

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ДИНАМИКУ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А.Х.АБДУЖАБАРОВ, К.А.ЕГЕМБЕРДИЕВА, Т.С.ТАИРОВ

*E.mail. ksucta@elcat.kg*

*Сейсмикалык таасирдин вертикалдуу түзүүчүсүнөн болгон жерде, фундаментте жана имараттагы амплитудалык-жыштыктуу мүнөздөмөлөрү жана чыңалуусу теориялык жана эксперименталдуу түрдө алынды.*

*Теоретически и экспериментально получены амплитудно-частотные характеристики и напряжения в основании, фундаменте и сооружении от вертикальной составляющей сейсмического воздействия.*

*Theoretically and experimentally amplitude-frequency characteristics and pressure in the basis, the base and a construction from a vertical component of seismic influence are received.*

Подробный анализ сейсмологических изменений в связи с построением Токтогульского водохранилища позволяет сделать инженерный, научно обоснованный вывод о том, что количество слабых землетрясений на глубине до 5 км и вокруг водохранилища до 10 км в этом районе увеличилось в начале заполнения, но в дальнейшем такой четкой зависимости по некоторым годам не наблюдалось /1/. Но, тем не менее, эти научные результаты дают предпосылки для расчета на сейсмостойкость при проектировании новых зданий и сооружений, а также позволяют обоснованно пересмотреть конструктивные решения, особенно фундаментную конструктивную и расчетную часть.

В связи с вышесказанным особое внимание проектировщикам следует уделить вертикальной составляющей сейсмического удара на здания и сооружения. Это воздействие воспримет фундамент. Так как в рассматриваемом районе на 95 % проектируются ленточные фундаменты, исследуем воздействие на ленточный фундамент дополнительной динамической нагрузки при землетрясении.

Рассмотрим отдельно ленточный фундамент как динамическую систему, длинную балку, лежащую на модифицированном основании Виолера /2/. На здание или сооружение передается переменная сейсмическая нагрузка со скоростью, которая зависит от свойств грунтов основания и окружающей грунтовой среды /3/ (рис. 1).

Колебания рассматриваемой системы: грунт, фундамент и здание описываются системой дифференциальных уравнений в частных производных:

$$\left\{ \begin{array}{l} E_1 I_1 \frac{\partial^4 z_1}{\partial x^4} + m_1 \frac{\partial z_1}{\partial t^2} + \delta_1 \left( \frac{\partial z_1}{\partial t} - \frac{\partial z_2}{\partial t} \right) + E_{1np.} (z_1 - z_2) = 0 \\ E_2 I_2 \frac{\partial^4 z_2}{\partial x^4} + m_2 \frac{\partial^2 z_2}{\partial t^2} + \delta_1 \left( \frac{\partial z_2}{\partial t} - \frac{\partial z_1}{\partial t} \right) + \delta_2 \left( \frac{\partial z_2}{\partial t} - \frac{\partial z_3}{\partial t} \right) + E_{1np.} (z_2 - z_1) + E_{2np.} (z_2 - z_3) = 0 \\ E_3 I_3 \frac{\partial^4 z_3}{\partial x^4} + m_3 \frac{\partial^2 z_3}{\partial t^2} + \delta_2 \left( \frac{\partial z_3}{\partial t} - \frac{\partial z_2}{\partial t} \right) + \delta_3 \frac{\partial z_3}{\partial t} + E_{2np.} (z_3 - z_2) + E_{3np.} z_3 = 0 \end{array} \right.$$

где  $E_i$  – модуль упругости материала  $i$ -го слоя;  $I_i$  – момент инерции  $i$ -го слоя относительно оси  $Y$ ;  $\delta_i$  – демпфирование  $i$ -го слоя;  $E_{inp.}$  – приведенный модуль упругости;  $z_i$  – вертикальный прогиб  $i$ -го слоя;  $x$  – абсцисса сечения балки;  $t$  – время.

Скорость сейсмической волны в грунте обозначим –  $v$ ; сечение балки фундамента –  $U = x - vt$ .

Реакция динамической системы описывается уравнением (1), и подается периодическая сейсмическая сила:  $s(t)=exp(i\omega t)$ .

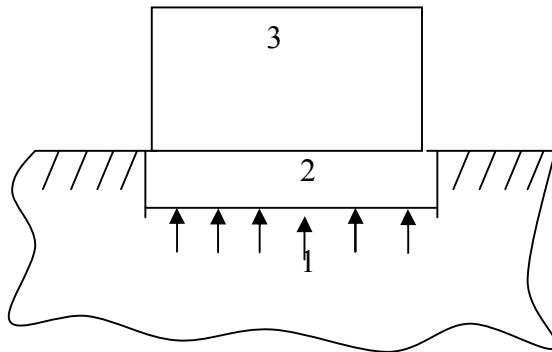


Рис. 1. Схема динамической системы:

1 – основание с воздействием сейсмической нагрузки; 2 – ленточный фундамент; 3 – здание или сооружение;  $W_{zi}(0, i\omega), 10^{-8} \text{ м/н}$

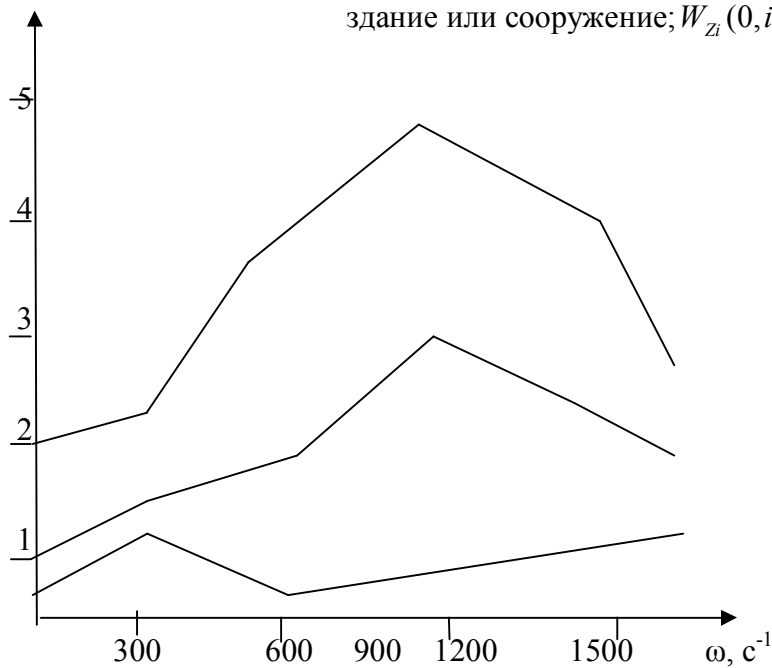


Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика прогибов: основания – 1; фундамента – 2; здания – 3

В уравнении (1) реакция системы имеет вид:

$$z_i(\omega_1 t) = \exp(i\omega t) W_{zi}^0(\omega, i\omega)$$

(2)

$$i = \overline{1,3}$$

В новой системе координат (1) из (2) преобразуем к виду:

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{z1}^{IV} + a_1 W_{z1}^{II} + a_2 W_{z1}^I + a_3 W_{z2}^I + b_1 W_{z2}^I = 0 \\ W_{z2}^{IV} + b_3 W_{z2}^{II} + b_4 W_{z2}^I + b_5 W_{z2} + a_4 W_{z1} + a_5 W_{z1}^I + C_1 W_{z3}^I + C_2 W_{z3} = 0 \\ W_{z3}^{IV} + C_3 W_{z3}^{II} + C_4 W_{z3}^I + C_5 W_{z3} + b_6 W_{z2}^I + b_7 W_{z2} = 0 \end{array} \right.$$

(3)

В уравнении (3) обозначения следующие:

$$W_{zi}^{IV} = \frac{\partial^4 z_i}{\partial u^4}; \quad W_{zi}^{II} = \frac{\partial^2 z_i}{\partial u^2}; \quad W_{zi}^I = \frac{\partial z_i}{\partial u}; \quad i = \overline{1,3};$$

$$a_1 = \frac{m_1 v^2}{E_1 I_1}; \quad a_2 = \frac{v(f_1 + m_1 \omega i)}{E_1 I_2}; \quad a_3 = \frac{u_1 - m_1 \omega^2 + f \omega i}{E_1 I_1};$$

$$a_4 = \frac{f_1 v}{E_2 I_2}; \quad a_5 = \frac{u_1 + f_1 \omega i}{E_2 I_2}; \quad b_1 = \frac{f_1 v}{E_1 I_1}; \quad b_2 = \frac{u_1 + f_1 \omega i}{E_1 I_1}$$

$$b_3 = \frac{m_2 v^2}{E_2 I_2}; \quad b_4 = \frac{v(f_1 + f_2 + 2m_2 \omega i)}{E_2 I_2}; \quad b_5 = \frac{u_1 + u_2 - m_2 \omega^2 + \omega i(f_1 + f_2)}{E_2 I_2};$$

$$b_6 = \frac{f_2 v}{E_3 I_3}; \quad c_1 = \frac{f_2 v}{E_2 I_2}; \quad c_2 = \frac{u_2 + f_2 \omega i}{E_2 I_2}; \quad c_3 = \frac{m_3 v^2}{E_3 I_3};$$

$$c_4 = \frac{v(f_2 + f_3 + 2m_3 \omega i)}{E_3 I_3}; \quad c_5 = \frac{u_2 + u_3 - m_3 \omega^2 + \omega(f_2 + f_3) i}{E_3 I_3};$$

Решение системы (3) удовлетворяет следующим краевым условиям на бесконечности:

$$W_{zi}^0(\omega, i\omega) = 0, \quad W_{zi}^0(\omega, i\omega) = 0 \quad i = \overline{1,3},$$

$$\omega \rightarrow \infty, \quad \omega \rightarrow \infty$$

Для окончания решения уравнения (3) используем расчеты работы /1/. Результаты теоретических и экспериментальных исследований /2/ приведены как графики амплитудно-частотных характеристик: основания – 1, фундамента – 2 и здания, сооружения – 3. При скорости движения сейсмической волны в грунте  $v=120$  км (рис. 2).

Расчетные параметры на графике кривых рис. 2 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Расчетные параметры

Материалы	E, Н/м <sup>2</sup>	I, м <sup>2</sup>	U, Па	m, кг/м	f, Нс/м <sup>2</sup>
Здания	0,25·10 <sup>12</sup>	0,450·10 <sup>-4</sup>	0,120·10 <sup>10</sup>	100	0,21·10 <sup>5</sup>
Фундаменты	0,15·10 <sup>11</sup>	0,15·10 <sup>-8</sup>	0,2·10 <sup>9</sup>	70	0,71·10 <sup>5</sup>
Основания	0,2·10 <sup>11</sup>	1,5	0,3·10 <sup>9</sup>	600	0,21·10 <sup>7</sup>

### Список литературы

1. Камчыбеков М.П., Егембердиева К.А. Сейсмичность территории Токтогульского водохранилища 1961-2006 гг. // Гидротехническое строительство. – М.: НТФ «Энергопрогресс». – 2007. – № 9. – С.28-34.
2. Коган А.Я. Колебания при высоких скоростях движения. – М.: ВНИЖТ, 2007.
3. Абдужабаров А.Х. Влияние скоростного движения поездов на лавинозащитные галереи //Материалы. Первой международной научно-практической конференции 18-19 октября 2000 г. – Алматы: КазАТК, 2000. – С. 96-100.