

ҚР ҰҒА-ның Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы.
Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. 2012. №4. С. 57–59

УДК 622.550.348

Н.С. БУКТУКОВ¹, Г.П. МЕТАКСА², Г.Ж. МОЛДАБАЕВА³

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВСТРЕЧНЫХ ПОТОКОВ В ЗОНЕ РАЗЛОМА

Фазаның бөлінүү шегінің күйін болжай барысында қойылған мақсатқа жету үшін физикалық дәлел келтірілген.

The physical ground (basis) was result for the organization of problems about forecast of the condition on frontier of division to phases.

Приведено физическое обоснование для постановки задачи о прогнозировании состояния границы раздела фаз.

Большинство крупных сейсмических событий происходят в зонах разлома земной коры, т.е. в местах выхода на поверхность более прочных древних пород [1].

Этот признак свидетельствует о том, что неоднородность в виде разлома является препятствием на пути следования некоторых мощных внешних воздействий. Причиной возникновения препятствия в этом случае является различная реакция на внешнее воздействие верхних (более рыхлых) и нижних (более плотных) слоев земной коры (ЗК).

Реакцию на воздействие ЗК измеряют интегральным параметром v – скоростью прохождения механических волн в твердой среде.

Этот показатель является структурно чувствительной характеристикой, реагирующей на изменение плотности ρ и прочности (E – модуль Юнга, G – модуль сдвига) твердой среды. По данным института сейсмологии [2] скорость продольных волн в минеральных веществах возрастает в зависимости от увеличения внешнего давления. Статистический анализ результатов этой работы (рис. 1 и 2) показал, что закономерности изменения скорости v_L с давлением неодинаковы для верхних и нижних слоев ЗК. Так, на гистограмме (рис. 1) видно, что для выборки образцов интрузивных пород наиболее часто встречающиеся значения Δv_L находятся вблизи 0,8 и 1 км/с, т.е. в составе интрузивных пород преобладают структуры с меньшей чувствительностью к изменению внешнего давления.

Другая картина распределения значений изменения скорости продольных волн при возрастании давления до 10 000 кгс выявлена для осадочных пород. Здесь появляется первый макси-

мум на гистограмме (рис. 2) при значениях $(\Delta v_L = v_p - v_{\text{исх}})$. $\Delta v_L = 0,2$ км/с. Это означает, что некоторые образцы (3,5%) эффициентных пород слабо реагируют на изменение давления.

В составе изученных образцов есть породы, которые ведут себя одинаково с основными породами (максимум при 0,8 и 1,0 м/с), но максимумы при 1,3 и 2,0 м/с присущи только эффициентным породам и свидетельствуют о том, что среди этих образцов 7 и 3,5%, соответственно, имеют высокую чувствительность к изменению внешнего давления. Из приведенных гистограмм следует, что осадочные породы обладают максимумами Δv_L , которые не характерны для более твердых основных пород: $\Delta v_L = 200, 1300$ и 2000 м/с. Таким образом, все многообразие структурного и химсостава горных пород можно физически описать через эти три признака поведенческой реакции среды в ответ на внешнее возмущение, например, на волну сжатия.

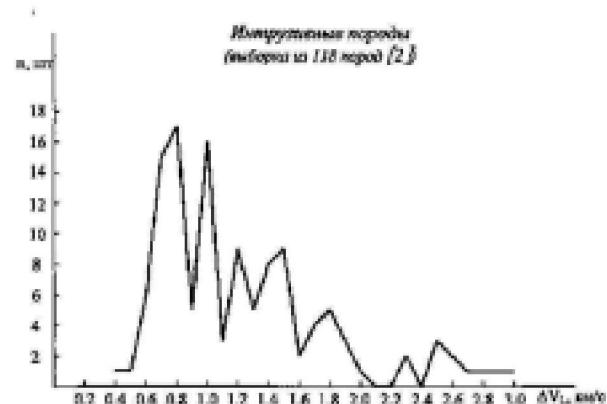


Рис. 1. Гистограмма изменения скорости $(\Delta v_L = v_p - v_{\text{исх}})$ продольных волн при давлении 10 000 кгс

^{1–3}Казахстан. 050046, Алматы, пр. Абая, 191. Институт Горного дела имени Д.А. Кунаева.



Рис. 2. Гистограмма изменения скорости продольных волн для осадочных пород при давлении 10 000 кгс

Реакция среды целиком зависит от соотношения скоростей приемника v и излучателя c [3]:

- при $\frac{v}{c} \ll 1$ — условием усиления волны является соотношение:

где: d — размер тела; λ — длина волны (размер приемника должен быть $< \lambda$); - при $\frac{v}{c} \gg 1$ — характерным является появление скачка уплотнения, причем проходящая волна не возмущается скачком уплотнения.

При известном периоде собственных колебаний планеты $T=1$ час=3600 с можно рассчитать размеры приемников $v_{\text{осн}}$ ($\lambda_0 = v / T$) и вари-

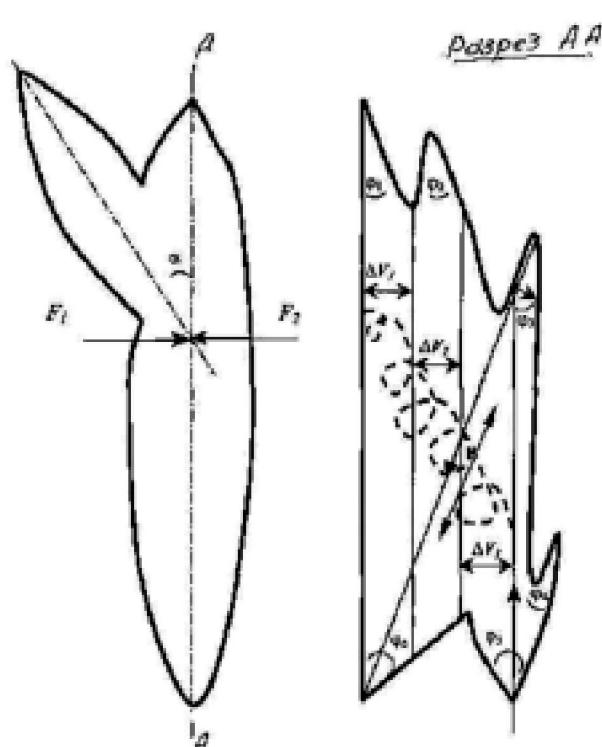


Рис. 3. Схема взаимодействия встречных потоков в разломе

ации отклонения их $\Delta\lambda$ от основного вида равновесия (табл. 1).

Отсюда следует, что для случая , размеры приемника (параметры разлома) во много раз больше резонансной длины волны λ и она распространяется с усилием, не затухая. При скачок уплотнения возникает в момент и в координатах места превышения скорости v и подчи-

Таблица 1. Характерные размеры приемников звуковой волны

№ п.п.	Длина волны λ для исх.слоя, м	Физическое соответствие	Приращение $\Delta\lambda$ при сжатии, м	Физическое соответствие
1			$\frac{200}{3600} = 0,05$ (5)	Шебень, элементы структуры осадочных
2	$\frac{6800}{3600} = 1,74$ (4)	Элементы конструкции, обломки скальных пород,рост человека и макропараметры биологических объектов	$\frac{1300}{3600} = 0,36$	Величина структурно-чувствительного поверхностного слоя (по Курскееву А.К.)
3	$\frac{7400}{3600} = 2,05$		$\frac{2000}{3600} = 0,5$	Валуны, биообъекты

няется закону затухания, если нет равного по скорости или фазе встречного потока. Именно пара сил равновеликих и противоположно направленных превращает разлом из демпфирующего устройства в преобразователь поступившей энергии.

На рис. 3 показана схема взаимодействия встречных потоков в разломе, имеющем три вида неоднородности с различной плотностью и, соответственно, скоростью звука. При встрече двух равновеликих потоков в ограниченном объеме происходит кратковременное выделение значительной энергии, т.е. реализуется ситуация подобная взрыву с преобразованием исходной энергии в тепловую, механическую, химическую и др.

Во втором случае при встрече потоков, имеющих по величине рассогласование параметра (ΔF), возникает крутящий момент, пропорциональный величине ΔF , направленный в сторону дна разлома. Встречая на своем пути породы с разной плотностью, этот винтовой поток меняет направление на каждой границе раздела сред в соответствии с законом преломления.

Далее на пути следования он может встретить «карнизы», имеющие более плотную породу, и тогда, в зависимости от угла схлопывания j , реализуется схема срабатывания с кумулятивным эффектом. Схлопывание конического и полусферических углублений сопровождается возникновением цилиндрической кумулятивной струи [4], скорость которой U_k зависит от угла схлопывания $j / 2 = a$:

$$U_k = v / \sin \alpha + v \cdot ctg a = v \cdot ctg a / 2$$

При малых α эта скорость может достигать огромной величины во много раз превосходящей v . Например, при $a = 10^\circ$, $U \approx 11 v$, при $a = 2^\circ - U \approx 57 v$ и т.д. Соответственно, во много раз в кумулятивной струе будет больше плотность энергии $\rho U_k^2 / 2$; при $a = 10^\circ$ $\rho U_k^2 / \rho v \approx 120$, при $a = 2^\circ$ $\rho U_k^2 / \rho v^2 \approx 3200$. Другими словами, в зависимости от реальной геометрии неоднородности может осуществляться серия взрывов с различной мощностью.

На данном этапе исследования размеры и скоростные параметры земной коры достаточно хорошо изучены, что позволяет осуществить расчеты энергетических параметров разлома, а следующий этап работы должен дать ответ на вопрос, откуда берутся встречные потоки необходимой для землетрясения мощности? Почему поперечные воздействия стимулируют процессы накопления и разрядки остаточных напряжений?

ЛИТЕРАТУРА

1. Сейсмической районирование Республики Казахстан /Курскеев А.К., Тимушин А.В. и др. Алматы, 2000, 220 с.
2. Курскеев А.К. Справочник физических свойств горных пород Казахстана. Алма-Ата:Наука, 1983, 288 с.
3. Блохинцев Д.И. Акустика неоднородной движущейся среды. – М.:Наука, 1981, 203 с.
4. Лаврентьев М.А. Кумулятивный заряд и принципы его работы. – Успехи математических наук, 1957, июль-август, с. 41-55.