Предлагается алгоритм реализации условий теоремы 1.

УДК 519.876

Математическое моделирование сложных нелинейных динамических систем

Микулик Н.А.
Белорусский национальный технический университет

Рассматривается нелинейная трехзвенная система с одним реактивным звеном (I_P – реактивная масса, c_p – реактивное соединение).

Форма названных нелинейностей может быть представлена в виде многочлена третьей степени: $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$.

Параметры физической системы I_i, c_i определяются опытным или расчетным путем.

Упругие моменты чаще всего зависят от углов поворота крутильных масс, то есть являются функциями разности углов поворота крутильных элементов, то есть $F(\varphi_1 - \varphi_2 - \varphi_p, \ldots, \varphi_p - \varphi_2)$.

Нелинейности c_{12} и c_p соответственно полагаем
$F(\varphi_1 - \varphi_2) = c_1(\varphi_1 - \varphi_2) \pm \varepsilon f(x_1 - \varphi_2), \Phi(\varphi_p) = c_p\varphi_p + \varepsilon f(\varphi_p)$.

Демпфирующая сила для звеньев (1, 2) и (2,3) имеет вид
$\alpha_1(\dot\varphi_1 - \dot\varphi_2); \beta_1(\dot\varphi_2 - \dot\varphi_3 - \dot\varphi_p), \alpha_1, \beta_1$ – коэффициенты трения.

Тогда дифференциальные уравнения вынужденных крутильных колебаний рассматриваемой динамической системы примут вид:

$$\begin{cases} I_1\ddot\varphi_1 + c_{12}(\dot\varphi_1 - \dot\varphi_2) = -\varepsilon f(\varphi_1 - \varphi_2) - \alpha_1(\dot\varphi_1 - \dot\varphi_2) \\ I_2\ddot\varphi_2 - c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) + c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) = \\ = \varepsilon f(\varphi_1 - \varphi_2) + \alpha(\dot\varphi_1 - \dot\varphi_2) - \beta_1(\dot\varphi_2 - \dot\varphi_3 - \dot\varphi_p) \\ I_3\ddot\varphi_3 - c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) = \beta_1(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) \\ I_p\ddot\varphi_p - c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) + c_p\varphi_p = \beta_1(\dot\varphi_2 - \dot\varphi_3 - \dot\varphi_p) - \varepsilon f(\varphi_p) \end{cases} \qquad (1)$$

Уравнения собственных колебаний получаются из (1) при $\alpha_1 = 0, \omega = 0, \varepsilon = 0, \beta_1 = 0$.

После элементарных преобразований уравнение собственных частот принимает вид алгебраического уравнения третьей степени относительно квадратов собственных частот.

Для решения системы (1) можно использовать пакеты MathCAD, Mathematica, Mathlab и другие, а также асимптотический метод.