

О математическом моделировании колебательных процессов сложных нелинейных динамических систем

Микулик Н.А.

Белорусский национальный технический университет

Под математической моделью динамической системы понимают совокупность объектов и отношений между ними, отображающих физические свойства рассматриваемой системы. Под нелинейными динамическими системами понимаются такие системы, у которых есть хотя бы один нелинейный элемент. Нелинейные элементы в системе могут быть среди звеньев и соединений. В динамических системах транспортных средств «нелинейности» могут быть в силовой передаче среди зубчатых соединений, в муфте сцепления, в соединениях реактивных звеньев, к которым относятся корпус двигателя с его креплением к раме, ведущий мост с подвеской, подрессоренная масса с рессорами и др.

Названные нелинейности оказывают влияние на колебательные процессы как в основных, так и реактивных звеньях динамической системы, а следовательно, и на нагрузочные режимы в силовой передаче и надежность машин.

Составной частью математической модели является система дифференциальных уравнений, описывающих колебательные процессы, происходящие в реальной динамической системе.

Дифференциальные уравнения указанных колебательных процессов составляются на основании уравнений Лагранжа второго рода и пятимассовой системы с двумя нелинейностями:

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 \ddot{\varphi}_1 + c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) = -\varepsilon f(\varphi_1 - \varphi_2) - \alpha_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + M \sin \omega t ; \\ I_2 \ddot{\varphi}_2 - c_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) + c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) = \varepsilon f(\varphi_1 - \varphi_2) + \\ + \alpha_1(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) - \beta_1(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_p) ; \\ I_3 \ddot{\varphi}_3 - c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) = \beta_1(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_p) ; \\ I_p \ddot{\varphi}_p - c_{23}(\varphi_2 - \varphi_3 - \varphi_p) + c_p \varphi_p = \beta_1(\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_p) - \varepsilon f(\varphi_p) . \end{array} \right.$$

Для решения системы (1) можно использовать пакеты MathCAD, Mathematica, Matlab и другие.