

## **Имараттарга жана курулмаларга сейсмикалык таасирдин толкун тартиб өзгөчөлүктөрү**

**Б.С. Ордобаев**  
Техн. илим. канд.  
Кыргызстан-Россия Славян университети  
[ordobaev@mail.ru](mailto:ordobaev@mail.ru)

**Т.И. Нурбашев**  
Аспирант  
Кыргызстан-Россия Славян университети  
[abakirovadilet77@gmail.com](mailto:abakirovadilet77@gmail.com)

**М. Мухамад**  
Магистрант,  
Ош технологиялык университети

***Аннотация:** Шынаа кыртышынын толкун жана жогорку катмарлары өз ара жөнгө салуу механизми берилген. Бул маятник сейсмикалык түзмөктөр кыйратуучу толкун сейсмикалык тагылган көрсөтүүгө жөндөмдүү эмес экенин билдирди,*

***Өзөктүү сөздөр (кыргыз тилинде):** сейсмикалык, толкун, кагуусу түртүү жер толкундар кесип, шынаа, имараттарды, мамычалар.*

## **Особенности волнового процесса при сейсмическом воздействии на здания и сооружения**

**Б.С. Ордобаев**  
Канд. техн. наук  
Кыргызско-Российский Славянский университет  
[ordobaev@mail.ru](mailto:ordobaev@mail.ru)

**Т.И. Нурбашев**  
Аспирант  
Кыргызско-Российский Славянский университет  
[abakirovadilet77@gmail.com](mailto:abakirovadilet77@gmail.com)

**М. Мухамад**  
Магистрант,  
Ошский технологический университет

***Аннотация:** Описан механизм взаимного приспособления волн сдвига и верхних слоев грунта. Констатировано, что маятниковые сейсмические приборы не способны отображать разрушительные волновые сейсмические импульсы.*

***Ключевые слова:** сейсмический, волны, импульс, толчок, грунт, колебания, срез, сдвиг, здания, колонны.*

# Features of the wave process in the case of seismic action on buildings and structures

*B.S. Ordobaev*  
*Candidate of Technical Sciences*  
*Kyrgyz-Russian Slavic University*  
[ordobaev@mail.ru](mailto:ordobaev@mail.ru)

*T.I. Nurbashev*  
*Graduate student*  
*Kyrgyz-Russian Slavic University*  
[abakirovadilet77@gmail.com](mailto:abakirovadilet77@gmail.com)

*M. Muhamad*  
*Master student*  
*Osh University of Technology*

**Abstract:** *The surface of the transverse waves, and the upper layers of the self-regulation mechanism. This pendulum is a seismic device that is capable of charging destructive seismic waves.*

**Keywords:** *seismic waves, and earthquake, speed, respiration, cut, wedge, building, columns.*

УДК 699.841

Согласно результатам исследования необычных форм разрушения зданий при землетрясениях сделан вывод, что на здания сначала воздействует разрушительный волновой процесс, который срезает здания и проявляется в виде резких импульсных толчков [1-6]. Волновой импульсный сдвиг верхних слоев грунта вызывает затем появление их собственных сдвиговых колебаний, которые гораздо менее опасны для зданий.

В этих качественно различных процессах решающую роль играет поверхностная толща грунта.

Покажем, что поверхностная толща грунта глубиной в 100-150 м, является мощным усилителем разрушительного воздействия сейсмических волн при их прохождении через нее под достаточно крутым углом к поверхности.

Частный случай этого эффекта применительно к вторичным волнам сдвига был описан ранее в [1,2]. Здесь же впервые предлагается развернутая формировка этого эффекта в самой общей и строгой постановке.

Согласно экспериментальным данным, полученным в [3], сейсмические волны, проходя через поверхностную толщу грунта высотой 100-150 м с большим градиентом модулей деформации  $E$  и  $G$ , снижают, примерно, в 10 раз свою фазовую скорость  $C$  при прохождении самых верхних, наиболее податливых, слоев грунта.

В связи с этим предполагается, что при своем торможении, т.е. при снижении скорости  $C$ , волны обязательно должны интенсивно наращивать скорость верхних слоев грунта  $V$ , величина которой как раз и определяет разрушительную силу волнового воздействия на сооружения.

В нашем случае условие постоянства  $F$  вполне реально, если учесть, что высота  $H$  толщи с большим градиентом модулей  $E$  и  $G$  составляет 100-150 м, т.е. она мала по сравнению с полной длиной пробега волны, равной десяткам километров. Эффект наращивания массовой скорости грунта  $V$  за счет снижения фазовой скорости волны  $C$  следует прямо из закона сохранения импульса.

Для продольной волны это выглядит так:

$$F\sigma t = mV = \text{const} \text{ при } m = \rho F C t \quad (1)$$

Для верхних и нижних слоев толщи закон сохранения импульса (1) имеет вид:

$$\text{Здесь } m_H - m_B - v_H - v_B - P_H - P_B - C_H - C_B \quad (2)$$

Из (2) находим базовые соотношения между верхней и нижней скоростями грунта в поверхностной толще глубиной  $H$ :

$$V_B = V_H \rho_H C_H (\rho_B C_B)^{-1} \quad (3)$$

Ту же формулу (3) можно получить из условия равновесия грунта в зоне действия волны в виде:

$$\sigma = \sigma_H = \sigma_B = \text{const}; \quad \sigma_H = V_H C_H \rho_H = \sigma_B = V_B C_B \rho_B \quad (4)$$

Если учесть, что скорость в верхнем слое грунта  $V_B$  удваивается при отражении волны от поверхности, то при расчете зданий на импульсное волновое воздействие скорость следует находить по формуле:

$$V_B = 2V_H \rho_H C_H (\rho_B C_B)^{-1} \quad (5)$$

Поскольку  $C_H / C_B = 10$ , а  $\rho_H / \rho_B = 2$ , то из (5) следует, что поверхностная толща может увеличить скорость грунта  $V$  в 40 раз ( $V_B = 40V_H$ ) при прохождении через нее сейсмической волны, которая при этом уменьшает в 10 раз свою фазовую скорость  $C$ .

Полная энергия  $U = mV^2$ , то следовательно, с учетом (2, 3) можно получить

$$U_B / U_H = m_B V_B^2 (m_H V_H^2)^{-1}; \quad U_B / U_H = C_H \rho_H / C_B \rho_B \quad (6)$$

При этом волновая сила  $F\sigma$  проходит за время  $t$  в верхних слоях путь  $S_B = V_H t$ , который в 20 раз больше, чем ее путь  $S_H = V_H t$  в нижних слоях.

Все формулы (1-6) будут справедливы также и для поперечных волн, если в них заменить сжимающие напряжения  $\sigma$  на касательные напряжения  $\tau$ , а продольную скорость

$C = \sqrt{E(\rho)^{-1}}$  заменить на сдвиговую скорость  $C = \sqrt{G(\rho)^{-1}}$ , где  $G$  – как и выше, модуль сдвига грунта.

Анализ наиболее типичных сдвиговых форм разрушения колонн и стен, проведенный в [4-6], позволяет утверждать, что при землетрясениях происходят два качественно разных процесса - волновой и колебательный. Первый процесс внешне проявляется в виде кратких толчков. Он является главной причиной сейсмических разрушений и его не способны зафиксировать маятниковые сейсмические приборы, фиксирующие лишь второй, колебательный процесс.

В первом процессе, наиболее опасном для зданий, волны сдвига вызывают односторонние сдвиги поверхностной толщи грунта [1,2], которые проявляются как разрушительные импульсы (толчки) с большими ускорениями и скоростями. Именно волновые сдвиги толщи вызывают затем ее собственные затухающие колебания, описанные в [7]. Их частота  $\omega$  находится по формуле

$$\omega^2 = r(0,4m)^{-1},$$

где  $r$  – это возвратная реакция толщи при смещении ее верха на единицу;  $m$  – ее масса, у которой центр тяжести расположен на расстоянии  $0,4H$  от низа толщи. Здесь

$$r = FG(H)^{-1}; \quad m = \rho HF, \quad (7)$$

где  $G$  – усредненный модуль сдвига;  $F$  – площадь сечения толщи;  $H$  – ее высота,  $\rho$  – средняя плотность грунта.

С учетом (7) находим, что  $\omega^2 = \frac{1}{0,4H^2} * \frac{G}{\rho} = \frac{\check{C}}{0,4H^2}$ , где  $\check{C}$  – это средняя скорость волны сдвига в толще. Окончательно имеем следующую приближенную формулу для частоты  $\omega$  и периода  $T$  сдвиговых колебаний толщи:

$$\omega = \sqrt{2,5C(H)^{-1}}; \quad T = \frac{2\pi}{\sqrt{2,5}} * \frac{H}{C}; \quad \check{C} = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad (8)$$

Величина периода  $T$ , найденная для реальных параметров поверхностной толщи  $H = 100$ м и  $C = 500$ м/сек; взятых из [3], составляет 0,8 сек.

Любые колебания основания приборов (будь то грунт, или, например, виброплатформа) всегда порождают появление кратковременных локальных волн сдвига, которые проникают внутрь маятниковых приборов и существенно влияют на картину движения их маятников. Этот эффект никак не учитывается при расшифровке стандартных акселерограмм и сейсмограмм.

Такая ошибка приводит к существенному занижению реальных ускорений скоростей и перемещений грунта.

Доказательность таких результатов обеспечена экспериментально в Кыргызстане на основании опытов, проведенных по специально разработанной программе. При этом оказалось, что стандартные маятниковые акселерометры и сейсмометры не способны точно отобразить параметры колебаний виброплатформы.

Отсюда следует вывод о том, что применяя только маятниковые приборы, невозможно получение достоверной информации о параметрах разрушительных сейсмических воздействий. Это объясняет причину неудач официальной анти резонансной стратегии сейсмозащиты зданий.

В заключение подчеркнем, что для официально признанной фиксации разрушительных импульсов необходимо применить вместо традиционных приборов маятникового типа современную аппаратуру, которая способна измерить реальную скорость грунта. Полученные при этом результаты смогут привести к позитивным преобразованиям в сфере сейсмозащиты зданий и сооружений.

#### ***Список литературы***

1. *Смирнов С.Б.* «Упругая отдача сдвигаемой толщи грунта как реальная причина 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 soil thickness, displaced by abyssal seismic waves», The integrated scientific Journal, Moscow, Russia, 2009, №7, p.p. 64-68.
3. «Soils and Foundations», Special issue of Geotechnical aspect of the January 17, 1995 Hyogo-Ken Nanbu Earthquake, Japanese Geotechnical Society, January 1996, p. 356.
4. *Ордобаев Б.С.* «О фундаментальной концепции по сейсмостойкости и сейсмоустойчивости зданий при сильнейших землетрясениях». – Бишкек: Вестник КРСУ, том 15, №9, 2015. – с. 133-138.
5. *Смирнов С.Б., Ордобаев Б.С., Бозов К.Д., Айдаралиев Б.Р., Садабаева Н.Д.* «Исследование достоверности резонансно-колебательной модели сейсмического разрушения зданий». – Бишкек: Вестник КРСУ, том 13 (№7), 2013. – с. 158-162.
6. *Сеитов Б.М., Ордобаев Б.С.* «Некоторые вопросы модели сейсмостойкости зданий и сооружений». – Бишкек: Вестник КРСУ, том 15, №9, 2015. – с. 141-147.
7. *Смирнов С.Б., Ордобаев Б.С., Айдаралиев Б.Р.* «Сейсмические разрушения – альтернативный взгляд». Сборник научных трудов, ч. I. – Бишкек: Айат, 2012. – 138 с.