

Учет влияния нелинейновязкоупругих свойств ЭРС в виброзащитной системе

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

Белорусский национальный технический университет, ИТМО НАН Беларуси

При создании виброзащитных систем в качестве демпфера используются электрореологические суспензии (ЭРС). Они обладают ярко выраженными упругими, вязкими, релаксационными свойствами, которые могут существенно измениться при воздействии на них наложенного электрического поля как при стационарном воздействии, так и при изменяющейся величине напряженности электрического поля в режиме отслеживания динамических характеристик виброзащитного устройства. Указанные преимущества ЭРС и их использование заметно улучшают динамические характеристики колебательной системы (КС). Для математического моделирования КС необходимо указать реологическое уравнение состояния (РУС) ЭРС. Хорошей аппроксимацией экспериментальных данных по вязкости дисперсных систем, обладающих релаксационным эффектом, является следующая формула

$$\eta = \frac{\eta_0}{[1 + \lambda_0^2 \gamma^2]^p}, \quad p < 0,5.$$

λ_0 описывает характерное время релаксации МРС, η_0 – ее эффективную вязкость. Анализ поведения упругой и вязкой составляющих ЭРС в зависимости от напряженности электрического поля показывает, что вязкая составляющая может возрасти в 1,7 раза, достигнув максимального значения при $E = 0,3$ мВ/мм; а упругая составляющая – в 2,5 раза при $0 \leq E \leq 0,7$. Кроме того, ранее проведенные численные исследования показали, что наибольший эффект демпфирования достигается в КС при использовании ЭРС, когда максимально проявляются ее вязкие свойства. Усиление упругих свойств жидкости ведет к уменьшению ее характерного времени релаксации. Это позволило предложить следующую зависимость вязкости и характерного времени релаксации в режиме отслеживания динамики колебательной системы

$$\text{ЭРС: } \eta_0 = \eta_0 (1 + 2,3E); \quad \lambda = \lambda_0 \left(1 - \frac{6}{7}E\right), \quad \text{где } E = \begin{cases} 0, & |X| \leq X_{\text{крит}}, \\ 0,3 & X_{\text{крит}} < |X| < X_{\text{пред}}. \end{cases}$$

Здесь $X_{\text{крит}}$ – параметр смещения системы, при котором необходимо оперативное демпфирующее воздействие. $X_{\text{пред}}$ задается, исходя из характеристик КС.