

АНАЛИЗ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ РАЗРУШЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ*Смирнов С.Б., Ордобаев Б.С.**Кыргызско-Российский Славянский университет, Бишкек, Кыргызская Республика**e-mail: ordobaev@mail.ru***ANALYSIS OSCILLATORY MODELS DESTROYED BUILDINGS AND STRUCTURES***Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyz Republic**e-mail: ordobaev@mail.ru**Приведен анализ резонансно-колебательной модели сейсмического разрушения сооружений.**The analysis of the resonant vibrational model of seismic destruction facilities.*

Ранее в [1 – 3] уже было детально описано противоречие между необычным сдвиговым характером всех сейсмических разрушений, происходящих в колоннах, стенах, простенках, перемычках и нынешней резонансно-колебательной сейсмической доктриной. Кроме того, была обнаружена высокая вероятность того, что все эти необычные разрушения вызваны неизвестными пока ударно-волновыми воздействиями в грунте.

Последние исследования показали, что и для многих других типов сооружений и объектов сейсмические разрушения тоже имеют столь же необычную форму, которая может возникнуть лишь при очень больших волновых ускорениях грунта (свыше 10^3g). Такие ускорения возможны лишь при квазударных импульсах. К указанным разрушениям относятся: разрывы проводов ЛЭП; срезание анкерных болтов в трансформаторах ЛЭП; сбрасывание зданий с фундаментов; срезы высоких и низких труб опор мостов и эстакад; отрывы породы или бетона вдоль вертикальных плоскостей горных выработок тоннелей, шахт и иных подземных сооружений; боковое раздавливание подземных трубопроводов; разрывы водопроводов, рельсов и кабелей; гидравлические удары в грунтах; разрушения горных пород; выбрасывание камней из грунта и т.д.

Особо надо отметить часто встречающийся случай специфических локальных разрушений, когда землетрясение «вырезают» из зданий и сооружений их отдельные участки вертикальными плоскостями, оставляя совершенно нетронутыми соседние части. Эти локальные разрушения не только абсолютно опровергают колебательную и подтверждают ударно-волновую модель сейсмических разрушений, но и говорят о наличии в грунте особо узких «коридоров-волноводов», которые наиболее благоприятны для распространения

ния сейсмических ударных волн. Эти «волноводы» лишь недавно были открыты российскими геологами В.И. Диваковым и А.Н. Русановым. Сам факт их открытия говорит о том, что до этого мы практически не имели достаточной информации о специфике волнопроводимости грунтов.

Помимо необычных картин всех сейсмических разрушений, которые не укладываются в официальную сейсмическую доктрину, имеется еще много других факторов и явлений, идущих с ней вразрез. Перечислим здесь лишь несколько самых общеизвестных и весомых фактов:

полное несоответствие между реальной величиной всех остаточных сейсмических смещений грунта, достигающей иногда нескольких метров, и их приборной величиной, которая всегда равна нулю на сейсмограммах;

постоянное несоответствие между сейсмограммами и акселерограммами, записанными в одном и том же месте;

несовпадение сейсмограмм, записанных одинаковыми и установленными рядом сейсмометрами;

противоречие между ожидаемыми колебательными движениями в грунте, создающими в нем циклические растягивающие напряжения, и полной неспособностью поверхностных грунтов к восприятию растягивающих напряжений;

противоречие между теоретически неизбежным очень быстрым вязким затуханием сейсмических сигналов в связи с малостью их ускорений ($\ddot{v}_r < 2g$) и реальным отсутствием быстрого затухания этих сигналов;

наконец, противоречие между ожидаемой по расчету теоретически высокой сейсмостойкостью многих специально защищенных зданий и их перманентными разрушениями, происходящими в реальности.

Все эти противоречия и факты полностью ставят под сомнение достоверность той информации о характере и параметрах сейсмических движений грунта, которую дают нам нынешние инерционные сейсмические приборы-маятники. По ряду причин они используются в сейсмике в течении последнего столетия и прочно утвердились в качестве главного и единственного источника информации о сейсмических воздействиях.

В связи с этим возникает необходимость тщательно проверить корректность формулировки и решения той задачи, которая ставится в сейсмометрии при использовании маятниковых приборов.

Начнем эту проверку с анализа уравнения колебаний сильно демпфированного короткого маятника-акселерометра, которое имеет следующий вид

$$-\ddot{v}_r(t) = v(t)\omega^2 + 2\dot{v}(t)\alpha\xi + \ddot{v}(t), \quad (1)$$

где ω – частота собственных колебаний маятника, а ξ – параметр его затухания.

Из уравнения (1) видно, что искомая акселерограмма $\ddot{v}_r(t)$ есть не что иное, как сумма трех графиков: графика колебаний, записанного прибором $v(t)$ и графиков двух его производных $\dot{v}(t)$ и $\ddot{v}(t)$ (при условии, что время действия нагрузки t_1 не слишком мало).

Эта простота и ясность в решении задачи по получению истинной акселерограммы явно противоречит тому множеству трудностей, которые приходится преодолевать сейсмикам при получении «своих» акселерограмм. Однако источник этих трудностей сразу становится очевидным, если заметить, что по традиции сейсмике никогда не строят графики $\dot{v}(t)$ и $\ddot{v}(t)$, так как они используют не строгое управление (1), а лишь его усеченный вариант вида

$$-\ddot{v}_r(t) = v(t)\omega^2, \quad (\text{при } \omega^2 = \text{const} \quad (2))$$

В (2) считается, что график $v(t)$ одновременно является графиком ускорений грунта $\ddot{v}_r(t)$ в масштабе ω^2 , и поэтому графики $\dot{v}(t)$ и $\ddot{v}(t)$ не нужны.

Для того, чтобы доказать правильность базисного соотношения (2) (которое согласно смыслу и форме управления (1), в общем случае заведомо не верно), были предприняты следующие теоретические построения. Сначала была найдена простейшая гармоническая функция $\ddot{v}_r(t) = \ddot{v}_r \sin \theta t$, которое удовлетворяет условию (2) при наложении на нее ряда жестких ограничений. Эти ограничения состоят в следующем:

время действия ускорений $\ddot{v}_r(t)$ должно быть не менее $2\pi \times \omega^{-1}$ для того, чтобы полностью успели затухнуть собственные колебания прибора, искажающие входной сейсмический сигнал $\ddot{v}_r(t)$;

должны быть сведены к минимуму искажения сигнала $\ddot{v}_r(t)$ по фазе и амплитуде при его отображении вынужденными колебаниями прибора $v(t)$. Это возможно лишь при условии, что частота собственных колебаний акселерометра ω будет на порядок выше частоты колебаний грунта θ (т.е. при $\omega > 10\theta$), а коэффициент затухания не превысит 0,5. Лишь в этом случае, согласно [4], коэффициент динамичности прибора $D \approx 1$, а его сдвиг по фазе ϕ не составит более 6° .

В результате всех этих ограничений искажающее влияние частотной и фазовой характеристик акселерометра будет сведено к минимуму, а также станет приближенно выполняться соотношение (2) для гармонической нагрузки $P_s(t) = -m\ddot{v}_r \sin \theta t$.

Однако ясно, что эта абстрактная нагрузка пока не имеет ничего общего с реальной сейсмической нагрузкой (судя по форме всех записанных во время землетрясения графиков $v(t)$). Поэтому далее сейсмиками был использован следующий логический переход: если разложить любую неизвестную нам сейсмическую нагрузку в ряд Фурье, то она станет суммой бесконечного ряда синусоиды потому автоматически бу-

дет удовлетворять условию (2) и [4]. Но этот логический прием содержит в себе целые три принципиальные ошибки. Во-первых, в нем полностью упускается из вида, что далеко не любая функция $\ddot{v}_r(t)$ удовлетворяет известным условиям теоремы Дирихле, и потому нет гарантии, что она сможет быть разложена в ряд Фурье, всюду сходящийся к ней самой. Во-вторых, при этом не учитывается то важнейшее обстоятельство, что при разложении в ряд Фурье функции реальных сейсмических нагрузок, имеющих скачки в себе и в любых своих производных, меняют свои ключевые свойства, так как при разложении по синусоидам и косинусоидам все эти скачки сглаживаются и исчезают. Но ведь именно эти скачки в нагрузке $P = -m\ddot{v}_r(t)$ [4] вызывают все те собственные колебания приборов, искажающих форму нагрузки $P(t)$. Иначе говоря, воображаемое разложение реальной «негладкой» нагрузки $P(t)$ в ряд Фурье дает нам качественно иную «гладкую» нагрузку $P_\phi(t)$. Мнимая операция разложения неизвестной нагрузки создает лишь иллюзию возможности точного отображения инерционным прибором реальной «негладкой» нагрузки $P(t)$ в виде $P_\phi(t) = -m\omega^2 v(t)$.

Следует иметь в виду, что любая периодическая нагрузка, имеющая скачки у себя или у любой из своих производных, непрерывно подвозбуждает ими собственные колебания прибора. При этом на практике мы имеем вместо установившегося режима – постоянный переходный режим, что, как правило, упускается из вида. Судя по сериям всплесков на всех графиках $v(t)$, именно этот случай возникает на практике, и потому реальная сейсмическая нагрузка явно имеет упомянутые скачки.

Если бы нам удалось воздействовать на прибор не реальной нагрузкой, а ее разложением в ряд Фурье, то мы получили бы не реальную, а качественно иную картину колебаний прибора $v_\phi(t)$, где уже не было бы его собственных колебаний. Наконец, в-третьих, даже эту «сглаженную» нагрузку, которая представлена суммой ее ряда Фурье, не смогут скопировать колебания акселерометров. Ведь хорошо известно [4], что все высокочастотные гармоники ряда Фурье, имеющие частоту $\theta_j > 0,1\omega$, искажаются по фазе и по амплитуде при их отображении акселерометрами в связи с влиянием их фазовой и частотной характеристик. Поэтому здесь не будет никакого линейного подобия суммарных графиков $\ddot{v}_r(t)$ и $v(t)$ и, следовательно, никогда не будет выполняться базовое условие сейсмометрии в форме (2).

Практически невозможно избавиться от главных искажений первого типа, вносимых собственными колебаниями приборов-маятников, при отображении ими движений грунта v_r и его ускорений \ddot{v}_r , имеющих скачки в v_r и в $\partial^n v_r / \partial t^n$, до тех пор, пока прибор еще остается маятником. Поэтому все усилия сейсмиков направлены лишь на борьбу со второстепенными искажениями второго типа, которые вносят частотные характеристики приборы в свои вынужденные колебания v_ϕ при отображении ими \ddot{v}_r и v_r . При этом совсем необоснованно подразумевается, что главные искажения (т.е. искажения первого типа) вообще полностью отсутствуют. Это допущение абсолютно противоречит наличию всплесков на всех графиках $v(t)$, записанных акселерометрами и сейсмометрами, и отображающих скачки в $v(t)$ и в любых ее производных.

Итак, мы показали, что все графики, записанные акселерометрами, не могут быть реальными акселерограммами по целой совокупности причин, перечисленных выше. На самом деле, они являются лишь некоторой пока нам неизвестной комбинацией из собственных затухающих колебания прибора и каких-то элементов сейсмических движений грунта.

Что касается другой задачи, решаемой в сейсмометрии при построении сейсмограмм, то легко убедиться в том, что она попросту неразрешима, так как в ее уравнении, помимо искомой функции смещений грунта $v_r(t)$, появляются еще две неизвестные константы.

Действительно, для того чтобы получить уравнение, куда вместо ускорений $v_r(t)$ в явном виде входят перемещения грунта $v_r(t)$, нам необходимо дважды проинтегрировать уравнение (1). При этом мы получим

$$-v_r(t) = v(t) + 2\xi\omega \int v(t) dt + \omega^2 \int \int v(t) dt dt. \quad (3)$$

Но при двойном интегрировании функции, входящих в (1), в (3) появятся еще две неизвестные константы C_1 и C_2 . Поэтому в принципе невозможно получить из (3) точное значение смещений грунта $v_r(t)$ в зависимости от формы колебаний прибора $v(t)$. Кроме того, из решения уравнения (1) также следует, что при наличии поступательных сейсмических смещений грунта, происходящих по линейному закону $v_r(t) = k_1 t$, маятник сейсмометра будет совершать лишь затухающие собственные колебания. Если $v_r(t) = k_2 t^n$, то вид $v(t)$ тоже будет иной. Т.е. прибор-маятник при $v_r \neq \omega^2 v_r$, не отобразит почти никаких поступательных перемещений грунта (т.к. не способен это сделать). Об этом со всей очевидностью свидетельствует вся практика сейсмометрии, где остаточные сейсмические смещения грунта всегда равны нулю, тогда как в реальности они достигают нескольких метров.

Итак, мы доказали, что уже сам факт постоянного наличия серии всплесков на всех записях инерционных сейсмических приборов неопровержимо говорит о том, что они содержат собственные колебания приборов и потому в принципе не могут быть реальными сейсмограммами и акселерограммами.

Все перечисленные выше допущения, упрощения, противоречия и ошибки в сейсмической доктрине были изначально запрограммированы и заложены в нее в результате принятия простейшей колебательной модели сейсмических движений грунта и резонансной модели сейсмических разрушений зданий. Такую абстрактную модель не следовало принимать даже в качестве временной расчетной предпосылки, ибо она сразу была весьма сомнительна по следующим причинам:

Во-первых, маловероятно, чтобы из всего широчайшего спектра возможных частот колебаний в грунте при землетрясениях возникают именно те частоты, которые близки к собственным частотам зданий (как будто природа нарочно решила их разрушить путем резонанса).

Во-вторых, многочисленные прямые эксперименты говорят о том, что здания вообще нельзя разрушить путем возбуждения в них резонансных колебаний, так как они немедленно защищаются и уходят от резонанса за счет своих неупругих деформаций.

В-третьих, маловероятно, чтобы сейсмические волны в грунте приняли именно самую простую и удобную для расчета, но наиболее трудную для реализации форму в виде волн гармонических колебаний. Эта форма естественна лишь для стоячей волны. Для возбуждения бегущих волн в форме гармонических колебаний необходимо наличие группы осциллирующих генераторов, которые явно отсутствуют в гипоцентре землетрясений.

В-четвертых, в поверхностном грунте, не способном воспринимать растяжение, в принципе невозможно появление таких волн, где циклически меняется знак напряжения.

В-пятых, все проверочные расчеты зданий, проведенные после землетрясений на действие записанных «сейсмограмм» и «акселерограмм», никогда не дают реальной схемы произошедшего разрушения.

В-шестых, сам факт сейсмических разрушений противоречит известным возможностям строительной механики, позволяющим исключить любое разрушение от любого воздействия, если информация о нем отвечает реальности.

Несмотря на все эти противоречия, колебательная сейсмическая модель получила всеобщее признание и превратилась в официальную сейсмическую доктрину. Ее главным достоинством была предельная простота и удобство реализации, что позволяло раз и навсегда уйти от непредсказуемого сложного расчета на абсолютно неизвестное истинное сейсмическое воздействие, параметры которого еще предстояло найти. Благодаря принятию этой доктрины сейсмикам удалось свести весь сложнейший и неизученный сейсмический расчет зданий к решению стандартной динамической задачи об их вынужденных колебаниях. По этой причине сейсмика с самого начала стала функционировать как самый обычный раздел динамики и за все время своего существования, по сути, не сделала ничего качественно нового.

В результате всего вышеизложенного мы до сих пор не имеем практически никакой достоверной информации о реальных параметрах разрушающего сейсмического воздействия и защищаем здание не от реальной опасности, а от фиктивных резонансных колебаний. Это является главной причиной постоянных неудач в борьбе с сейсмическими разрушениями сооружений.

Точную информацию об опасном сейсмическом воздействии можно получить, лишь используя качественно иные (высокочувствительные) приборы, способные охватить и отобразить очень широкий диапазон ускорений грунта от 100g до 10⁵g.

В заключении кратко перечислим некоторые предлагаемые нами принципы сейсмозащиты зданий от ударных сейсмических импульсов:

1. Отказ от подвальных помещений.
2. Отказ от массивных фундаментов и от земляных работ нулевого цикла, нарушающих цельность грунтового основания.
3. Запрет на строительство в зонах, где проходят «волноводы».
4. Использование только свайных фундаментов с выступающими из земли оголовниками, которые защищены от среза стальными обоями.
5. Введение сейсмоизолирующих толстых надземных фундаментных плит, лежащих на песчаной подушке и на выступающих концах свай (для гашения волн).
6. Отказ от использования хрупких строительных материалов (кирпич, камень, грунтоблоки, неармированный бетон и т.д.)

Литература

1. Смирнов С.Б. Ударно-волновая концепция сейсмического разрушения и сейсмозащиты сооружений // Бетон и железобетон. – N 11. – 1992. – С. 28 – 30.
2. Смирнов С.Б. Причины разрушения «сейсмостойких» железобетонных зданий и принципы эффективной сейсмозащиты // Бетон и железобетон. – N 3. – 1994. – С. 22 – 25.
3. Sergey Smirnov. Discordances between real seismic destructions and present calculations. International Civil Defence Journal, N 1, 1994.
4. Саверенский Е.Ф., Киринос Д.П. Элементы сейсмологии и сейсмометрии. – М.: Гостехиздат. – 1966. – С. 543.
5. Смирнов С.Б., Ордобаев Б.С., Айдаралиев Б.Р. Сейсмические разрушения - альтернативный взгляд, Сборник научных трудов, часть 1. Бишкек 2012, -138с.
6. Смирнов С.Б., Ордобаев Б.С., Айдаралиев Б.Р. Сейсмические разрушения - альтернативный взгляд, Сборник научных трудов, часть 2. Бишкек 2013, -144с.

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ СИЛЬНЕЙШИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

*Ордобаев Б.С., Атамбек у. М.
Кыргызско-Российский Славянский университет, Бишкек, Кыргызская Республика
E-mail: ordobaev@mail.ru*

SEISMIC STABILITY OF BUILDINGS AND STRUCTURES DURING STRONG EARTHQUAKES

*Ordobaev B.S., Atambek u. M.
Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyz Republic, E-mail: ordobaev@mail.ru*

В настоящей статье рассматриваются новые концепции разрушения здания и сооружения при землетрясениях. Отвергается колебательная модель землетрясения. Предлагается импульсно-волновая (толчки) модель землетрясения.

Очевидцы сильных землетрясений почти всегда ощущали и описывали два качественно разных типа сейсмических движений грунта. Во-первых, это были краткие и сильные одноразовые толчки и, во-вторых, это протяженные по времени колебания или вибрации [1]. При этом многие замечали, что разрушения зданий обычно происходят именно сразу после первых толчков и что возникшие затем вибрации, как правило, менее опасны и могут лишь усугубить раннее разрушения, но сами они никак не могут вызвать их появление [1...13].

Вот типовой пример описания землетрясения, происшедшего 26 июля 1963 г. в г. Скопле (Югославия). «Главный толчок носил характер удара и сопровождался сильными вибрациями грунта в течение 8-12 секунд» [1].

Вопреки всем подобным свидетельствам официальная сейсмическая наука изначально решила, что не толчки, именно сейсмический резонанс является главной и единственной причиной сейсмических разрушений. В СССР эта резонансная модель сейсмических разрушений господствовала вплоть до разрушительного Карпатского землетрясения 1986-го года. Поэтому идеологов резонансной модели интересовали только низкочастотные колебания грунта, т.к. лишь они могли ввести здания в резонанс.

В этой ситуации краткие сейсмические толчки (т.е. импульсы) никак не вписывались в их стройную и весьма эффективную стратегию анти резонансной сейсмозащиты. Поэтому неофициально было решено считать сейсмические толчки просто некой разновидностью колебаний, не способной вызвать резонанс в зданиях и потому не опасной. Это судьбоносное решение никогда не сопровождалось какими-либо объяснениями или строгими обоснованиями на официальном уровне и внедрялось в жизнь просто в явочном порядке.

Однако, при неофициальных дискуссиях его авторы, а также наиболее «продвинутые» сторонники всегда оправдывались следующим образом: «Если сейсмические толчки, т.е. импульсы, действительно существуют как самостоятельное воздействие, то мы вправе считать их просто отдельными колебаниями или даже их частью. При этом ясно, что одно отдельное колебание грунта гораздо менее опасно для здания, чем их серия, т.к. оно не может ввести здание в резонанс. Что же касается всплесков и скачков на всех акселерограммах, которые якобы отображают сейсмические импульсы, что мы считаем их просто отдельными, очень сильными колебаниями. В своих расчетах мы (в запас прочности) заменяем их на целую серию таких же сильных колебаний, что гарантирует безопасность зданий» [1].

На самый трудный вопрос о том, как же они умудряются находить ускорение в импульсах с помощью маятниковых акселерометров, всегда давался и ныне дается следующий стандартный ответ: «Никакой проблемы по определению точной величины ускорений, несомых импульсами, для нас не существует. Ведь умея определять ускорения колебаний в их серии, мы также легко сможем определить их и для одного колебания, т.е. для импульса, что мы и делаем в наших акселерограммах» [1].

Вот именно в этом последнем оптимистическом утверждении как раз и скрыта та главная ошибка, выявление которого полностью опровергает официальную колебательную сейсмическую доктрину, и сводит на нет всю эффективность основанной на ней стратегии сейсмозащиты. Суть подвоха и ошибки состоит в следующем.

Дело в том, что стандартные маятниковые акселерометры действительно могут точно отображать ускорения низкочастотных колебаний грунта с постоянной частотой и амплитудой. Но они абсолютно не способны сделать это же самое для отдельных колебаний и тем более для импульсов по причине, скрытой в самом принципе работы маятникового акселерометра.

Разъясним суть проблемы. Рабочий орган акселерометра представляет собой массу m , закрепленную на жесткой сильно демпфированной пружине с жесткостью g . Эта масса начинает колебаться, как толь-

ко появляются сейсмические колебания грунта $\Delta_r(t)$. Эти колебания $\Delta_r(t) = \Delta_r^\alpha \sin \omega_r t$ имеют частоту ω_r и амплитуду Δ_r^α .

Интересующие нас ускорения колебаний грунта $a_r(t)$ с амплитудой $\alpha_r^\alpha = \Delta_r^\alpha \times \omega_r^2$ также описываются синусоидой вида $a_r(t) = \alpha_r^\alpha \sin \omega_r t - \Delta_r^\alpha \omega_r^2 \sin \omega_r t$. После очень быстрого затухания собственных высокочастотных колебаний массы m , возникших в момент вступления колебаний грунта, масса в акселерометре начинает просто повторять эти низкочастотные колебания грунта $\Delta_r(t)$, но со своей амплитудой Δ_m^α и с некоторым сдвигом по фазе величиной φ .

При этом амплитуда вынужденных колебаний массы в акселерометре величины Δ_m^α оказываются связанной с искомой амплитудой ускорений грунта α_r^α следующим базисным соотношением, заложенным в основу принципа работы маятникового акселерометра [2]:

$$\alpha_r^\alpha = \Delta_m^\alpha \left[\frac{r}{m} \right] D^{-1} = \Delta_m^\alpha \times \omega_M^2 \times D^{-1}. \quad (1)$$

где $\omega_M = \sqrt{\frac{r}{m}}$ - это частота собственных колебаний массы в акселерометре, которая должна быть много больше частоты ω_r ;

D - коэффициент динамичности, зависящий β и ξ , где $\beta = \omega_r \cdot \omega_M^{-1}$ - это соотношение частот, α - параметр затухания собственных колебаний m .

При $\beta < 0,6$ и $\xi = 0,7$ коэффициент D обращается в константу, равную единице и тогда согласно (1) график колебаний массы в акселерометре $\Delta_m(t)$, умноженный на ω_M^2 , превращает в акселерограммах, т.е. дает нам график ускорений для сейсмических колебаний грунта, сдвинутый по фазе на угол φ [2].

Для сейсмического импульса (рис.1), вступающего путем скачкообразного появления максимального ускорения $a = a^{max}$ ситуация качественно изменяется. Здесь полностью исчезает взаимное подобие графиков $a_r(t)$, (t) , и $\Delta_m(t)$. Более того, здесь максимуму ускорения грунта α отвечают нулевое смещение грунта $\Delta = 0$ (рис.1) и нулевое смещение не успевший сдвинуться массы акселерометра $\Delta_M = 0$. Т.е. вместо реального ускорения грунта $a = a^{max}$ мы увидим нуль на акселерограммах.

В результате ошибка, даваемая типовым акселерометром в момент вступления импульса, будет равна бесконечности, и реальные величины его ускорений останутся абсолютно неизвестными. Ясно лишь то, что они существенно превышают ускорения возбуждаемых ими колебаний грунта (рис 1).

Реальное присутствие импульсов формально отражают скачки и всплески на акселерограммах. Но их величина не дает нам никакого представления о величине реальных импульсных ускорений грунта и существенно занижает ее. Эти скачки отображают кратковременные вступления собственных высокочастотных колебаний массы в акселерометре под действием импульсов.

Отметим, что строгая теория маятниковых акселерометров [2] категорически запрещает появление таких колебаний на акселерограммах.

Теперь выясним, какова природа скачкообразного появления больших ускорений в сейсмических импульсах. Ясно, что они могут возникать только лишь в гипоцентрах землетрясений, а к зданиям их приносят сейсмические волны.

При описании механизма землетрясений большинство сейсмологов выдвигают принцип «упругой отдачи», когда скачком сдвигаются соседние блоки земной коры, которые до этого взаимно смещались, медленно накапливая сдвиговые напряжения τ вдоль линии их контакта (линии разлома).

Блоки земной коры сжаты между собой гигантским горизонтальным давлением μP (где P -это гравитационное давление от вышележащей толщи, а μ -коэффициент Пуассона). Несмотря на это интенсивное сдавливание блоков, с ростом в вершинах трещин, лежащих в плоскости разлома, возникают пики растягивающих напряжений σ^+ . Как только они превышают прочность межмолекулярных связей, происходит их разрыв, гигантские напряжения σ^+ порядка $0,1 E$ скачком исчезают (здесь E - это модуль упругости материала блоков). Такое скачкообразное исчезновение гигантского растяжения σ^+ эквивалентно нанесению удара по плоскости разлома. Именно в этот момент возникают импульсы со скачком ускорений (рис.1). В результате блоки резко сдвигаются на некоторую величину Δ , напряжения τ исчезают, и блоки вновь намертво скрепляются давлением μP .

Итак, «упругая отдача» блоков порождает разрушительные импульсы. Однако, сейсмическая наука считает, что из гипоцентра землетрясений к нам приходят вовсе не краткие разрушительные импульсы, а наоборот - длительные низкочастотные колебания, которые якобы именно там и зарождаются. Но для этого в гипоцентре должна возникнуть некая загадочная колеблющаяся масса, которая посылает к зданиям эти экзотические волны колебаний. Однако, среди всех известных моделей землетрясения нет ни одной модели, описывающей появление колебаний в толще земной коры. Т.е. сейсмическая наука, по существу, вообще не смогла объяснить природу тех колебаний, которые она решила считать единственной причиной сейсмического разрушения зданий.

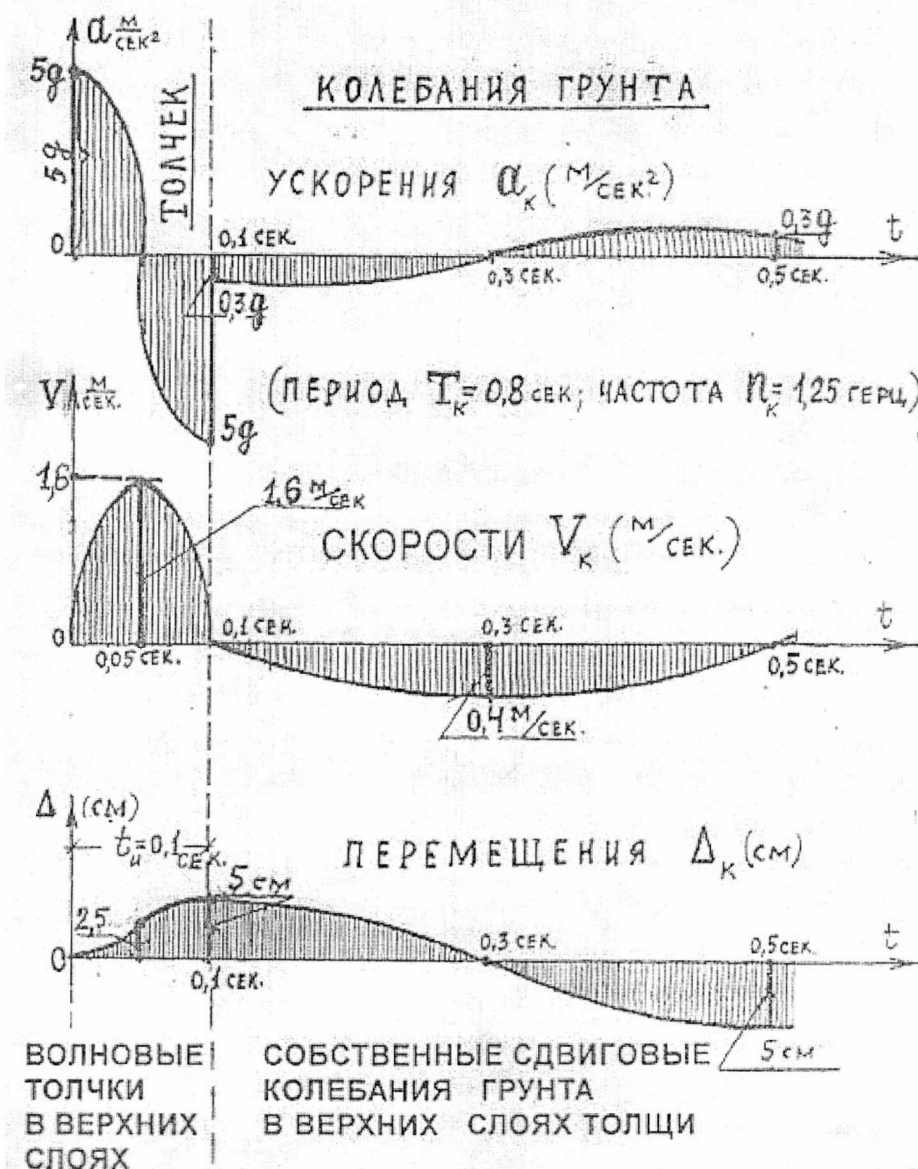


Рис. 1. Параметры сейсмических толчков и колебаний грунта

Рассмотрим вкратце, как вообще возникла, развивалась и трансформировалась официальная колебательная модель землетрясений.

При становлении сейсмической науки (в начале 20-го века) ей предстояло решить две задачи: во-первых определить параметры разрушительных сейсмических движений грунта и, во-вторых, разработать теорию расчета зданий на эти новые для нее воздействия. Уровень сложности этих задач мог оказаться непредсказуемого высоким, и поэтому возникло логичное желание максимально упростить задачу, увидев в землетрясении какое-то знакомое и хорошо изученное воздействие. И оно нашлось в виде низкочастотных колебаний грунта. Определение их параметров и расчет зданий здесь не представляли никаких трудностей. Более того, даже те примитивные маятниковые приборы, которые уже имелись у сейсмологов, позволяли им определять частоту и амплитуду постоянных сейсмических колебаний грунта и их ускорений.

Эту благостную картину портило лишь явное присутствие серии сильных сейсмических толчков с абсолютно неизвестными параметрами, которые невозможно было определить с помощью маятниковых приборов.

Взяв на вооружение эффектную и прекрасно разработанную теорию резонансного разрушения зданий, ученые удачно для себя распространили ее на землетрясения и похоронили под ней ненавистные им сейсмические толчки, поскольку они заведомо не могли ввести здания в резонанс.

Между тем сейсмические толчки (т.е. импульсы) регулярно проявляли себя не только в виде скачков на акселерограммах. Они проявлялись еще в необычных сдвиговых формах разрушений железобетонных колонн, кирпичных простенков и стен зданий, а также в хрупких разрушениях сварных швов и еще во

множестве иных форм и фактов сейсмических разрушений, которые в принципе, не могли быть результатом воздействия низкочастотных колебаний [3,4].

Однако официальная наука успешно игнорировала все факты сейсмических разрушений, которые противоречили ее базовой модели [4].

Эта гибельная резонансная модель господствовала у нас вплоть до 1986 г. В связи с ней в стране было построено много гибких каркасных зданий и зданий с гибким 1-ым этажом, считавшихся «антирезонансными». Кроме того, были предложены еще и новые варианты конструкций, позволяющих искусственно уводить здания от резонанса. Наиболее известной была очень остроумная идея возведения повышено сейсмостойких зданий с особыми «выключающимися (лишними) связями».

В момент появления сейсмических колебаний эти связи должны были мгновенно разрушаться и этим гарантированно уводить здание от сейсмического резонанса.

Но в 1986 г. во время 8-ми балльного Карпатского землетрясения безо всякого резонанса, а под действием лишь сейсмических толчков в Кишиневе и других городах и поселках были срезаны железобетонные колонны во многих «антирезонансных» каркасных зданиях, рассчитанных на 9 баллов [5]. Это явилось полной неожиданностью для теоретиков антирезонансной сейсмозащиты. В результате эта теория была сразу похоронена и ее идеологи больше никогда не упомянули о сейсмическом резонансе.

Более того, теперь они старались вообще заменить термин колебания термином «сейсмические воздействия». Но при этом они по-прежнему применяли лишь примитивные маятниковые приборы, нацеленные только на фиксацию гармонических колебаний с постоянной амплитудой и частотой.

Надо подчеркнуть, что еще нигде не было зафиксировано изгибное разрушение железобетонных колонн, ожидаемое при резонансе. Даже при попытках его искусственного создания здания всегда уходили от резонанса за счет своих неупругих деформаций. Гибкие железобетонные каркасные здания и здания с гибким 1-ым этажом вновь проявили свою повышенную уязвимость в январе 1995г. в Японии г. Кобе [6]. Их железобетонные колонны, так же как и в 1986г. в Кишиневе были срезаны сейсмическими импульсами без образования изломов, ожидаемых при сильных колебаниях зданий. Там же был развеян миф о неразрушимости зданий со стальным каркасом, где впервые произошли массовые хрупкие разрушения сварных швов [6]. Этот эффект могли произвести только квазизударные волновые импульсы, но уж никак не колебания грунта и зданий [3,4]. Но даже катастрофа в г. Кобе, где были срезаны самые современные и сейсмостойкие здания, не смогла похоронить господствующую и ныне колебательную сейсмическую модель, губительную для населения, живущего в сейсмических зонах.

Следует подчеркнуть, что при отсутствии фактов сейсмического резонанса, сданного в архив сейсмической наукой, и при ее упорном нежелании замечать опасные сейсмические толчки, нам стала вообще непонятна официальная причина катастрофических сдвиговых разрушений при землетрясениях, т.к. их, в принципе, не способны производить те колебания, которые регистрируют маятниковые акселерометры.

Что касается объяснения природы сейсмических колебаний грунта, то нам было изначально ясно, что они не могут приходить из гипоцентра землетрясений, а должны сами возникать в грунте непосредственно под зданиями в момент прихода сейсмических волн.

Чтобы вскрыть механизм появления этих колебаний, мы изучили специфические свойства поверхностной толщи грунта и выявили, что его поверхностные слои имеют чрезвычайно низкую сдвиговую жесткость, т.е. очень высокую сдвиговую податливость по сравнению с ниже лежащими слоями. Величины их модуля сдвига G и модуля жесткости E в среднем примерно на два порядка ниже, чем в глубинных слоях. Это связано там с высоким процентом содержания пор. По мере движения в глубь вместе с ростом плотности грунта ρ очень интенсивно нарастают модули E и G за счет снижения объема пор. На глубине H порядка 100м под возросшим давлением схлопываются почти все поры и прекращается быстрый рост жесткостных параметров E и G при дальнейшем заглублении.

Покажем насколько высок градиент изменения жесткостных параметров E и G в верхней толще грунта и соотношение их величин с параметрами в более глубоких слоях. Для этого воспользуемся данными экспериментов по измерению величины скоростей распространения волн в грунтах на разной глубине и связью этой величины с параметрами E и G в виде $E = \rho c^2$, $G = \rho \bar{c}^2$, где c и \bar{c} – это фазовые скорости продольных и поперечных волн в грунтах с плотностью ρ . Результаты измерения скорости c в глинах, данные в [7], таковы:

на глубине $H=1$ м; $\rho=1,4$ т/м³; $c=260$ м/сек;

на глубине $H=60$ м; $\rho=2,8$ т/м³; $c=1870$ м/сек;

То есть в верхних слоях толщи скорость c снижается примерно в 10 раз по сравнению с основанием толщи. Учтя, что плотность ρ снижается вдвое, найдем, что наверху модуль $E = \rho c^2$ снизится в 200 раз. Примерно во столько же раз снижается наверху и модуль сдвига G , а средние значения параметров E и G для толщи в целом примерно в 100 раз меньше, чем для подстилающих ее слоев грунта. Т.е. сдвиговая жесткость верхней толщи грунта примерно в 100 раз меньше, чем жесткость на сдвиг слоев в ее основании. Поэтому сейсмические импульсы, приходящие из гипоцентра, интенсивно сдвигают именно эту очень податливую верхнюю толщу.

После импульсного сдвига на величину Δ толща начинает совершать собственные возвратные сдвиговые колебания (рис. 1) с частотой ω , которую можно определить по приближенной формуле $\omega^2 = \frac{\pi}{m} \times k$, [8], где $k = GF (H)^{-1}$ – это возвратная упругая реакция толщи при смещении ее верха на единицу; $m = \rho HF$ – это масса толщи; $k = 0,4$ – это поправочный коэффициент, учитывающий то, что центр тяжести массы толщи расположен примерно на расстоянии $0,4H$ от низа; G – усредненный модуль сдвига толщи, ρ – средняя плотность ее грунта, F – площадь сечения толщи. С учетом формул для g и m находим, что:

$$\omega^2 = \frac{1}{0,4H^2} \times \frac{G}{\rho} = \frac{c^{-2}}{0,4H}; \quad \omega = \sqrt{2,5 \frac{\bar{c}}{H}}; \quad \bar{c} = \sqrt{\frac{G}{H}}, \quad (2)$$

где \bar{c} – это средняя скорость волны сдвига в поверхностной толще.

Задавшись взятой из [6] величиной $\bar{c} = 500$ м/сек при $H = 100$, находим согласно (2), что частота колебаний глинистой толщи ω равна: $\omega = 7,85 \text{ сек}^{-1}$ при периоде $T = 0,8$ сек (рис. 1). Этот результат отвечает примерно середине реального частотного диапазона, обычно даваемого сейсмограммами.

Ранее в [8] мы доказывали также, что поверхностная толща, состоящая из слабых пористых грунтов, обладает важным свойством резко усиливать разрушительный эффект, создаваемый сейсмическим импульсами. В скальном грунте с постоянным по глубине большим модулем сдвига этот усиливающий эффект отсутствует.

Именно это позволяет объяснить более низкую повреждаемость зданий, стоящих на скальном основании.

Итак, в землетрясениях объективно присутствует не одно, а два качественно разных типа движений грунта: волновые квази-ударные импульсы (ощущаемые как толчки) и возбуждаемые ими низкочастотные колебания, производимые верхней толщей грунта, сдвинутой импульсами, и ощущаемые как вибрации. При одинаковых смещениях грунта Δ (рис. 1) ускорения в толчке-импульсах превышают ускорения в колебаниях примерно в n раз, где $n = \frac{1}{4} (T_k |t_u|)^2$, T_k – период колебаний; t_u – время действия импульса. В примере на рис. 1 $n = 16$.

Именно игнорирование сейсмических толчков предопределяет перманентные неудачи в сфере сейсмозащиты.

Главным показателем этих неудач является полная неспособность официальных сейсмических Норм и Кодов обеспечить даваемые ими гарантии сейсмостойкости сооружений, даже при учтенной в Нормах силе землетрясения [9,10]. Ведь если здание построено в полном соответствии с требованиями Норм, то оно должно выдержать землетрясение с расчетным уровнем балльности. Но в реальности этого не происходит и «сейсмостойкие» здания часто разрушаются при «неопасном» для них уровне сейсмического воздействия [5,6].

Эти факты говорят о том, что официальные сейсмические строительные Нормы и Коды основанные на колебательной доктрине и строящие свои расчеты на базе дефектных акселерограмм, существенно занижают реальные сейсмические напряжения в сооружениях [9,10].

Для подтверждения этого основополагающего факта мы предлагаем впервые провести качественно новый эксперимент, который позволит, наконец, безоговорочно опровергнуть колебательную модель землетрясений. Мы предлагаем впервые провести прямые, а не косвенные измерения сейсмических напряжений в несущих элементах зданий и сравнить их с теми официальными напряжениями, которые до сих пор определяются лишь косвенно путем расчетов, проведенных на основе анализа записанных при этом акселерограмм.

Мы утверждаем, что реальные напряжения, создаваемые импульсами, окажутся существенно выше тех, которые будут вычислены на основе записанной здесь же акселерограммы.

Во избежании разночтений в процессе расчета мы предлагаем (в целях его упрощения) использовать в эксперименте простейшую конструкцию в виде короткой железобетонной колонны, защемленной в грунте, с грузом на вершине колонны. Разместив ее в зоне с постоянной сейсмической активностью надо измерить в ней касательные напряжения от первого же сейсмического толчка и сравнить их с теми же напряжениями, найденными на базе показаний акселерометра, размещенного на колонне. В [11] мы дали детальное описание и подробную проработку всех сторон, деталей и этапов этого эксперимента, проведение которого планируется в Кыргызстане в обозримом будущем.

Проведя этот эксперимент и обнаружив многократное расхождение между реальными и официальными напряжениями, мы наглядно опровергнем официальную колебательную модель землетрясений.

После этого надо будет научиться определять параметры сейсмических импульсов с помощью новых качественно иных приборов. А затем придется разработать теорию расчета зданий на импульсные волновые воздействия, идея, которой была предложена в [12].

На этой основе надо будет создать качественно новую эффективную стратегию сейсмозащиты и разработать соответствующие ей Нормы и Коды по строительству реально сейсмостойких зданий.

Литература

1. Поляков С.В. Последствия землетрясений. – М.: Стройиздат, 1978, 331с.
2. Клаф Р., Пепзиен Дж. Динамика сооружений. – М.: Стройиздат, 1979, 320с.
3. Смирнов С.Б. Исследования аномальных форм в сейсмических разрушениях зданий, противоречащих официальной теории сейсмозащиты и опровергающих официальный взгляд на причины разрушения зданий при землетрясениях // Объединенный научный журнал. – М.: 2008, №9, с.51-59.
4. Смирнов С.Б. Формы сейсмических разрушений как надежный источник информации о реальном разрушительном волновом сейсмическом воздействии // Жилищное строительство, 2012, №1, с. 39-41.
5. Карпатское землетрясение 1986г. – Кишинев: Штининца, 1990, 334с.
6. «A survey report for building damages to the Hyogo – Ken Nanbu earthquake», Building Research Institute; Ministry of Constuction (Japan), 1996, March, 222p.
7. «Soils and Foundations». Special issue of Geotechnical aspects of the January, 17 1995, Hyogo – Ken Nanbu carthquake, Japanese Geotechnical society, January, 1996, 359p.
8. Смирнов С.Б. Поверхностная толща грунта, как усилитель разрушительного эффекта сейсмических волн и генератор сдвиговых колебаний // Жилищное строительство, 2009, №12, с.33-35.
9. Смирнов С.Б. СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» как документ, опровергающий официальную колебательную доктрину сейсмических разрушений зданий // Жилищное строительство, 2010, №4, с.9-11.
10. Смирнов С.Б. СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» и новый вариант СНиП 22-03-2009 как дополнительные источники сейсмоопасности и сейсмического риска для граждан Российской Федерации // Жилищное строительство, 2010, №9, с.49-51.
11. Смирнов С.Б., Ордобаев Б.С., Айдаралиев Б.Р. Сейсмические разрушения – альтернативный взгляд / Сборник научных трудов Ч.2. – Бишкек, 2013, 144с.
12. Смирнов С.Б. Особенности работы и прочностного расчета зданий при импульсных сейсмических воздействиях // Жилищное строительство, 1995, №3, с.14-17.
13. Сеитов Б.М., Ордобаев Б.С. Сейсмозащита и ее организация. – Бишкек: Айат, 2013.-172с.

УДК: 550.34

АЛГОРИТМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПРОЯВЛЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ВО ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВЕ

*Молдобеков К.М., **Молдобекова С.

*Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова,
Бишкек, Кыргызская Республика
**ИС НАН КР

Мезгил жана мейкиндиктердеги эсер титироолордун динамикалык куулуштарынын компьютерде моделдештирүү алгоритмалары жана программалары иштетилип чыгарылган.

Разработаны алгоритмы и программы компьютерного моделирования динамики проявления землетрясений во времени и пространстве.

In this article algorithms and programs are developed for computer modeling of dynamics of manifestation earthquakes in time and space.

Целью исследования является моделирование аномальных проявлений параметров предвестников землетрясений во времени и пространстве.

Постановка задачи. Пусть производится непрерывный мониторинг за изменениями значений предвестников землетрясений $P_i(t)$ в течение времени t , $i=1,2,\dots, k$ – предвестники. В результате мониторинга можно получить временной ряд значений сейсмо-геофизических полей (в дальнейшем параметры предвестника). Как показывает практика [1,2], что перед сильными землетрясениями происходит аномальное изменение величины $P_i(t)$ в каком-то интервале времени. Задача заключается в изучении пространственно-временного распределения параметров предвестника, выделении и параметризации аномальных участков временного ряда.

Ограничения. 1. Единичные скачки величины $P_i(t)$ за один шаг измерения считается ошибкой и не рассматривается как предвестник.

2. Отсутствует наложение нескольких предвестников.

Алгоритмы моделирования пространственного распределения очагов землетрясений

Литература

1. Поляков С.В. Последствия землетрясений. – М.: Стройиздат, 1978, 331с.
2. Клаф Р., Пепзиен Дж. Динамика сооружений. - М.: Стройиздат, 1979, 320с.
3. Смирнов С.Б. Исследования аномальных форм в сейсмических разрушениях зданий, противоречащих официальной теории сейсмозащиты и опровергающих официальный взгляд на причины разрушения зданий при землетрясениях // Объединенный научный журнал. – М.: 2008, №9, с.51-59.
4. Смирнов С.Б. Формы сейсмических разрушений как надежный источник информации о реальном разрушительном волновом сейсмическом воздействии // Жилищное строительство, 2012, №1, с. 39-41.
5. Карпатское землетрясение 1986г. – Кишинев: Штининца, 1990, 334с.
6. «A survey report for building damages to the Hyogo – Ken Nanbu carthquake», Building Research Institute; Ministry of Constuction (Japan), 1996, March, 222p.
7. «Soils and Foundations». Special issue of Geotechnical aspects of the January, 17 1995, Hyogo – Ken Nanbu carthquake, Japanese Geotechnical society, January, 1996, 359p.
8. Смирнов С.Б. Поверхностная толща грунта, как усилитель разрушительного эффекта сейсмических волн и генератор сдвиговых колебаний // Жилищное строительство, 2009, №12, с.33-35.
9. Смирнов С.Б. СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» как документ, опровергающий официальную колебательную доктрину сейсмических разрушений зданий // Жилищное строительство, 2010, №4, с.9-11.
10. Смирнов С.Б. СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» и новый вариант СНиП 22-03-2009 как дополнительные источники сейсмоопасности и сейсмического риска для граждан Российской Федерации // Жилищное строительство, 2010, №9, с.49-51.
11. Смирнов С.Б., Ордобаев Б.С., Айдаралиев Б.Р. Сейсмические разрушения – альтернативный взгляд / Сборник научных трудов Ч.2. – Бишкек, 2013, 144с.
12. Смирнов С.Б. Особенности работы и прочностного расчета зданий при импульсных сейсмических воздействиях // Жилищное строительство, 1995, №3, с.14-17.
13. Сеитов Б.М., Ордобаев Б.С. Сейсмозащита и ее организация. – Бишкек: Айат, 2013.-172с.