

С.В. Мишин

(Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило;
e-mail: mishin@neisri.ru)

О РОЛИ ТЯГОТЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

На основе ударной модели сейсмических процессов анализируется вероятный сценарий процесса Кулинского землетрясения 1972 г. Землетрясения предлагается отнести к процессам просадки зданий и горным ударам.

Ключевые слова: горное сооружение, тяготение, удар, магнитуда, механический импульс.

S.V. Mishin

ON THE GRAVITATION DURING THE EARTHQUAKE PROCESS

Feasible scenario of the Kulu'earthquake in 1972 is analyzed on the basis of shock wave model of seismic processes. It is offered to attribute earthquakes to the processes of buildings collapse and rock bursts.

Key words: rock building, gravitation, impact, magnitude, momentum.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 12 мая 2016 г.

Современная сейсмология встречает трудности при физическом анализе процессов. Интенсивность источников – очагов землетрясений – оценивается значениями магнитуды, величиной формальной, не связанной с физикой процесса; сотрясения материальных структур, удаленных от источника, оцениваются баллами макросейсмической шкалы, предпринимаются попытки связать интенсивность сотрясений с кинематическими характеристиками движения – смещениями, скоростью и ускорениями движения "грунта". Модели процесса землетрясения, в основном, базируются на представлениях "упругой отдачи", причем оценки запасов упругой энергии заведомо не определены. Накопление упругой энергии и его разрядка с мощностью, характерной для землетрясений, не могут корректно объясняться, с точки зрения современной физики [4].

Разрабатывается альтернативная модель сейсмических процессов, основанная на ньютоновской механике [6]. С точки зрения автора, важнейшую роль в сейсмических процессах играет тяготение Земли. Определение автором сейсмических процессов:

1. Сейсмическое излучение представляет собой распространение в материальной среде механического импульса. Это положение подтверждено экспериментально при регистрации сотрясений от механических ударов и взрывов. В источнике излучения происходит переход потенциальной энергии (гравитационной, химической, электромагнитной, упругой) в кинетическую энергию движущихся масс. Массы приобретают импульс и передают его в пространстве по законам удара.

2. Сотрясения материальных систем представляют собой механическое движение связанных масс, которое определяется действием ньютоновских сил, связанных с изменением импульса, принесенного сейсмическим излучением; цунами – сотрясение жидкой среды.

3. Землетрясение есть природный источник сейсмического излучения, действующий при перемещении блока горных пород. Неуравновешенный гидростатически блок в период подготовки толчка взаимодействует составляющей своего веса с прочностью контактовой зоны, в результате чего породы на контакте разрушаются и блок приходит в движение, приобретая кинетическую энергию и механический импульс. При ударе, вызванном торможением движения, блок отдаёт среде приобретённый импульс.

4. Сейсмическая активность участка земных недр определяется характером преобразования рельефа участка – перемещением массивных блоков в процессе выравнивания поля веса – наиболее значимого силового поля, действующего на горные породы. Процесс сейсмической активности, или сейсмичность, представляет собой дискретное излучение порций сейсмической радиации (механического импульса), сопровождающее акты перемещения элементов рельефа горных стран.

Напряжённое состояние земных недр

Напряжённое состояние недр определяется весом горных пород. На глубинах, характерных для очагов землетрясений, 99 % напряжений определяются статической весовой нагрузкой, переменные напряжения, связанные с тепловыми потоками, приливами и др., пренебрежимо малы, в сравнении с весом вышележащей толщи горных пород. Упругой энергией также следует пренебречь (упругие напряжения немедленно релаксируют, а процессы накопления упругости маловероятны). Земную кору складывают геологические тела, связанные химически. Каждое тело опирается на нижележащие структуры и удерживает в покое тела, располагающиеся выше. Опорные площадки составляют основу скелета (или – каркаса), удерживающего горные массы в равновесии – состоянии покоя. Средняя плотность структур оказывается в большинстве случаев меньше плотности образцов пород за счет полостей и трещин, разделяющих геологические тела. За счёт изостазии лёгкие структуры возвышаются над ландшафтом дневной поверхности в виде горных сооружений. Таким образом, тяготение планеты формирует не только внутреннюю структуру земных недр, но и отчасти дневную поверхность.

На глубинах, характерных для очагов землетрясений (в Магаданском регионе – это 3-10 км от дневной поверхности), опорные площадки выдерживают огромные давления (100-300 МПа). Сооружение и каждый его элемент опираются на внешние элементы среды так же, как и строительная конструкция. Устойчивость горного сооружения определяется существованием жесткого каркаса, который формируется множеством факторов – прочностью скальных пород, их раздробленностью или сланцеватостью, формами элементов, связанных в конструкцию, длительностью существования системы, её влагонасыщенностью и пр. Характеристики скальных пород в инженерной геологии рассматриваются, как правило, вблизи дневной поверхности [7, 8]. На свойства пород, располагающихся на глубинах, характерных для очагов землетрясений, кроме высоких давлений, влияют повышенные температуры. Экспериментальные данные о характеристиках вещества при таких условиях немногочисленны и неполны [2, 3].

Горное сооружение и землетрясения

В качестве примера рассматривается горное сооружение на участке "Кулу" в Магаданской области. На этом участке в 1972 г. произошло сильное землетрясение, которое ощущалось населением на большой территории (в частности, в г. Магадане на расстоянии 300 км от очага). Землетрясение сопровождалось серией афтершоков до октября 1972 г. За 40 лет на участке зарегистрировано 18 землетрясений энергетическими классами $K > 8$, из них 6 превысили $K = 10$.

Поверхность участка оцифрована с шагом 1 км, модель участка представлена на рис. 1. Поверхность изрезана долинами рек, максимальная высота горных вершин достигает 1579 м.

На рис. 2 представлен разрез горного сооружения по горизонтали 23. Синяя линия соответствует положению дневной поверхности, розовая линия иллюстрирует положение нижней границы участка в предположении, что средняя плотность пород сооружения составляет 2,5 тонн/м³, а плотность субстрата – 3 тонн/м³. Жёлтая линия построена в предположении, что средняя плотность сооружения – 2,7 тонн/м³, а плотность субстрата – 3 тонн/м³.

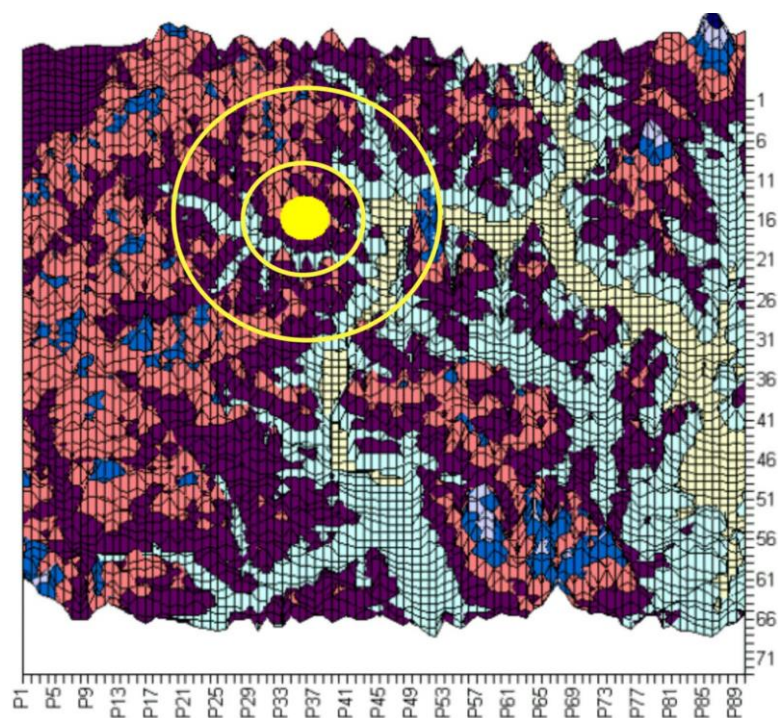


Рис. 1. Модель рельефа поверхности участка "Кулу". Жёлтым кружком отмечен эпицентр землетрясения 1972 г.

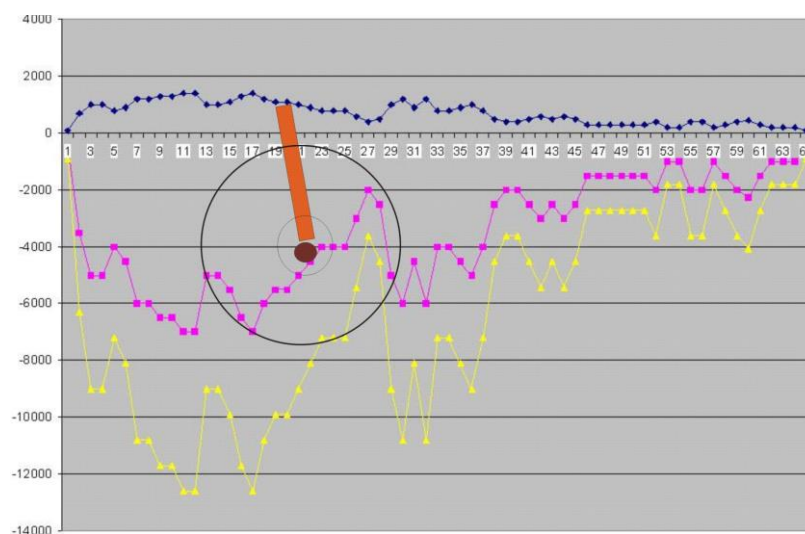


Рис. 2. Разрез горного сооружения "Кулу" по горизонтали 23

Рис. 2 иллюстрирует возможную картину процесса землетрясения. На глубине около 4 км произошло обрушение опорной площадки, и блок горных пород (на рисунке – оранжевый прямоугольник) сместился под действием гравитации на несколько сантиметров. В результате такого процесса дневная поверхность эпицентральной зоны может оставаться практически неизменной – сантиметровые и даже метровые смещения грунта трудно отмечать современными методиками. Удар при остановке блока формирует мощный пакет сейсмического излучения, который воспринимается как землетрясение.

Ниже рассматривается возможный сценарий этого землетрясения. Допустим, что сместившийся (оранжевый на рис. 2) блок представляет собой призму длиной 4 км и сечением 0,25 км². Масса такого блока составит 3×10^{12} кг, при смещении на 10 см энергия удара Mgh составит 3×10^{12} Дж. Блок приобретёт механический импульс $P = Mx\sqrt{2gh} \approx 4 \times 10^{12}$ кгм/с. Автор полагает, что значения магнитуды землетрясения имеют размерность импульса [5]; полученное значение импульса соответствует магнитуде $M = 5,5$. В [1] приведены 9 значений магнитуды Кулинского землетрясения 1972 г., полученные разными группами сейсмологов: 5,7; 5,6; 5,6; 5,3; 5,3; 5,3; 5,6; 5,5; 5,6. Там же цитируются "Макросейсмические описания" из "Ежегодника за 1972 г.":

"Изучение макросейсмических эффектов Колымского землетрясения осуществлено по собраным анкетным сведениям. Максимальная интенсивность землетрясения 6 баллов была отмечена в пос. Кулу, расположенном в 40 км к северо-западу от эпицентра.

По свидетельству начальника гидрометеорологической станции Кулу Е.А. Куракина, сотрясение ощущалось в 4 ч. 25 мин. утра и продолжалось 5-8 с. В момент толчка покачнулись шкафы, задрезжали стекла, падали неустойчивые предметы, со стен осыпалась известка. Многие жители поселка проснулись. В двухэтажных домах землетрясение было еще заметнее. Появились трещины в штукатурке, звенела посуда, дребезжали стекла окон.

С силой до 5 баллов толчок проявился в населенных пунктах Нагорный, Белова, Агробаза, Нелькоба, Усть-Омчуг, прииске имени 21-го съезда КПСС. Слышался подземный гул, напоминающий тракторный или похожий на гром и выстрелы орудий. Дребезжали стекла, вибрировал пол, звенела и сдвигалась с мест посуда. Беспokoйно вели себя домашние животные.

Очевидцы из пос. Усть-Омчуг сообщили, что ощущали сильную тряску, как в быстро идущем трамвае. Подпрыгивала посуда, раскачивались подвешенные предметы, сдвигалась с места мебель, с потолков осыпалась известка, местами появились трещины в штукатурке.

В Кадыкчане, Ягодном, Тангаре и г. Сусумане сила сотрясения составила 4 балла. Оно ощущалось многими жителями, некоторые чувствовали тошноту. Наблюдались вибрация стен, полов, звенела посуда, стекла окон, беспокоились домашние животные. В поселке Оротукан и Спорный землетрясение ощущалось с силой 3 балла.

В г. Магадан толчок был замечен жителями верхних этажей жилых зданий. Например, В.П. Шубина сообщила, что она проснулась от странного ощущения: качался диван-кровать, наклонилась ёлка, игрушки звенели, качалась люстра. Затем всё на миг стихло и через 5 с вновь закачалось. Многие жители проснулись от сильного дребезжания посуды, наблюдалось покачивание мебели, люстр (3-4 балла)" [1, с. 102-103].

В результате перемещения блока изменилась конструкция каркаса горного сооружения, отчего произошли последовательные толчки, сопровождающие перемещения других блоков – прошел афтершоковый процесс, после чего сооружение останется в покое до следующего события.

Заключение

В соответствии с разрабатываемой концепцией сейсмических процессов [5], источником энергии землетрясений является земное тяготение. На поверхности Земли отмечаются просадки строящихся зданий, в глубоких шахтах происходят горные удары, землетрясения относятся именно к этому ряду процессов. Приведённый пример позволяет согласовать наблюдаемые эффекты с ударной моделью землетрясения.

Литература

1. *Алешина Е.И., Годзиковская А.А., Гунбина Л.В. и др.* Сводный каталог землетрясений Северо-Востока России с древнейших времён по 1974 г. Обнинск, Магадан: ГС РАН, 2015. 152 с.
2. *Бриджмен П.* Исследования больших пластических деформаций и рыва. М.: ИИЛ, 1955, 444 с.
3. *Дмитриев А.П., Кузьяев Л.С., Протасов Ю.И., Ямщиков В.С.* Физические свойства горных пород при высоких температурах. М.: Недра, 1969. 160 с.
4. *Мишин С.В.* О гипотезе упругой отдачи в сейсмологии // Технологии техносферной безопасности. Вып. 2 (66). 2016. С. 173-180. <http://ipb.mos.ru/ttb>.
5. *Мишин С.В.* О физике сейсмических процессов. Эксперименты и модели // Lambert Academic Publishing. 2013. 196 с.
6. *Мишин С.В., Хасанов И.М.* О физике сейсмических процессов // Геофизика. № 4. 2015. С. 73-80.
7. *Мюллер Л.* Инженерная геология. Механика скальных массивов // Науки о Земле. М.: Мир, 1971. 256 с.
8. *Справочник* по инженерной геологии / Под ред. М.В. Чуринова. М.: Недра, 1974, 408 с.