

УДК 624.041

**О СДВИГОВОМ МЕХАНИЗМЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА
И О ПРИНЦИПЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЫЗЫВАЮЩИХ
ВОЛНОВОЙ СРЕЗ КОЛОНН И СТЕН В ЗДАНИЯХ**

СМИРНОВ С.Б.

Московский государственный строительный университет, Москва, Российской Федерации

ОРДОБАЕВ Б.С.

Кыргызско-славянский университет, Бишкек, Кыргызская Республика

ДЖАМАНКУЛОВ К.М.

Кыргызский научно-исследовательский институт проектирования сейсмостойкого
строительства, Бишкек, Кыргызская Республика

E-mail: j.kenesh@gmail.com

ЭШМАМБЕТОВ Т.Т.

**ABOUT SHIFT MECHANISM OF SEISMIC VARIATION OF SOIL AND PRINCIPLE OF
DETERMINATION THEIR REAL PARAMETER OF CAUSE UNDULATING SHEAR OF
COLUMN AND WALLS IN THE BUILDINGS**

SMYRNOV S.B.

Moscow State building university, Russian Federation

ORDOBAEV B.S.

Kyrgyz-russian slavonic university, Bishkek, Kyrgyz Republic;

DJAMANKULOV K.M.

Kyrgyz scientific- research institute of the designing of seismic construction, Bishkek, Kyrgyz Republic

E-mail: j.kenesh@gmail.com

ESHMAMBETOV T.T.

Аннотация

Впервые вскрыт реальный сдвиговый механизм сейсмических колебаний грунта и обнаружена главная ошибка в трактовке официальных акселерограмм и сейсмограмм.

Изложен способ получения достоверной информации о реальных параметрах сейсмических воздействий на основе качественно новых экспериментов, запланированных в Кыргызстане.

Здесь и в работах [1,2] мы впервые выявили реальную причину появления сейсмических колебаний в поверхностном грунте и строго описали процесс этих колебаний. Следует подчеркнуть, что официальная сейсмическая наука так и не смогла выявить его причину и описать этот механизм.

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

После волнового сдвига толщи происходит ее возврат в исходное положение за счет ее сдвиговой жесткости и в этом состоит суть волнового и колебательного процесса, приводящего к волновому срезу колонн и стен зданий вдали от эпицентра, на границах зоны разрушения.

Здесь мы впервые вывели формулы частоты сдвиговых колебаний поверхностной толщи грунта ω_T и их периода T_T . Приведем этот вывод. Пусть толща с площадью сечения F , массой m_T и глубиной l_T совершают сдвиговые колебания при смещении ее верха на $\Delta(t)$.

При этом ее реальный центр тягости согласно [1,2] находится на высоте примерно 0,4 l_T от ее нижнего основания.

Для упрощения полагаем, что толща имеет единый средний модуль сдвига $G_{\text{ср}}$ и единую среднюю плоскость $\rho_{\text{ср}}$ и что при сдвиге все ее вертикальные линии остаются прямыми.

С учетом этих допущений при смещении верха толщи на величину $\Delta(t)$ ее реальный центр тяжести сместится на величину $0,4 \Delta(t)$.

С учетом этого дифференциальное уравнение сдвиговых колебаний толщи (без учета их затухания) имеет следующий вид:

$0,4 \frac{\partial^2 \Delta(t)}{\partial t^2} m_T - r_1 \Delta(t)$ или $\frac{\partial^2 \Delta(t)}{\partial t^2} = \frac{2,5 r_1}{m_1} \Delta(t)$, где $\frac{2,5 r_1}{m_1} = \omega_T^2$, где ω_T - это круговая частота сдвиговых колебаний толщи, а $r_1 \left[\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{см}^2} \right]$ - это возвратная реакция толщи при смещении ее поверхности на единицу. $r_1 = F \tau_1$; $\tau_1 = G_{\text{ср}} \cdot \gamma_1$; $\gamma_1 = \frac{1}{l_T}$. Здесь τ_1 - это сдвиговые напряжения в толще, возникающие в ней при смещении ее поверхности на единицу, когда в ней возникают деформации сдвига γ_1 .

Итак, мы имеем $r_1 = \frac{F G_{\text{ср}}}{l_T}$. Учтя, что масса толщи m равна: $m_T = \rho_{\text{ср}} \cdot l_T F$, мы

можем найти круговую частоту и период сдвиговых колебаний толщи ω_T и T_T :

$$\omega_T^2 = \frac{2,5 r_1}{m_1} = \frac{2,5 F G_{\text{ср}}}{l_T \cdot \rho_{\text{ср}} F l_T} = \frac{2,5}{l_T^2} \frac{G_{\text{ср}}}{\rho_{\text{ср}}} = 2,5 \frac{V_{\text{ср}}^2}{l_T^2} \quad \text{или} \quad \omega_T = \sqrt{2,5} \frac{V_{\text{ср}}}{l_T}; \quad T_T = \frac{2\pi}{\omega_T} = \frac{2\pi}{\sqrt{2,5}} \frac{l_T}{V_{\text{ср}}};$$

$$T_T = 4 \frac{l_T}{V_{\text{ср}}} \quad (1)$$

где $V_{\text{ср}}$ - средняя скорость волн сдвига при ее пробегании поперек поверхности толщи грунта.

- период волновых сдвиговых колебаний толщи, который равен времени четырехкратного пробега сдвиговой волны вверх и вниз через толщу грунта.

Легко убедиться, что величины T_b и T_T тождественны.

Если учесть, что $l_T \approx 100\text{м}$; $V_{\text{ср}} \approx 500 \frac{\text{М}}{\text{сек}}$ [1,2], то согласно (1), мы найдем, что $T_T = T_b = 0,8$ сек; $n = T_T^{-1} = 1,25$ герц.

Докажем теперь, что при открытых нами сдвиговых колебаниях грунт не может приближаться к эпицентру относительно своего исходного положения. Т.е. после каждого колебания в сторону от эпицентра грунт лишь возвращается в исходную точку, но не может перейти за нее. Это легко увидеть, если изобразить графики синусоид, описывающих смещения Δ , скорости V и ускорения a грунта так, чтобы в начальный момент Δ и V были равны нулю, а затем нарастили плавно без скачка (рис.1). При этом ускорение a должно появляться скачком. Однако, скорость V может появиться скачком только во фронте ударной волны, которой нет у нас вдали от гипоцентра.

Чтобы удовлетворить сформулированным начальным условиям $\Delta_0 = 0$; $V_0 = 0$; $a_0 = a \neq 0$, необходимо a также выполнить взаимосвязь между функциями $\Delta(t)$ и $V(t)$ и их производными $\frac{\partial \Delta(t)}{\partial t} = V(t)$ и $\frac{\partial V(t)}{\partial t} = a(t)$ необходимо разместить график перемещений грунта $\Delta(t)$ выше нулевой линии. Это и говорит о том, что грунт может колебаться лишь в сторону от эпицентра.

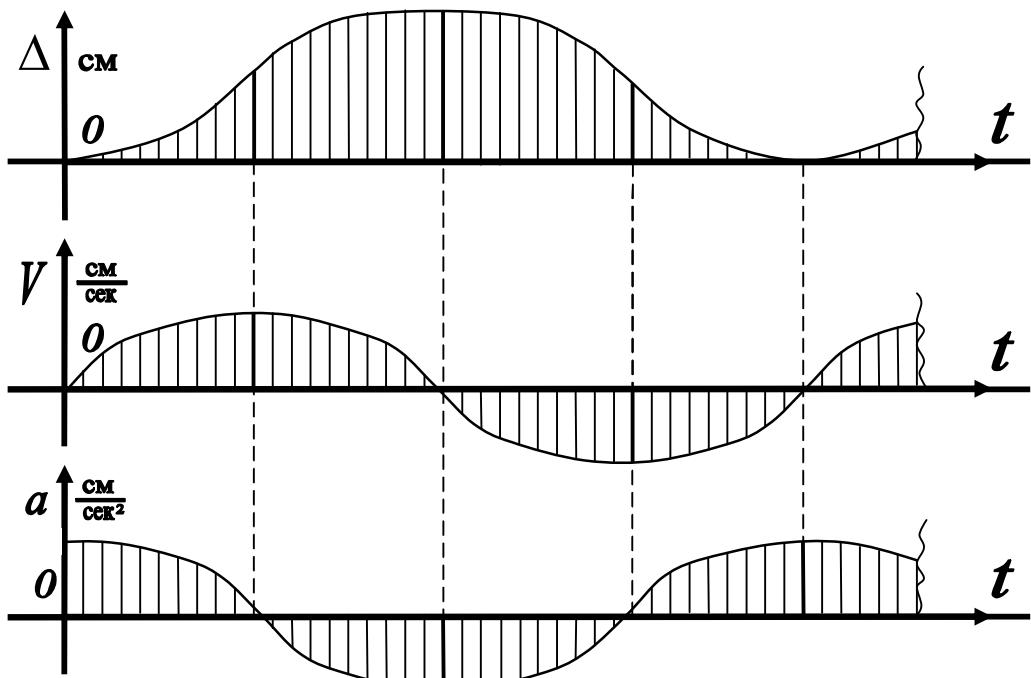


Рис.1. Графики перемещений Δ , скорости V , ускорений a грунта.

Графики Δ , V , a на рис.1 отражают тот факт, что когда волна сдвига выбегает на поверхность, то в неподвижном грунте скачком появляется ускорение a . При этом его скорость $V(t)$ и смещения $\Delta(t)$ начинают расти с нуля (рис.1). Из графиков на рис.1 видно, что скорость V в начале растет быстро, а смещение Δ в начале растет медленно.

Так, из вышеизложенного следует, что на всех официальных сейсмограммах землетрясений горизонтальная ось нулевых смещений грунта, пронизывающая эти синусоиды по средине показана не правильно.

Для того, чтобы сейсмограммы хоть в какой-то мере отображали реальность, в них надо сдвинуть вниз нулевую ось, так, чтобы все смещения оказались положительными.

Очевидно, что маятники в сейсмометрах не могут в точности повторять реальные смещения грунта и вносят в реальные сейсмограммы значительное искажение за счет своих колебаний. Именно этим объясняется смещение нулевой оси внутри графиков смещений грунта, записанных стандартными сейсмометрами.

Теперь перейдем к анализу достоверности абсолютных величин смещений Δ и ускорений грунта a , выдаваемых маятниковыми сейсмометрами и акселерометрами, учитывая, что маятник, вообще говоря, не является измерительным прибором.

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

При квазистатическом однократном смещении маятника в акселерометре будет колебаться за счет изгибных деформаций своего упругого консольного стержня, имеющего изгибную жесткость EJ , где E - это модуль Юнга для материала стержня, J - момент инерции поперечного сечения $h \times h$ имеем

$$J = \frac{1}{12} h^4 \text{ (cm}^4\text{)}.$$

Собственная круговая частота изгибных колебаний такого стержня равна $\omega_u \left(\frac{1}{\text{сек}} \right)$ – это число колебаний маятника за время 2π сек., т.е. $\omega_u = \frac{2\pi}{T_u}$, где T_u – это период изгибных колебаний маятника.

Изгибная частота колебаний маятника ω_u пропорциональна изгибной жесткости его стержня EJ и обратнопропорциональна его массе m и кубу длины стержня l . Легко найти, что для консоли $\omega_u^2 = 3EJ/m l^3 [1/\text{сек}^2]$.

В акселерометрах маятник обычно имеет малый период колебаний T_u порядка $T_u = 0,15$ сек. и соответственно высокую частоту порядка $\omega_u = \frac{2\pi}{T} = \frac{6,28}{0,15} \approx 42 \text{ } 1/\text{сек}$.

Следует подчеркнуть, что при землетрясении акселерометр записывает вовсе не ускорения грунта a . Он всего лишь записывает график взаимных смещений своего маятника и его основания Δ_m . Сами искомые величины ускорений грунта a , 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 нестрогого упрощения этого уравнения сейсмологи получают следующую приближенную формулу для определения сейсмических ускорений грунта $a(t)$:

$$a(t) = \Delta_m(t) \cdot \omega_u^2 \quad (2)$$

На этой базовой формуле (2) 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 $\Delta_m = 0,3 \text{ см}$, $a \omega_u = 42^2 \frac{1}{\text{сек}^2} = 1760 \frac{1}{\text{сек}^2}$, то тогда $a = \Delta_m \cdot \omega_u^2 = 0,3 \text{ см} \cdot 1760 \frac{1}{\text{сек}^2} = 528 \frac{\text{см}}{\text{сек}^2} \approx 0,52 \text{ g}$.

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 главная цель этой статьи. Только исключив эту ошибку, мы сможем найти реальные величины ускорений, скоростей и перемещений грунта при землетрясениях. Ниже мы покажем, как и где это можно сделать на практике.

В работах [1-5] было доказано, что вдали от эпицентра на границе зоны разрушения 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]. Т.е. во всей активной зоне землетрясения в разрушениях играют важную роль волны сдвига, которые проникают в колонны и стены и срезают их [4,5]. 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 маятниках. Т.е. смещения маятников в этих приборах происходят не только за счет изгиба их стержней, но так же и за счет их кратковременного волнового сдвига, создаваемого сдвиговой волной. Т.е. 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, т.к. сдвиговая жесткость у стержня маятника, равная величине GF , на много больше, чем его изгибная жесткость EJ (где G – это 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 на много 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 имеем
 $\omega_u^2 = \frac{3EJ}{ml^3}$.

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

$$\text{Имеем } \frac{\omega_c^2}{\omega_u^2} = \frac{GF}{ml} \cdot \frac{ml^3}{3EJ} = \frac{1}{3} \left(\frac{G}{E} \right) \cdot \left(\frac{l^2}{J} \right) \cdot l^2. \quad (3)$$

Учтя, что $G/E \approx 0,4; F = h^2; J = 1/12 h^4$, находим, что $G/E = \frac{12}{h^2}$. Тогда из (3)

получаем следующие ключевые соотношения частот:

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

Очевидно, что в формуле (4) отношение $l^2/h^2 > 100$ и тогда в формуле (4)

$$\omega_c^2 > 160 \omega_u^2 \quad (5)$$

Это принципиально важное соотношение (5) говорит о том, что если в базовой формуле (2) потребуется заменить сомножитель ω_u^2 на ω_c^2 , то тогда ускорение грунта, замеренные акселерометром, возрастут более чем в 100 раз. Это произойдет при чисто сдвиговых смещениях маятника, что возможно лишь гипотетически.

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. Т.е. это доля сдвиговых деформаций нарастает вместе с ростом силы землетрясения. Т.е. чем сильнее землетрясение, тем сильнее стандартный акселерометр занижает реальную величину ускорения грунта a .

Поэтому определить точную величину ускорения грунта a на основе используемой ныне официальной формулы $a(t) = \Delta_m(t) \cdot \omega_u^2$ (2), практически невозможно.

Однако, несомненно, что использования этой формулы (2) 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 Киргизстана сразу 3 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 полученной стандартной сейсмограммы и акселерограммы с графиками, полученными на основе показаний реального измерительного прибора, мы ожидаем получить следующие результаты:

- 1) Построенный по показаниям измерительного прибора график реальных сейсмических смещений $\Delta_p(t)$ должен располагаться выше нулевой линии в отличие от сейсмограммы, выданный стандартным сейсмометром.

При этом величины реальных смещений грунта $\Delta_p(t)$ должны оказаться в 2 и более раз выше тех, что покажет официальная сейсмограмма в виде $\Delta_c(t)$.

- 2) Реальная величина ускорения грунта a_p найденная нами как $a_p = \Delta_p \cdot \omega_p^2$

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

- 3) Реальная величина скорости грунта V_p , подсчитанная как $V_p = \Delta_p \omega_p$, должна оказаться в 3 и более раз выше чем скорость V_c , найденная как $V_c = \Delta_c \omega_p$, где $\Delta_c(t)$ -это перемещения на сейсмограмме, данной сейсмометром.

Список использованной литературы:

1. Смирнов С.Б. «Упругая отдача сдвигаемой толщи грунта как реальная причинная сейсмического среза зданий»; Объединенный научный журнал, Москва, 2008, №11, стр. 57-60
2. Sergey Smirnov “Seismic shears of buildings are the result of output of upper soil thickness, displaced abyssal seismic waves”, The integrated scientific journal, Moscow, Russia, 2009, №7, p.p. 64-68.
3. Смирнов С.Б. « О принципиальной ошибке в традиционной трактовке записей инерционных сейсмических приборов», Жилищное строительство, 1995, №1, стр. 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», Объединенный научный журнал, 2008, №9, стр. 51-59.
5. Смирнов С.Б. «Ударно-волновая концепция сейсмического разрушения сооружений», Энергетическое строительство, 1992, №9, стр. 70-72.