

УДК 699.841

ОСОБЕННОСТИ СДВИГОВОГО МЕХАНИЗМА КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА

Б.С. Ордобаев, К.О. Кадыралиева, Дж.А. Рыспаев, Ш.С. Абдыкеева, Д.Н. Мусуралиева

Показан реальный механизм сейсмических колебаний грунта, описан способ получения достоверной информации о реальных параметрах сейсмических воздействий.

Ключевые слова: сейсмический; колебания; грунт; акселерометр.

FEATURES OF THE SHIFT MECHANISM OF GROUND MOTION

B.S. Ordobaev, K.O. Kydyralieva, Dj. A. Ryspaev, Sh.S. Abdykeeva, D.N. Musuralieva

The paper presents the real mechanism of seismic ground motion and set out a way to get reliable information about the real parameters of seismic effects.

Keywords: seismic; vibration ground; accelerometer.

В работах [1, 2] авторами была впервые выявлена реальная причина появления сейсмических колебаний в поверхностном грунте и строго описан процесс этих колебаний. Следует отметить, что официальная сейсмическая наука так и не смогла выявить его причину и описать этот механизм.

Сейсмические колебания являются результатом циклических сдвигов и распрямлений поверхностной толщи грунта глубиной порядка $l_r = 100$ м, которая при этом наносит мягкие удары по фундаментам зданий, создавая волны сдвига в колоннах и стенах сооружений, которые срезают эти элементы.

Циклический сдвиг поверхностной толщи производят вторичные волны сдвига, порожденные продольными волнами сжатия, которые проходят под зданиями с большой скоростью на глубине свыше ста метров.

Как известно, рабочий орган акселерометра представляет собой маятник с массой m , закрепленной на конце относительно жесткого упругого стержня или пружины, которые зашпелены другим концом в жестком основании.

При квазистатическом однократном смещении маятник в акселерометре будет колебаться за счет изгибных деформаций своего упругого консольного стержня, имеющего изгибную жесткость EI , где E – это модуль Юнга для материала стержня; I – момент инерции поперечного сечения $h \times h$, тогда имеем:

$$I = \frac{1}{12} h^4 \text{ см}^4.$$

Собственная круговая частота изгибных колебаний такого стержня равна $\omega = \frac{2\pi}{T_u}$ – это период изгибных колебаний маятника.

Изгибная частота колебаний маятника ω_u пропорциональна изгибной жесткости его стержня EI и обратно пропорциональна его массе m и кубу длины стержня l . Легко найти, что для консоли

$$\omega_u^2 = \frac{3EI}{ml^3} \text{ 1/с}^2.$$

В акселерометрах маятник обычно имеет малый период колебания T_u порядка $T_u = 0,15$ с и соответственно высокую частоту порядка

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{6,28}{0,15} \approx 42 \text{ 1/с}.$$

Следует подчеркнуть, что при землетрясении акселерометр записывает не ускорения грунта a , он всего лишь записывает график взаимных смещений своего маятника и его основания Δ_m .

Искомые величины ускорений грунта затем находятся путем весьма специфического пересчета. При этом пересчете сейсмологи исходят из дифференциального уравнения изгибных колебаний маятника, к основанию которого приложено ускорение грунта $a(t)$.

После волевого и весьма нестроого упрощения этого уравнения сейсмологи получают следующую приближенную формулу для определения сейсмических ускорений грунта $a(t)$:

$$a(t) = \Delta_m(t) \times \omega_u^2. \quad (1.A)$$

На этой базовой формуле (1.А.) строятся все официальные подсчеты ускорений, т. е. официально считается, что для получения графика реальных ускорений грунта при землетрясении $a(t)$ достаточно умножить график изгибных смещений маятника относительно его основания $\Delta_m(t)$, записанный акселерометром на величину ω_u^2 , т. е. на квадрат круговой частоты изгибных собственных колебаний маятника ω_u . Именно так и поступают на практике все сейсмологи. Например, если $\Delta_m = 0,3$ см, $a_u = 42^2 1/c^2 = 1760 1/c^2$, то тогда $a = \Delta_m \times \omega_u^2 = 0,3$ см $\times 1760 1/c^2 = 528$ см/ $c^2 \approx 0,52g$.

Еще в 1995 г. в работе [3] мы подробно указали на ряд погрешностей, которые содержит этот официальный подход к вычислению ускорения грунта $a(t)$ и которые он вносит в реальную величину $a(t)$.

Однако главную ошибку, которая всегда присутствует в официальной трактовке акселерограмм, мы смогли обнаружить лишь теперь, когда нами была вскрыта сдвиговая природа сейсмических колебаний грунта [1, 2]. Именно в анализе, описании и устранении этой ошибки состоит основная цель данной работы. Только исключив ошибку, мы сможем найти реальные величины ускорений, скоростей и перемещений грунта при землетрясениях. Ниже мы покажем, как и где это можно применить на практике.

В работах [1–5] было доказано, что вдали от эпицентра на границе зоны размещения зданий эти разрушения производятся вторичными волнами сдвига, которые порождены глубинными продольными волнами. В зонах, близких к эпицентру, разрушения производят уже первичные волны сдвига вместе с продольными волнами [4, 5]. То есть во всей активной зоне землетрясения в разрушениях играют важную роль волны сдвига, которые проникают в колонные стены и срезают их [6, 7]. До сих пор никто не учитывал тот важнейший факт, что эти же волны сдвига проникают внутрь акселерометров и сейсмометров и производят сдвиг стержней в их маятнике. То есть смещения маятников в этих приборах происходят не только за счет изгиба их стержней, но также и за счет их кратковременного волнового сдвига, создаваемого сдвиговой волной. То есть стержень в акселерометре претерпевает не только изгиб, но и сдвиг. При этом точное соотношение величин изгиба и сдвига в общем случае не известно. Это важное открытие, так как сдвиговая жесткость у стержня маятника, равная величине GF , намного больше, чем его изгибная жесткость EI , где G – модуль сдвига материала стержня, причем $G \approx \frac{1}{2,5} E$; F – это площадь

сечения стержня, например $F = h^2$ для квадратного сечения.

Из сказанного следует, что частота сдвиговых колебаний маятника ω_c также намного выше, чем частота его изгибных колебаний ω_u . Докажем это на конкретном примере. Для сдвиговой частоты колебаний маятника ω_c имеем $\omega_c^2 = \frac{GF}{ml}$, а для изгибной частоты – $\omega_u^2 = \frac{3EI}{ml^3}$.

Найдем, каков порядок величины соотношения этих двух частот, что принципиально важно для определения реальной величины ускорения грунта a по официальной методике. Имеем:

$$\frac{\omega_c^2}{\omega_u^2} = \frac{GF}{ml} \cdot \frac{ml^3}{3EI} = \frac{1}{3} \cdot \frac{GF}{EI} \cdot l^2. \quad (2)$$

Учитывая, что $G/E \approx 0,4$; $F = h^2$; $l = \frac{1}{12} h^4$, находим, что $\frac{F}{I} = \frac{12}{h^2}$. Тогда из (2) получаем следующие ключевые соотношения частот:

$$\frac{\omega_c^2}{\omega_u^2} = \frac{1}{3} \cdot 0,4 \cdot \frac{l^2}{h^2} \cdot 12 = 1,6 \frac{l^2}{h^2}, \text{ т. е. } \frac{\omega_c^2}{\omega_u^2} = 1,6 \frac{l^2}{h^2}, \quad (3)$$

очевидно, что в формуле (3) отношение $\frac{l^2}{h^2} > 100$ и тогда получим:

$$\omega_c^2 > 160\omega_u^2. \quad (4)$$

Это принципиально важное соотношение (4) говорит о том, что если в базовой формуле (1.А) потребуется заменить множитель ω_u^2 и ω_c^2 , то тогда ускорения грунта, замеренные акселерометром, возрастут более чем в 100 раз. Это произойдет при чисто сдвиговых смещениях маятника, что возможно лишь гипотетически при скорости грунта $V > 10$ м/с.

В реальности мы будем иметь некоторую неизвестную комбинацию сдвиговых и изгибных смещений маятников в акселерометрах. Дело в том, что доля сдвиговых деформаций в стержне маятника пропорциональна скорости грунта в сдвиговой волне. И это доля сдвиговых деформаций нарастает вместе с ростом силы землетрясения. То есть чем сильнее землетрясение, тем сильнее стандартный акселерометр занижает реальную величину ускорения грунта. Поэтому определить точную величину ускорения грунта a на основе используемой ныне официальной формулы $a(t) = \Delta_m(t) \omega_u^2$ (1.А) практически невозможно.

Однако несомненно, что использование формулы (1.А) существенно занижает реальную величину сейсмического ускорения грунта a , и что на самом деле величина a значительно выше.

То же самое, очевидно, справедливо и для реальных сейсмических смещений грунта $\Delta(t)$ и для его реальных скоростей $V(t)$. В действительности они должны оказаться значительно больше, чем те

величины, что показывают официальные маятниковые приборы.

Все это нам удастся установить раз и навсегда, когда мы поставим в одной из сейсмоактивных зон Кыргызстана сразу три разных прибора. Во-первых, это будет стандартный сейсмометр, фиксирующий “официальные” смещения грунта. Во-вторых, это будет стандартный акселерометр, фиксирующий официальные ускорения грунта. И в-третьих, это будет настоящий измерительный прибор (а не маятник), который сможет измерить величину Δ_p ; время t и частоту ω_p реальных сейсмических смещений грунта. При сопоставлении стандартной сейсмограммы и акселерограммы с графиками, полученными на основе показаний реального измерительного прибора, можно предположить, что:

1. Построенный по показаниям измерительного прибора график реальных сейсмических смещений $\Delta_p(t)$ должен располагаться выше нулевой линии в отличие от сейсмограммы, выданной стандартным сейсмометром. При этом величины реальных смещений грунта $\Delta_p(t)$ должны оказаться в два и более раз выше тех, что покажет официальная сейсмограмма в виде $\Delta_c(t)$.

2. Реальная величина ускорения грунта a_p , найденная нами как

$$a_p = \Delta \times \omega_p^2,$$

должна оказаться в 1,5 и более раз выше, чем величина ускорения, показанная акселерометром.

3. Реальная величина скорости грунта V_p , подсчитанная как

$$V_p = \Delta \times \omega_p$$

должна оказаться в три и более раз выше, чем скорость V_c , найденная как

$$V_c = \Delta_c \times \omega_p,$$

где $\Delta_c(t)$ – это перемещения на сейсмограмме, данной сейсмометром.

Литература

1. Смирнов С.Б. Упругая отдача сдвигаемой толщи грунта как реальная причина сейсмического среза зданий / С.Б. Смирнов // Объединенный научный журнал. М., 2008. № 11. С. 57–60.
2. Smirnov S. Seismic shears of buildings are the result of output of soil thickness, displaced by abyssal seismic waves / S. Smirnov // The integrated scientific Journal. Moscow, 2009. № 7. P. 64–68.
3. Смирнов С.Б. О принципиальной ошибке в традиционной трактовке записей инерционных сейсмических приборов / С.Б. Смирнов // Жилищное строительство. 1995. № 1. С. 23–25.
4. Смирнов С.Б. Исследование аномальных форм в сейсмических разрушениях зданий, противоречащих официальной теории сейсмозащиты и опровергающих официальный взгляд на причины разрушения зданий при землетрясениях / С.Б. Смирнов // Объединенный научн. журнал. 2008. № 9. С. 51–59.
5. Смирнов С.Б. Ударно-волновая концепция сейсмического разрушения сооружений / С.Б. Смирнов // Энергетическое строительство. 1992. № 9. С. 70–72.
6. Смирнов С.Б. Сейсмические разрушения – альтернативный взгляд / С.Б. Смирнов, Б.С. Ордобаев, Б.Р. Айдаралиев // Сб. научн. трудов. Ч. 1. Бишкек: “Айат”, 2012. 138 с.
7. Смирнов С.Б. Сейсмические разрушения – альтернативный взгляд / С.Б. Смирнов, Б.С. Ордобаев, Б.Р. Айдаралиев // Сб. научн. трудов. Ч. 2. Бишкек: “Айат”, 2013. 144 с.