

МЕТОД МНОГИХ МАСШТАБОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ГАСИТЕЛЯ

Введение

Для уменьшения вызванных внешними воздействиями колебаний конструкций используется и активное, и пассивное гашение. Активное гашение может быть чрезвычайно эффективным; однако, оно имеет несколько недостатков. Вдобавок к требованиям больших сил для управления и детальной информации о состоянии конструкции, активное управление может быть также неустойчивым. Пассивное управление не имеет этих недостатков, но оно неэффективно.

В связи с вышесказанным видится перспективным использование полуактивного метода гашения колебаний, который объединяет преимущества активного и пассивного управления. Данный метод предполагает использование полуактивного гасителя колебаний, имеющего малую массу по сравнению с основной конструкцией и позволяющего поглощать энергию колебаний за счет выбора относительного смещения и динамического изменения значения параметра либо нескольких параметров демпфирования. Подобные устройства требуют ограниченную управляющую силу.

Здесь приводится приближенное решение, полученное с помощью метода многих масштабов, для уравнений, описывающих поведение конструкции с одной степенью свободы с присоединенным гасителем колебаний [1].

Постановка задачи и построение приближенного решения

Рассмотрим конструкцию с одной степенью свободы с присоединенным динамическим гасителем колебаний (см. рисунок на стр. 60):

Пусть $x(t)$ – расстояние между конструкцией и некоторой зафиксированной основой, $y(t)$ – расстояние между гасителем колебаний и конструкцией, ζ – коэффициент демпфирования гасителя. Обозначим через m_s массу конструкции, через m_v массу гасителя колебаний, и пусть $\mu = m_v / m_s$. Система уравнений, описывающих колебания гасителя и конструкции, будет иметь вид [1]:

$$\begin{cases} \ddot{x}(t) + \omega_s^2 \cdot x(t) = \mu \cdot [2\zeta \cdot \omega_v \cdot \dot{y}(t) + \omega_v^2 \cdot y(t)], \\ \ddot{y}(t) + 2\zeta \cdot \omega_v \cdot \dot{y}(t) + \omega_v^2 y(t) = -\ddot{x}(t); \end{cases} \quad (1)$$

где ω_s – собственная частота колебаний конструкции, ω_v – собственная частота колебаний гасителя. В момент времени $t = 0$ система имеет начальное положение и скорость

$$x(0) = x_0, \quad y(0) = y_0, \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_0 \quad \text{и} \quad \dot{y}(0) = \dot{y}_0. \quad (2)$$

Также предполагается, что гаситель колебаний настроен так, чтобы $\omega_s \approx \omega_v \approx \omega_a \equiv (\omega_s + \omega_v) / 2$, а ζ и μ рассматриваются как малые параметры. Так как ζ и μ малые параметры, то их произведение имеет более высокий порядок малости, и, следовательно, этим произведением можно пренебречь. Пусть

$y = (\sqrt{\mu})^{-1} \cdot \tilde{y}$ и $\zeta = p\sqrt{\mu}$, где $p = O(1)$, тогда система (1) примет вид:

$$\begin{cases} \ddot{x} + \omega_a^2 \cdot x = \omega_a^2 \cdot \sqrt{\mu} \cdot \tilde{y}, \\ \ddot{\tilde{y}} + 2p \cdot \sqrt{\mu} \cdot \omega_a \cdot \dot{\tilde{y}} + \omega_a^2 \cdot \tilde{y} = -\sqrt{\mu} \cdot \ddot{x}; \end{cases} \quad (3)$$

Будем искать приближенное решение данной системы уравнений методом многих масштабов [2]. Для этого, представим решение в виде:

$$x(t, \mu) = x_0(T_0, T_1, T_2; \mu) + \sqrt{\mu} \cdot x_1(T_0, T_1, T_2; \mu) + \mu \cdot x_2(T_0, T_1, T_2; \mu) + O(\mu\sqrt{\mu} \cdot t); \quad (4)$$

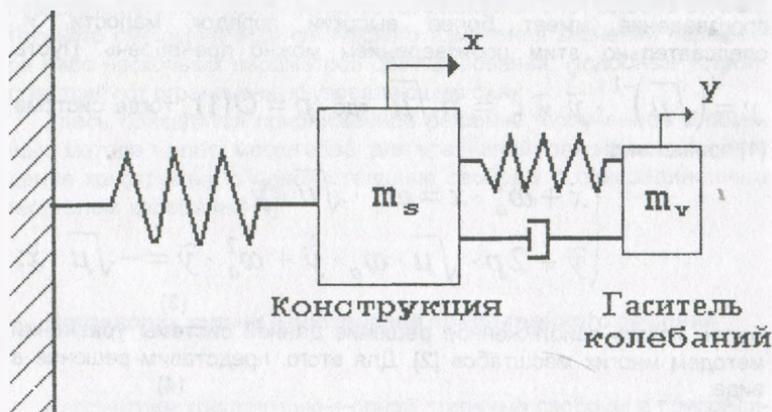
$$\begin{aligned} \tilde{y}(t, \mu) = & y_0(T_0, T_1, T_2; \mu) + \sqrt{\mu} \cdot y_1(T_0, T_1, T_2; \mu) + \\ & + \mu \cdot y_2(T_0, T_1, T_2; \mu) + O(\mu\sqrt{\mu} \cdot t); \end{aligned} \quad (5)$$

где $T_m = (\sqrt{\mu})^m \cdot t$, $m = 0, 1, 2$.

Подставив выражения (4), (5) в систему (3), и решая её согласно методу многих масштабов, получим следующее решение:

при $\zeta^2 < \mu$

$$\begin{aligned} x(t) = & (-c_1 \sin(A_1 \omega_a t) + c_2 \cos(A_1 \omega_a t)) e^{\frac{\sqrt{\mu - \zeta^2 - 2}}{4} \zeta \omega_a t} + \\ & + (c_3 \sin(A_2 \omega_a t) - c_4 \cos(A_2 \omega_a t)) e^{\frac{\sqrt{\mu - \zeta^2 + 2}}{4} \zeta \cdot \omega_a t}; \end{aligned}$$



$$y(t) =$$

$$= \left(\frac{c_2 \zeta - c_1 \sqrt{\mu - \zeta^2}}{\sqrt{\mu}} \sin(A_1 \omega_a t) + \frac{c_1 \zeta + c_2 \sqrt{\mu - \zeta^2}}{\sqrt{\mu}} \cos(A_1 \omega_a t) \right) e^{\frac{\sqrt{\mu - \zeta^2} - 2\zeta \omega_a t}{4}} +$$

$$- \left(\frac{c_4 \zeta + c_3 \sqrt{\mu - \zeta^2}}{\sqrt{\mu}} \sin(A_2 \omega_a t) - \frac{-c_3 \zeta + c_4 \sqrt{\mu - \zeta^2}}{\sqrt{\mu}} \cos(A_2 \omega_a t) \right) e^{\frac{\sqrt{\mu - \zeta^2} + 2\zeta \omega_a t}{4}};$$

$$\text{где } A_1 = \frac{\mu - 2 \cdot \zeta^2 - 4\sqrt{\mu - \zeta^2} + 8}{8}, A_2 = \frac{\mu - 2 \cdot \zeta^2 + 4\sqrt{\mu - \zeta^2} + 8}{8};$$

$$\text{при } \zeta^2 = \mu$$

$$x(t) = \sqrt{\mu} \cdot t \left(c_1 \cdot \cos\left(\left(\frac{1}{8}\omega_a \mu + \omega_a\right)t\right) + c_2 \cdot \sin\left(\left(\frac{1}{8}\omega_a \mu + \omega_a\right)t\right) \right) e^{\frac{1}{2}\omega_a \sqrt{\mu}} +$$

$$+ (c_3 \cos(\omega_a t) + c_4 \sin(\omega_a t)) e^{\frac{1}{2}\omega_a \sqrt{\mu}}$$

$$y(t) = \left(c_1 \left(-\frac{2}{\omega_a} + \sqrt{\mu} \cdot t \right) \sin\left(\left(\frac{1}{8}\omega_a \mu + \omega_a\right)t\right) + c_2 \left(\frac{2}{\omega_a} - \sqrt{\mu} \cdot t \right) \times \right.$$

$$\left. \times \cos\left(\left(\frac{1}{8}\omega_a \mu + \omega_a\right)t\right) \right) e^{\frac{1}{2}\omega_a \sqrt{\mu}} + (c_3 \sin(\omega_a t) - c_4 \cos(\omega_a t)) e^{\frac{1}{2}\omega_a \sqrt{\mu}}$$

при $\zeta^2 > \mu$

$$x(t) = (c_1 \cos(A_3 \omega_a t) + c_2 \sin(A_3 \omega_a t)) e^{\frac{-\zeta + \sqrt{\zeta^2 - \mu}}{2} \omega_a t} + \\ + (c_3 \cos(A_4 \omega_a t) + c_4 \sin(A_4 \omega_a t)) e^{\frac{-\zeta - \sqrt{\zeta^2 - \mu}}{2} \omega_a t};$$

$y(t) =$

$$= \left(c_1 \left(\frac{\zeta - \sqrt{\zeta^2 - \mu}}{\sqrt{\mu}} \right) \sin(A_3 \omega_a t) + c_2 \left(\frac{-\zeta + \sqrt{\zeta^2 - \mu}}{\sqrt{\mu}} \right) \cos(A_3 \omega_a t) \right) e^{\frac{-\zeta + \sqrt{\zeta^2 - \mu}}{2} \omega_a t} + \\ + \left(c_3 \left(\frac{\zeta + \sqrt{\zeta^2 - \mu}}{\sqrt{\mu}} \right) \sin(A_4 \omega_a t) + c_4 \left(\frac{-\zeta - \sqrt{\zeta^2 - \mu}}{\sqrt{\mu}} \right) \cos(A_4 \omega_a t) \right) e^{\frac{-\zeta - \sqrt{\zeta^2 - \mu}}{2} \omega_a t};$$

где $A_3 = \frac{1}{8}(\mu - 2\zeta^2 + 2\zeta\sqrt{\zeta^2 - \mu} + 8)$, $A_4 = \frac{1}{8}(\mu - 2\zeta^2 - 2\zeta\sqrt{\zeta^2 - \mu} + 8)$.

Константы c_1, c_2, c_3, c_4 находятся из начальных условий задачи.

Литература:

1. Semi-active dynamic vibration absorbers for controlling transient response / M. Abe and T. Igusa // Journal of Sound and Vibration – 1996, №190. – p.547-569
 2. Найфэ А. Х. Методы возмущений. – М.: Мир, 1976. – 446 с.
-

*Каратерзи В.И.,
аспирантка кафедры
психологии и коррекционной работы
УО «ВГУ им. П.Машерова», г.Витебск.*

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ ДЕПРИВАЦИОННЫХ НАРУШЕНИЙ У ДЕТЕЙ, ВОСПИТЫВАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ УЧРЕЖДЕНИЙ ЗАКРЫТОГО ТИПА

В психологической науке исследование проблемы депривации осуществляется в рамках изучения влияния условий общественного воспитания в учреждениях закрытого типа на развитие ребенка. В своих лонгитюдных исследованиях И.В. Дубровина, Н.И. Лисина, А.М. Прихожан, Н.Н. Толстых, Л.Н. Галигузова и другие доказали, что данные условия неадекватны потребностям ребенка, тормозят психическое развитие, способствуют расстройству привязанности, возникновению депривационной симптоматики [3].

Во многих исследованиях обнаружен факт становления особого типа личности у детей, воспитывающихся в условиях учреждений закрытого типа [3, 5]. А.Н. Прихожан и Н.Н. Толстых описывают формирование личности с недоразвитием внутренних механизмов активного, инициативного и свободного поведения и указывают на преобладание зависимого, реактивного поведения у детей из сиротских учреждений [3].

Депривационная симптоматика у воспитанников закрытых учреждений включает в себя различные виды психических отклонений от легких особенностей психического реагирования до грубых нарушений развития интеллекта и характера. Глубина и тяжесть депривационных нарушений индивидуально различаются в зависимости от срока наступления депривационного воздействия, его длительности и интенсивности, а также от качества депривационного воздействия.