М.: Стройиздат., 1982.- 152 с.
4. Вейц, В.Л., Доброславский В.Л. Некоторые вопросы динамики машин с электроприводом. - В кн.: Труды ИМАШ АН СССР. М., 1962, вып. 91, с. 54 - 66.

5. Казовский, Е.Я. *Переходные процессы в электрических машинах переменного тока.* - М.; Л: изд. АН СССР, 1962. - 624 с.
6. Потураев, В.Н., Червоненко А.Г. *Динамика вертикальных виброконвейеров с учетом влиянием массы транспортируемого материала и свойств источника энергии.* - *Механика машин*, М: Наука, 1971, вып. 29-30, с. 25-36.
7. Кононенко, В.О. *Колебательные системы с ограниченным возбуждением.* - М.: Наука, 1964. - 256 с.
8. Рагульскис, К.М. *Механизмы на вибрирующем основании.* - Каунас: Изд. АН ЛитССР, 1963. - 235 с.
9. Пановко, Я.Г., Губанова И.И. *Устойчивость и колебания упругих систем.* - М.: Наука, 1979. - 384 с.
10. Карпов, Н.А. *устойчивость форм стационарных движений вибрирующих органов путевых и строительных машин.* - М.: Транспорт, 1970. - 168 с.

Надійшла до редакції 27.10.2011

© С.М. Гнітько

С.М. Гнітько, к.т.н., доц.

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

УЧЕТ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРЕЦИЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Рассматривается задача разработки математической модели движения технологических систем прецизионной обработки.

Ключевые слова: *технологические системы, прецизионная обработка, динамика, вибрационные системы.*

S.M.Gnitko, Ph. D.

Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk

THE ACCOUNT OF LAWS OF MUTUAL INFLUENCE OF KEY PARAMETERS OF MOVEMENT OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF PRECISION PROCESSING

The problem of the development of specially designed thermoplastic drills in order to study the influence of factors on the formation process of drilling an axial force.

Key words: *tehnology systems, precizion efforts, dinamic, vibration systems.*