

Г. Ж. МОЛДАБАЕВА

О ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРЯДКИ НАПРЯЖЕНИЙ ПОПЕРЕЧНЫМИ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ

(Представлена академиком НАН РК Е. И. Роговым)

Возможность выявления области существования полей с остаточными напряжениями, ориентированных в определенных направлениях, позволяет провести их разрядку с помощью поперечных низкоэнергетических воздействий.

Проведение экспериментальных работ в лабораторных условиях [1] показало, что для скачкообразного изменения свойств в обрабатываемом веществе необходима взаимно-перпендикулярная ориентировка линий приложения сил основного напряженного состояния и низкоэнергетического внешнего воздействия.

Изучение параметров напряженного состояния в натуральных условиях показало, что «характерной особенностью максимальных главных напряжений является их ориентация вкрест простирания разломов» [2]. В этой же работе сделан вывод о том, что максимальные напряжения ориентированы субмеридиально или вкрест простирания основной системы хребтов. При этом геомеханические показатели при замерах в условиях различной ориентации отличаются в несколько раз. «В склоне выше уровня долины горизонтальное напряжение вдоль простирания хребта Катран минимально, а напряжение, действующее вкрест простирания хребта, повышено в 4 раза и превышает вертикальное...» [2]. По данным деформационных станций Алматинского полигона видно, что амплитудные значения деформации пород существенно зависят от ориентации приборов [3].

По мнению авторов [2] способность среды к сейсмической реакции в таких условиях резко возрастает и управляющее воздействие для снятия напряжений может быть незначительным по абсолютной величине. «По достижении энергетической прочности связей среда становится тензочувствительной: для того, чтобы спровоцировать ее разрушение, достаточно незначительных внешних воздействий. Среда становится способной к сейсмической реакции на относительно слабые «управляющие» воздействия самой разной природы (природные, техногенные)».

Анализ лабораторных и натуральных исследований позволяет предположить ранее неизвестный

механизм разрядки накопленных напряжений, который реализуется с помощью низкоэнергетических поперечных воздействий. Здесь уместно рассмотреть аналогию с взаимодействием туго натянутой веревки с поперечным воздействием, например, ножом. При большом натяжении веревки, достаточно небольшое касание поперек ножом, чтобы веревка разорвалась.

Если время воздействия t будет меньше времени релаксации t_p , то разрядка напряжений при поперечном воздействии осуществляется без повреждения поверхностного слоя путем возникновения колебаний определенной частоты, а если время воздействия превышает возможности релаксации, тогда возникают сначала микроскопические, а затем макроскопические изменения в поверхностном слое, приводящие в конечном итоге к резкому (скачкообразному) изменению основного напряженного состояния. При этом общеизвестным фактом является несопоставимость усилий разрушения вдоль и поперек основы. Отсюда следует, чем выше уровень значений основного напряженного состояния, тем ниже величина поперечного воздействия, необходимого для изменения состояния (как случай с веревкой). Для управляющего поперечного воздействия приобретает значение параметр глубины проникновения внешнего воздействия h под воздействием поперечной силы F_n , т.к. геометрическая сумма сил зависит от угла наклона результирующего вектора F_p к вектору основного напряженного состояния F_o . Поскольку известно, что максимальное значение силы F_p достигается при углах $90-45^\circ$, отсюда следует возможность расчета низкоэнергетического поперечного воздействия F_n , которое будет равно:

$$\overline{F}_n = \overline{F}_p - \overline{F}_o. \quad (1)$$

Приведенная схема расчета характерна для макроскопического уровня рассмотрения, т.е. без

учета релаксационных процессов, характерных для колебательных систем.

База данных института сейсмологии [3] располагает значительным объемом информации о ритмических изменениях геомеханических параметров в зависимости от космогенных факторов. Здесь определены амплитудные значения аномальных проявлений по деформационным, геомагнитным и гравитационным параметрам как для основных структур литосферы, так и для поверхностных скин-слоев земной коры. Однако для управления процессами разрядки напряжений необходимо знать радиус зоны влияния каждой неоднородности и спектральный состав отклика в зоне реакции.

Для решения этой задачи используется пространственно-временное соотношение Кеплера:

$$\frac{R_1^3}{R_2^3} = \frac{T_1^2}{T_2^2}, \quad (2)$$

здесь R_1, R_2 – размеры неоднородности и сферы влияния; T_1, T_2 – ритмы космогенного происхождения.

В соответствии с этим законом отношения кубов больших полуосей орбит к квадратам времени обращения одинаково для всех объемных структур солнечной системы [4, 5].

Определив размер зоны влияния $R_2 = \lambda$, можно определить спектральный состав отклика для любого агрегатного состояния среды – преобразователя внешнего воздействия по другому пространственно-временному соотношению:

$$v = v / \lambda; \quad T = 1 / v; \quad (3)$$

где v – частота; v – скорость волны; λ – длина волны; T – период.

При одной и той же длине волны, частота отклика будет различна при прохождении волны в разных средах. В расчетах приняты для электромагнитных волн скорость $v_3 = 3 \cdot 10^8$ м/с, для продольных механических волн $v_T = 6280$ м/с, для волн в жидкой среде $v_ж = 1450$ м/с.

В таблице приведены результаты расчетов по выбранным пространственно-временным соотношениям (2, 3) размеры зон влияния и спектральный состав отклика на внешние воздействия для электромагнитных волн, механических продольных волн твердых тел и флюидов.

Расчетные значения геомеханических параметров для разных видов неоднородностей литосферы

Масштабный уровень рассмотрения, R_1	Радиус зоны влияния / спектр отклика, для:		
	$T_1 = 24$ часа $T_2 = 1$ час	$T_1 = 365$ суток $T_2 = 24$ часа	$T_1 = 12$ лет $T_2 = 365$ суток
Разлом, $R_1 = 1000$ м	$R_2 = 122$ м $v_3 = 2,46$ МГц $v_T = 51,5$ Гц $v_ж = 11,88$ Гц	$R_2 = 1,96$ м $v_3 = 153$ МГц $v_T = 3,2$ кГц $v_ж = 738$ Гц	$R_2 = 198$ м $v_3 = 1,5$ МГц $v_T = 31,7$ Гц $v_ж = 7,32$ Гц
Блок литосферы, $R_1 = 150$ км	$R_2 = 1,82$ м $v_3 = 164$ кГц $v_T = 3,45$ Гц $v_ж = 0,8$ Гц	$R_2 = 2,93$ км $v_3 = 102$ кГц $v_T = 2,14$ Гц $v_ж = 0,5$ Гц	$R_2 = 28,6$ км $v_3 = 10,4$ кГц $v_T = 0,22$ Гц $v_ж = 0,05$ Гц
Центрально-азиатский сейсмотругольник, $R_1 = 2500$ км	$R_2 = 300$ км $v_3 = 1000$ Гц $T_T = 47,7$ с $T_ж = 206$ с	$R_2 = 48,95$ км $v_3 = 6128$ Гц $T_T = 2,1$ часа $T_ж = 9,37$ часа	$R_2 = 477$ км $v_3 = 628$ Гц $T_T = 1,2$ мин $T_ж = 5,48$ мин

Масштабные уровни рассмотрения выбраны в соответствии с данными, приведенными в работах [3,6]. Выбранные ритмы имеют космогенное происхождение и соответствуют следующей периодичности: 1 час, 24 часа, 365 суток и 12 лет.

По данным таблицы видно, что для самой мелкой неоднородности – разлома радиус влияния зависит от ритма взаимодействия. В суточном ритме с периодичностью в 1 час процессы накопления и разрядки напряжений имеют зону

влияния в радиусе 122 м, в том числе и по глубине неоднородности. Здесь следует иметь в виду, что в формуле (2) определяются объемные соотношения, так как используются отношения кубов сравниваемых масштабных элементов неоднородностей. Поступающую энергию такая зона будет преобразовывать в диапазоне частот: для электромагнитных волн – в мегагерцовом диапазоне (2,46 МГц); для продольных механических волн – вблизи частоты промышленной энергосети (51,5 Гц); для волн в жидкой среде – в инфразвуковом диапазоне (11,88 Гц), т.е. биологические частоты.

Управление разрядкой возникающих напряжений можно осуществить на любом из этих диапазонов, в зависимости от выявления максимальных значений амплитуды при мониторинге в заданном диапазоне. Ритмичность разрядки зависит от соотношения периодов T_1, T_2 .

Аналогичный ход рассуждений применим для любой ячейки представленной матрицы соотношений, из которых видно, что размеры зон влияния могут меняться от единиц метров до 477 км в пределах сравниваемых ритмов. Спектральный состав отклика содержит мегагерцовый, ультразвуковой и инфразвуковой диапазоны. Размеры активных зон соответствуют данным о скин-слоях [6] и по порядку величины сопоставимы с зонами Беньоффа [7].

При этом следует отметить, что полученные расчетные данные хорошо согласуются с экспериментальными замерами геомеханических параметров в ходе землетрясений или при взрывах на горных и др. предприятиях. Но каждая геофизическая неоднородность имеет свой индивидуальный «портрет» и свои возможности разрядки напряжений, которые можно установить при решении обратной задачи: например, необходимо установить периодичность разрядки вкост основного напряженного состояния для суточного приливо-отливного цикла неоднородности с размерами $R_1 = 150$ км и радиусом с шириной 15 км. Определение по формуле (2) $T_{\text{собств.}} = T_{\text{разрядки}}$ дает величину 45 минут. Это значит, что на частоте максимума амплитуды отклика можно осуществлять низкоэнергетическое воздействие поперек направления основных усилий, формирующих преобладающую неравновесность.

Совокупность полученных данных позволяет сделать следующие выводы.

1. Современный уровень знаний позволяет выявить области существования полей с большой величиной остаточных напряжений, ориентированных в определенных направлениях. При этом показана возможность их разрядки с помощью поперечных низкоэнергетических воздействий для каждого масштабного уровня рассмотрения.

2. Низкоэнергетическое воздействие эффективно при учете индивидуальных особенностей каждого блока литосферы и причин, обуславливающих появление определенного спектра колебаний для каждого ритма космогенного происхождения.

3. Предложенный алгоритм расчета радиуса зон влияния и диапазона частот отклика на внешнее воздействие для разных видов неоднородностей позволяет выявить причинно-следственные связи с помощью классических пространственно-временных соотношений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метакса Г.П., Буктуков Н.С. Параметры массопереноса современной техносферы // Вестник НАН РК. 2005. № 2. С. 70-73.
2. Современная геодинамика областей внутриконтинентального коллизионного горообразования. М.: Научный мир, 2005. 399 с.
3. Курскеев А.К. Землетрясения и сейсмическая безопасность Казахстана. Алматы, 2004. 504 с.
4. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука, 1974. 942 с.
5. Аленицын А.Г., Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Краткий физико-математический справочник. М.: Наука, 1990. 368 с.
6. Курскеев А.К. Геофизические неоднородности литосферы. Алматы, 1996. 168 с.
7. Беньофф Г. Накопление и высвобождение деформаций по наблюдениям сильных землетрясений // Сб. «Слабые землетрясения». М.: ИЛ, 1961. С. 199-209.

Резюме

Белгілі бір анықталған бағыттардағы, қалдық күштері белгілі алаңдар аймағындағы салмақты күштің сиректелуін жанама төменэнергетикалық әсермен қамтамасыз етуге болады.

Summary

The opportunity of revealing of area of existence of fields with the residual pressure, focused in the certain directions, allows to lead their discharge by means of cross-section low-energy influences.

УДК 622.550

Институт Горного дела
им. Д. А. Кунаева, г. Алматы

Поступила 04.03.10г.