

А. И. Сапожников

К. Д. Яксубаев

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ
НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ В
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ФУНКЦИЯХ**

Астрахань 2015

деформацию перекрытий в их плоскости, пластическую работу конструкций и влияние продольных сил и деформаций в колоннах. Нарастающий учет податливости объекта в свете спектральной теории сейсмостойкости проводил к снижению суммарной сейсмической нагрузки, что успокаивало исследователей, и снижало интерес к проблеме [1]. Позже выяснилось, что пространственная работа сил, несмотря на определенное снижение общей нагрузки на объект, приводит к перегрузке его отдельных элементов, из-за изменчивости сейсмической нагрузки в каждый момент других. Обычно именно пространственная работа сил приводит к разрушению подвергнутого землетрясению объекта, причем часто причудливым и все еще необъяснимым способом [2].

Но прежде чем научиться распределять нагрузку между несущими конструкциями объекта, следует найти достаточно надежный метод ее определения. Ведь больше нельзя мириться с повсеместным использованием теории спектров, не позволяющей учитывать начальные условия колебания объекта и его свободные сопровождающие колебания. Она не гарантирует правильность суммирования поэтажных и общих нагрузок, не позволяет определить характер их распределения по длине и высоте объекта. Путь к решению задачи – прямой аналитический расчет с учетом всех перечисленных факторов.

Рассмотрим вначале методику определения сейсмической нагрузки на осциллятор – консольный вертикальный стержень с сосредоточенной массой на свободном конце.

Поверхность земли примем за абсолютную систему координат, а систему координат, связанную с основанием осциллятора – за относительную, подвижную. Уравнение колебания осциллятора в относительных координатах примет вид:

$$Mx''(t) + (1 + \frac{2n}{\omega_0} \frac{d}{dt})kx(t) = -M\Delta''(t), \quad (1)$$

где M, k – масса и жесткость осциллятора, $\omega_0 = \sqrt{k/M}$ – собственная частота его колебания; $\Delta(t)$ – сейсмическое смещение основания консоли.

Следуя частотно независимой теории [3], коэффициент демпфирования принимаем за $2n\omega_0$. Отметим, что учитывается только то трение, которое возникает в связи с относительными смещениями, в силу чего сила трения в уравнении равна $F_{mp} = 2n\omega_0 x'(t)$. Фактически же должны быть две силы трения: одна, возникающая в процессе абсолютного смещения (сопротивление среды, в данном случае воздуха), а другая – в процессе относительного и, следовательно, должны существовать два коэффициента трения. Относительное трение является внутренним трением и возникает из-за трения между строительными изделиями и внутри их. Сопротивление среды очевидно мало по сравнению с ним.

Поскольку и при исследовании колебания многомассовых систем в главных формах каждая из главных форм описывается совпадающим с (1) уравнением, его полное исследование является актуальным для всей механики