

Воронович Г.К., Рейзина Г.Н., Коробко Е.В.

Белорусский национальный технический университет, ИТМО НАН Беларуси

В данной работе была поставлена задача: проследить динамику колебательной системы (КС) с внешним гармоническим воздействием вынуждающей силы в зависимости от подаваемого напряжения внешнего электрического поля, как главного фактора формирования силы демпфирования. В такой постановке задача решается впервые.

Простейшая механическая модель реальных амортизирующих устройств представляет собой тело массы m – объекта виброзащиты, опирающееся на пружину жесткости c с вибрирующим по гармоническому закону $X_1 = A_1 \sin(\omega t)$ основанием. Параллельно пружине установлен демпфер вязкого типа, реологические характеристики которого зависят от напряженности E электрического поля. При моделировании вводится понятие $X_{\text{крит}}$ – допустимое относительное смещение виброизолируемого тела, при котором поле, как фактор усиления виброзащитных свойств КС, не включается. $X_{\text{пред}}$ – реально возможное для данной КС физическое относительное смещение виброизолируемого объекта, обусловленное его конструкционными особенностями.

Исследования, проведенные ранее, показали, что вязкая составляющая электрореологической суспензии (ЭРС) имеет квадратичную зависимость, а упругая составляющая – линейную зависимость от E ; и именно максимальное проявление вязких свойств ЭРС дает максимальный демпфирующий эффект в КС. Таким образом, постановка задачи имеет вид

$$m\ddot{X} + F_c(X, \dot{X}) + cX = mA_1\omega^2 \sin(\omega t), \text{ где}$$

$$F_c = b(E)\dot{X} + a(E)X, \quad a(E) = a_1E + b_1, \quad b(E) = a_2E^2 + b_2E + c_2, \quad X(0) = \dot{X}(0) = 0$$

$F_c(X, \dot{X})$ – сила гидродинамического сопротивления, определяемая вязкой и упругой составляющими ЭРС. Конкретизация коэффициентов a_1, b_1, a_2, b_2, c_2 зависит от реологических особенностей ЭРС. В частности, имея экспериментальные данные по зависимости вязкой и упругой составляющих ЭРС от E , коэффициенты можно определить с помощью метода наименьших квадратов.

Как один из возможных вариантов зависимость $E(X)$ задана в виде

$$E(X) = 0, \quad |X| < X_{\text{крит}}; \quad \frac{e_2}{2} \left(\frac{|X|^2 - 1}{|X|^2 + 1} + 1 \right), \quad X_{\text{крит}} \leq |X| \leq X_{\text{пред}}.$$