

В. В. ЖАДИН

**ПОГЛОЩЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН И ПРИРОДА
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В КАМЧАТСКОЙ ЗОНЕ ТИХООКЕАНСКОГО
ПОДВИЖНОГО ПОЯСА**

(Представлено академиком Ю. А. Косыгиным 29 I 1974)

Степень поглощения энергии поперечных сейсмических волн, распространяющихся во внутренних областях вулканической зоны Камчатского полуострова, определялась по измерениям преобладающих периодов колебаний сигналов, зарегистрированных 15 сейсмическими станциями региональной сети. Использовались записи местных землетрясений с очагами, расположенными на глубинах от 10 до 250 км. Основанием для определения параметра Q (добротность среды) послужило положение о расширении волнового импульса при его распространении в несовершенной упругой среде, вытекающее из закона сохранения количества движения ⁽¹⁾. Вычисление средних значений \bar{Q} при этом можно производить с точностью до постоянного коэффициента на основе правила размерности, постулируя, как это обычно делается, независимость этой величины от частоты колебаний:

$$\bar{Q} = A \frac{l}{cT},$$

где T — преобладающий период колебаний сигнала, l — гиподетральное расстояние, c — скорость распространения волны и A — произвольный постоянный коэффициент.

Исследование статистических характеристик измеряемых на сейсмограммах периодов колебаний ⁽²⁾ позволяет считать, что средняя ошибка измерений составляет около 20%.

В основе предпринятых построений лежит предположение, что наблюдаемая неоднородность в распределении периодов колебаний сейсмических сигналов обусловлена лишь неоднородностью распределения поглощения в среде распространения волн. Иными словами, станционные поправки, относящиеся к искажениям частот сигнала, не принимались во внимание.

Был использован материал наблюдений, накопленный в течение года. Обработка производилась способом «просвечивания» слоев сейсмогенно-вулканической зоны, для чего последовательно отбирались записи от очагов, расположенных в промежутках глубин 10–20; 40–100; 110–150 и 160–250 км. При этом предполагалось, что рассматриваются слои 0–15; 0–70; 0–130 и 0–200 км. Отсчеты значений \bar{Q} относились к середине отрезка, соединяющего эпицентр землетрясения с местом наблюдения.

Всего было получено около 3000 значений \bar{Q} . При таком количестве измерений стало возможным характеризовать отдельные области сейсмогенно-вулканической зоны, основываясь на статистических особенностях измеряемой величины и используя для построения кривых распределения отсчетов \bar{Q} от 100 до 200 значений. Как это видно из рис. 4, по статистическим характеристикам выделяются 4 области, две из которых характеризуются нормальным законом распределения отсчетов, в двух других

отсчеты, при их относительно широком спектре, не образуют определенной закономерности.

Области с распределением значений \bar{Q} по нормальному закону, по-видимому, можно считать однородными по своему составу. Относительное смещение максимумов кривых распределения для них приблизительно на порядок допускает предположение о действии термоактивационных процессов в среде с малыми значениями \bar{Q} . По существующим представлениям

Рис. 1. Гистограммы измеренных значений \bar{Q} . Номера кривых соответствуют рис. 2

Рис. 2. Результаты «просвечивания» слоя 0–70 км сейсмогенно-вулканической зоны. 1 – однородная среда с малым значением Q ; 2 – неоднородная среда с преобладанием малых значений \bar{Q} ; 3 – неоднородная среда с преобладанием больших значений \bar{Q} ; 4 – однородная среда с большим значением Q ; 5 – действующие вулканы. 6 – ось глубоководного желоба

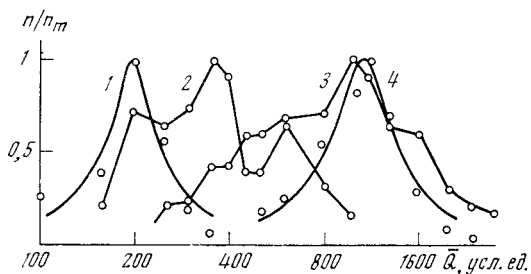


Рис. 1

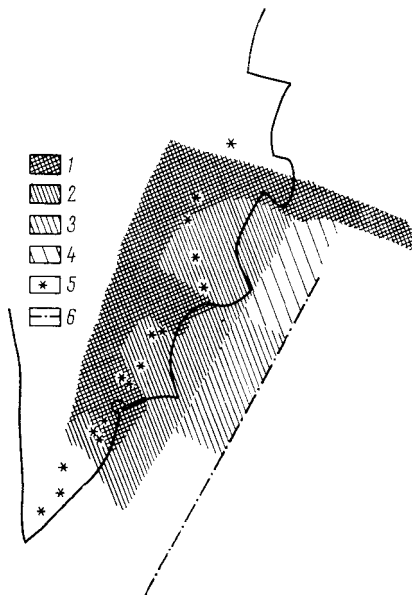


Рис. 2

эта среда является пластично деформируемой и описывается с помощью параметра эффективной вязкости, пропорционального величине Q . Пластическое состояние этой среды также подтверждается наблюдаемой зависимостью величин \bar{Q} от глубины:

Интервал глубин, км	0–15	0–70	0–130	0–200
\bar{Q} , усл. ед.	$200 \pm 20\%$	$190 \pm 10\%$	$200 \pm 15\%$	$270 \pm 15\%$

Увеличение \bar{Q} с глубиной здесь, вероятно, можно отнести за счет влияния давления, описываемого соотношениями типа уравнения Аррениуса.

В среде с высокими значениями \bar{Q} не отмечается зависимости этой величины от глубины; это, возможно, означает, что температура в ней недостаточно высока, чтобы обеспечить уровень активации молекулярных связей, влияющий на результаты сейсмических измерений.

Области с нерегулярным распределением отсчетов \bar{Q} естественно считать неоднородными по составу при размерах неоднородностей, превышающих длину волны (1–3 км). Их различие состоит в преобладании у первой из них отсчетов, соответствующих пластичной среде, тогда как у второй области такие отсчеты имеются лишь в незначительном количестве.

На рис. 2 показана картина взаимного расположения областей с различным характером поглощения сейсмических волн для слоя 0–70 км. Обращает на себя внимание то, что области, состоящие полностью и частично из пластичного материала с малыми значениями Q , распространены по всей сейсмогенно-вулканической зоне вплоть до гипоцентральной поверхности (зоны Беньоффа). Сравнивая полученные результаты с географической картой, можно видеть, что однородной пластичной среде соответствуют понижения рельефа местности и неоднородной, частично пластичной

тичной — повышения с расположенными на них действующими вулканами. Такой порядок отвечает результатам изучения окраинных бассейнов ⁽³⁾, согласно которым область однородной пластичной среды с высоким уровнем поглощения энергии сейсмических волн находится в стороне от расположения зоны действующих вулканов и испытывает погружение вследствие дегазации и охлаждения материала.

Согласно данным, приведенным выше, область пластичного материала с малыми значениями \bar{Q} начинается со сравнительно небольших глубин (не более 10 км). Это косвенным образом подтверждается также отсутствием заметных изостатических аномалий в сейсмогенно-вулканических зонах типа, подобного камчатской ⁽³⁾, а также фиксацией в ряде случаев понижений сейсмической скорости на глубинах около 15 км. Отсюда для случая сейсмогенно-вулканической зоны Камчатки следует считать маловероятной возможность накопления упругих касательных напряжений, необходимых для подготовки крупных землетрясений в рамках схемы механизма упругой отдачи Рейда.

Более вероятной их причиной, по-видимому, являются гравитационные оползни и обвалы, возникающие как акты установления изостатического равновесия. В пользу этого предположения свидетельствует также наличие в сейсмически активных зонах грабенообразных впадин, тектонических цирков, изрезанных морских берегов и других структур, происхождение которых можно отнести за счет оползневых явлений в прошлом. В прогнозе такого рода землетрясений наиболее прямыми являются методы динамической гравиметрии. Внутренние зоны с аномально низкой плотностью, появляющиеся в месте вероятного возникновения гравитационного оползня, могут быть обнаружены по уменьшению скорости распространения сейсмических волн ввиду прямой корреляционной связи между скоростью и плотностью.

В заключение автор считает своим долгом принести благодарность сотрудникам Тихоокеанской сейсмологической экспедиции Института физики Земли АН СССР и Института вулканологии ДВНЦ АН СССР за предоставленные материалы.

Институт тектоники и геофизики
Дальневосточного научного центра
Академии наук СССР
Хабаровск

Поступило
27 XII 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Б. В. Дерягин, Журн. геофизики, 1, № 1–2 (1931). ² В. В. Жадин, А. А. Дергачев, Физика Земли, № 2 (1973). ³ D. E. Karig, J. Geophys. Res., v. 76, 2572 (1971).