

УПРАВЛЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Прасоленко Е.В., Марчук Н.И., Палагушкин В.И.

Сибирский федеральный Университет

Инженерно-строительный институт

Проектирование и строительство зданий и сооружений, особенно высотных, ставят перед инженерами такие задачи, как обеспечение сохранности зданий и конструкций при переменных нагрузках, особенно сейсмических, гарантирование их долговечности, возможности контроля прочности, жесткости и основных динамических характеристик конструкций зданий.

Использование систем пассивного и активного управления можно рассматривать как одно из решений вышеуказанных проблем.

Активные системы управления состоят из объекта управления (здания или сооружения) и управляющего модуля, связанного с компьютером и включающего в себя различные механизмы воздействия, например, в виде настраиваемых массовых, гидравлических, вязкозных демпферов, амортизаторов, импульсных толкателей и др.

Уравнение движения динамической системы с n степенями свободы в матричной форме примем в виде:

$$M \cdot \ddot{y}(t) + C \cdot \dot{y}(t) + K \cdot y(t) = -m \cdot \ddot{y}_0(t) + H \cdot u(t), \quad (1)$$

где M, C, K - соответственно, диагональная матрица масс, демпфирования и жесткости размером $(n \times n)$; $y(t)$ - n -мерный вектор перемещения масс системы относительно основания; H - n -мерный вектор, указывающий точки приложения управляющих воздействий; m - n -мерный вектор масс сооружения, включая массу демпфера; $\ddot{y}_0(t)$ - вектор ускорений основания здания; $u(t)$ - n -мерный вектор управляющих воздействий.

Принимая для здания или сооружения схему управления с замкнутым контуром по линейному закону, управляющее воздействие может быть представлено уравнением вида:

$$u(t) = G \cdot x(t), \quad (2)$$

где G - матрица неизвестных коэффициентов обратной связи размером $n \times 2n$, которые можно определить из условия обеспечения минимума оценки качества системы, представленной функционалом

$$J = \int_0^{t_f} [(x^T \cdot Q \cdot x) + u^T \cdot r \cdot u] \cdot dt, \quad (3)$$

Здесь $x = [y, \dot{y}]^T$ - вектор состояния системы; Q - матрица весовых коэффициентов размером $(2n \times 2n)$, используется для оценки эффекта влияния динамической реакции конструкции на меру качества управления;

r - весовой скалярный множитель управляющего воздействия;

Используя расчетный комплекс ANSYS и систему MATLAB, выполнен расчет и анализ динамической реакции трехэтажного здания при сейсмических воздействиях и осуществлено компьютерное моделирование и исследование алгоритма управления колебаниями здания в виде линейно-квадратичного регулятора.