

КР ҰҒА-ның Ҳабарлары. Геологиялық сериясы. Известия НАН РК.
Серия геологическая. 2007. №6. С. 87-90

УДК 550.348(511.66)

Н.Н. МИХАЙЛОВА, Н.Н. ПОЛЕШКО

ТЕНЗОРЫ МОМЕНТОВ ЦЕНТРОИДОВ И МЕХАНИЗМЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Бір жерсілкініске қолданған өртүрлі екі сейсмикалық әдістер негізінде тектоникалық кернеу өрісінің реконструкциясы бойынша алынған нәтижелердің сәйкестігі жүргізілді. Мәлімет қозғалыстың типі үшін бастапқы фазадан радикалды түрде негізгі фазадан ерекшеленеді, ол ошақтағы физикалық шарттардың аномальды белгісі болып табылады.

Проведено сопоставление результатов, полученных по реконструкции поля тектонических напряжений на основе двух различных сейсмических методов, примененных к одним и тем же сильным землетрясениям. События, для которых тип движений главной фазы радикально отличается от начальной фазы, являются признаком аномальных физических условий в очагах.

The thorough comparison of results obtained under reconstruction of tectonic stress field on the basis of two different seismic methods applied to the same large earthquakes. Events which mechanism of main phase differs much from initial phase is an indication of abnormal physical conditions in focal.

Исследования основных характеристик действующих тектонических напряжений остаются одним из приоритетных направлений в спектре задач в области наук о Земле. Данные о напряженном состоянии земных недр являются основой всех исследований по геодинамике, а также чрезвычайно важны для решения задач долго – и среднесрочного прогноза землетрясений.

Получить информацию о поле тектонических напряжений на региональном уровне можно на основании определения механизмов очагов землетрясений. Как правило, для этого используются данные существующих в регионе сейсмических станций, чаще всего это записи короткопериодных высокочувствительных каналов, как цифровых, так и аналоговых. Определение фокальных механизмов производится на основе моделирования очага в рамках теории дислокаций по стандартной методике Введенской А.В. [1].

В Казахстане массовое определение механизмов очагов было начато в 1969 году. К настоящему времени накоплены данные о более чем 9000 фокальных механизмов для широкого ди-

пазона энергий (от 6-го энергетического класса до $Mw=7,3$). Данные систематизируются в каталоги параметров механизмов очагов (далее каталог МО), публикуются в ежегоднике «Землетрясения Северной Евразии».

Результаты анализа накопленного объема материалов по механизмам очагов территории Казахстана представлены в ряде публикаций [7,9,10]. Достоверную картину поля региональных напряжений можно получить, используя представительную статистику механизмов слабых землетрясений. Ту же картину дают немногочисленные, но наиболее сильные землетрясения района, поскольку их очаги связаны с региональными разломами, их подготовка происходит под действием региональных напряжений.

После создания глобальных сейсмических цифровых широкополосных станций разработаны другие подходы к определению характеристик поля напряжений сейсмическими методами. На основе анализа длиннопериодных сейсмических колебаний, с помощью инверсии волновых форм рассчитываются параметры тензора центроида

¹Казахстан, 071100, г. Курчатов, ВКО, площадка «Меридиан», Институт геофизических исследований НЯЦ РК.

²Казахстан. 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75а, Институт сейсмологии.

Таблица 1. Основные параметры землетрясений (каталог МО)

№ п/п	Дата	Время в очаге	Широта, N	Долгота, E	Глубина, км	M_s	mb	Название землетрясения
1	24.03.78	210548,60	42,87	78,58	34,7	7,1	6,2	Жаланаш-Тюпское
2	06.04.79	183006,20	41,98	77,40	25,0	4,9	5,2	
3	25.09.79	130555,00	45,00	77,00	40,0	5,5	5,9	
4	05.07.80	202522,00	41,77	77,50	15,0	5,2	5,4	Баканасское
5	31.12.82	194649,70	42,87	77,36	15,0	5,1	5,8	
6	05.01.87	225246,40	42,17	81,20	15,0	5,8	5,9	
7	17.06.88	133043,60	43,00	77,42	15,0	5,3	5,3	
8	14.06.90	124726,40	47,95	85,00	35,0	6,8	6,2	Зайсанское 1
9	03.08.90	091507,00	47,80	84,77	32,0	6,1	6,1	Зайсанское 2
10	12.11.90	122851,40	42,93	77,93	19,0	6,3	5,9	Байсорунское
11	19.08.92	020436,00	42,07	73,63	25,0	7,4	6,8	Сусамырское
12	30.12.93	142406,40	44,82	78,76	20,0	5,6	5,8	
13	18.01.96	093350,60	41,95	77,45	10,0	4,6	5,2	
14	12.07.98	071613,30	47,83	82,67	30,0	4,5	4,9	
15	06.12.99	073311,80	42,68	76,27	13,0	4,9	5,3	
16	22.08.01	155757,70	47,20	70,20	19,0	5,0	5,0	Шалгинское
17	22.05.03	181157,30	42,93	72,85	10,0	5,2	5,5	Луговское
18	01.12.03	013832,60	42,92	80,55	15,0	5,9	6,0	
19	16.01.04	090617,30	42,47	75,25	20,0	4,0	4,9	
20	27.10.04	092336,20	45,14	79,97	20,0	4,9	5,5	

сейсмического момента (СМТ) [2]. В Гарвардском университете определяются СМТ и публикуется каталог для всех землетрясений мира с $M \geq 4.5$. Поскольку при решении СМТ используется длиннопериодная составляющая сейсмических волн, то данные о механизме относятся к главной фазе разрыва в очагах сильных землетрясений, несущих информацию об общих характеристиках напряженного состояния среды.

В задачи настоящей работы входило сопоставление результатов, полученных по реконструкции поля тектонических напряжений на основе двух различных сейсмических методов, примененных к одним и тем же сильным землетрясениям. За период времени с 1978 г. в оба каталога вошли 20 землетрясений.

Основные параметры рассматриваемых событий приведены в таблице 1.

Для сравнения параметров механизмов очагов по двум разным методам на рис. 1 представлены стереограммы всех 20 землетрясений. Можно отметить, что в большинстве случаев тип механизма в обоих вариантах совпадает при незначительных различиях в значениях азимутов простирации нодальных плоскостей и углах их падения. Полученная картина напряженно-деформированного состояния среды исследуемого ре-

гиона в целом соответствует той, которая описана в работах [5, 7, 8] на основе региональных каталогов. Однако при сравнении данных по СМТ-каталогу с данными регионального каталога МО выявлен ряд отличий, наибольшие наблюдаются в очагах №1, 3, 5, 7, 13, 14.

Особо следует остановиться на землетрясениях № 3, 7, механизмы которых отличаются не только ориентацией в пространстве плоскостей разрывов и осей напряжений, но и типом дислокаций. Это может быть связано со следующими причинами. По первому импульсу в короткопериодных сейсмических волнах реконструируется механизм в начальной стадии разрываобразования в очаге. При СМТ реконструируется механизм главной фазы разрываобразования на основе длиннопериодных колебаний. Эти процессы могут не совпадать. Но может быть и другая причина. Начальный процесс может вообще не соответствовать модели, положенной в основу определений механизмов по стандартной методике. Например, если причиной начала землетрясения является не движение по плоскости в результате действия пары сил, а прорыв флюидов, приводящий к так называемому гидроразрыву.

Оба землетрясения – №3 и №7 на территории Казахстана действительно являются аномальными. Баканасское землетрясение с $M_s = 5.9$

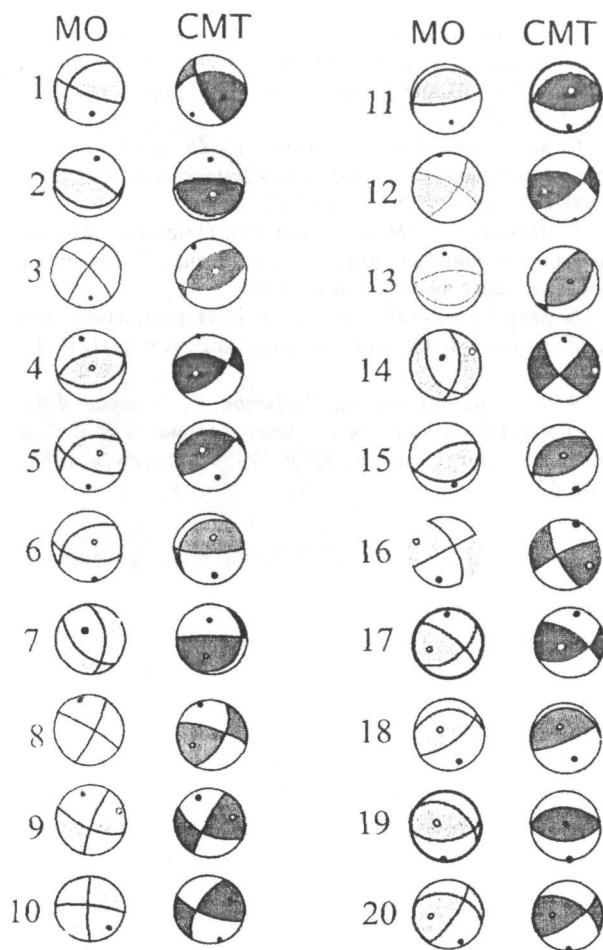


Рис. 1. Стереограммы механизмов очагов в нижней полусфере по данным каталога МО и Гарвардского СМТ-каталога

аномально по некоторым аспектам [9]. Во-первых, его гипоцентр находится на глубине 40 км. Это нижняя часть земной коры. На такой глубине события в Северном Тянь-Шане встречаются крайне редко, абсолютное большинство очагов сосредоточено на глубинах менее 20 км. Во-вторых, это землетрясение произошло в районе, где ранее не были зафиксированы другие, даже слабые очаги. В-третьих, несмотря на значительную магнитуду, после главного толчка не было зарегистрировано ни одного афтершока.

В отношении землетрясения №7 17.06.1988г. еще в работе [3] было отмечено, что оно характеризуется необычным для этой эпицентральной зоны типом подвижки (сбросо-сдвиг), а также нехарактерной ориентацией плоскостей разрыва, аномально высокими сброшенными кажущими-

ся напряжениями. В более поздних работах [4, 6] в районе Северного Тянь-Шаня в связи с подготовкой Байсорунского землетрясения 1990г. с $M_s=6.3$, в период 1969-1991г.г. были отмечены аномальные изменения характеристик добротности и структуры поля поглощения поперечных волн. Эти изменения авторами связывались с миграцией флюидов в земной коре и верхней мантии, приводящей к концентрации напряжений и гидроразрывам на периферии зоны подготовки будущего сильного землетрясения.

Теперь к этому набору ряда аномальных признаков добавляется и отличие в решениях СМТ и МО, что может свидетельствовать о необычной природе этого землетрясения.

Итак, на основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Настоящая работа является первым исследованием на основе Гарвардского СМТ-каталога для территории Казахстана и приграничных с ним районов. Картина напряженно-деформированного состояния земной коры по параметрам СМТ в целом не отличается от полученной ранее из данных о механизмах очагов по стандартной методике.

2. Выявлены отдельные события, для которых отмечены существенные различия в параметрах механизмов очагов. Особенно важными являются различия в типах дислокаций.

3. Исключительно интересным фактом является то, что контрастно различающиеся по двум методам определений механизмы очагов относятся к событиям, которые ранее трактовались как аномальные по совершенно другим, независимым характеристикам. Сделан вывод о возможной связи различий в механизмах с природой самих событий и несоответствии используемой модели реальным процессам в очагах.

4. Для наиболее полной характеристики напряженно-деформированного состояния среды необходимо использовать данные обоих методов, как дополняющие друг друга. События, для которых механизм главной фазы радикально отличается от начальной фазы, являются признаком аномальных физических условий в очагах. Они требуют специального рассмотрения и, возможно, несут информацию о подготовке более сильных событий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Введенская А.В. Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокаций. М., 1969 г., с.47-66.
2. Dziewonski A.M., T.-A. Chou, J.H. Woodhouse. Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity. // J.Geophys.Res. 86, 1981, 2825-2852.
3. Конников Ю.Ф., Михайлова Н.Н. Геодинамические процессы в очаговой зоне Байсарунского землетрясения 12 ноября 1990 года (Северный Тянь-Шань).// Доклады РАН, 2000, т. 373, с.93-97.
4. Конников Ю.Ф., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. О геодинамических процессах в районе Центрального Тянь-Шаня: выделение аномальной области по сейсмическим данным // Вестник НЯЦ РК, 2004, с.111-118.
5. Михайлова Н.Н., Власова А.А. Поле сейсмотектонической деформации и параметры разрываообразования на Северном Тянь-Шане. // Изв. АН Каз ССР, сер. Геол., № 4, 1991. С.87-92.
6. Михайлова Н.Н., Неверова Н.П., Оспанов А.Б. Землетрясения Северного Тянь-Шаня.// Землетрясения в СССР в 1988 г. М.:Наука,1991.С.107-114.
7. Михайлова Н.Н., Полешко Н.Н. О механизмах очагов землетрясений Центрального Казахстана. // Геофизика и проблемы нераспространения, 2003.
8. Михайлова Н.Н., Полешко Н.Н. О механизмах очагов землетрясений Восточного Казахстана//Вестник НЯЦ РК, 2005.
9. Нурмагамбетов А., Сыдыков А., Власова А.А., Краснова А.Ф. Баканасское землетрясение 25 сентября 1979 г. //Землетрясения в СССР в 1979г. М.:Наука, 1982. С. 48-53.



Михайлова Н.Н. Геодинамические процессы в очаговой зоне Байсарунского землетрясения 12 ноября 1990 г. // Доклады РАН, 2000, т. 373, с.93-97.

Михайлова Н.Н., Власова А.А. Поле сейсмотектонической деформации и параметры разрываообразования на Северном Тянь-Шане. // Изв. АН Каз ССР, сер. Геол., № 4, 1991. С.87-92.

Михайлова Н.Н., Неверова Н.П., Оспанов А.Б. Землетрясения Северного Тянь-Шаня.// Землетрясения в СССР в 1988 г. М.:Наука,1991.С.107-114.

Михайлова Н.Н., Полешко Н.Н. О механизмах очагов землетрясений Центрального Казахстана. // Геофизика и проблемы нераспространения, 2003.

Михайлова Н.Н., Полешко Н.Н. О механизмах очагов землетрясений Восточного Казахстана//Вестник НЯЦ РК, 2005.

Нурмагамбетов А., Сыдыков А., Власова А.А., Краснова А.Ф. Баканасское землетрясение 25 сентября 1979 г. //Землетрясения в СССР в 1979г. М.:Наука, 1982. С. 48-53.