

УДК 550.34.06; 550.34.01

**МОДЕЛИРОВАНИЕ
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭПИЦЕНТРАЛЬНОГО
РАЙОНА
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 26.01.2001 г., $M=6.9$ (ИНДИЯ)**

© 2016 г. В.Н. Морозов, А.И. Маневич

Геофизический центр РАН, г. Москва, Россия

Генетическая связь сильных тектонических землетрясений с разломной тектоникой континентальных районов дает основание полагать, что высокая интенсивность градиентных полей тектонических напряжений в локальных областях приводит к возникновению тектонических разрывов (сильных землетрясений) и последующей афтершоковой активности, включая косейсмические эффекты. В работе приведены результаты моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) эпицентральной зоны до и после сильного тектонического землетрясения, произошедшего 26.01.2001 г. на северо-западе Индии с $M=6.9$. При моделировании был применен авторский программный комплекс для расчета НДС блочных гетерогенных массивов, нарушенных системой тектонических разломов (в упругой постановке задачи) и использованы экспериментальные геолого-геофизические данные по Качинскому району Индии, включающие результаты сейсмологических исследований.

Показано, что области высокой интенсивности напряжений, которые сформировались в период, предшествующий землетрясению, определяют положение эпицентра события и локализацию сильных афтершоков с $M \geq 5$, а области сброшенных напряжений соответствует площадям локализации более слабых афтершоков. Большинство афтершоков локализовано в области сброшенных статических напряжений, превышающих 5 МПа. При мощности сейсмогенерирующего слоя 25 км энергия сброшенных деформаций составляет $\sim 2 \cdot 10^{17}$ Дж, что на два порядка выше энергии сейсмических волн, выделившейся при распространении разлома во время землетрясения 26.01.2001 г.

По результатам моделирования эпицентральной зона возможного будущего сильного землетрясения (область высокой интенсивности напряжений) сместилась на юг.

Полученные результаты дают некоторую надежду на возможность прогноза мест локализации сильных землетрясений в сейсмоактивных районах на основе моделирования НДС блочных гетерогенных массивов, нарушенных тектоническими разломами.

Ключевые слова: моделирование, напряженно-деформированное состояние, НДС, сильные тектонические землетрясения, землетрясение, афтершоки, прогноз землетрясений.

Литература

- Активные разломы и их значение для оценки сейсмической опасности: современное состояние проблемы // Материалы XIX научно-практической конференции с международным участием. Воронеж: Научная книга, 2014. С.80–85.
- Беньофф Г. Механизм и характеристики деформаций разрыва Уайт-Вулф, выявленные при изучении последовательности афтершоков // Слабые землетрясения. М.: ИЛ, 1961. С.211–219.
- Колесников И.Ю., Морозов В.Н., Татаринов В.Н. Программа для расчета напряженно-деформированного состояния в массиве горных пород на основе гетерогенного конечно-элементного моделирования “GEODYN 1.0”: Свид. о гос. рег. № 2011614290. 2011.
- Кочарян Г.Г. Масштабный эффект в сейсмотектонике // Геодинамика и тектонофизика. 2014. Т. 5. С.353–385.
- Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Белов С.В., Татаринов В.Н. Напряженно-деформированное состояние Нижнеканского массива – района возможного захоронения радиоактивных отходов // Геоэкология. 2008. № 3. С.232–243.
- Морозов В.Н., Колесников И.Ю., Татаринов В.Н. Моделирование уровней опасности напряженно-деформированного состояния в структурных блоках Нижнеканского гранитоидного массива (к выбору участков захоронения радиоактивных отходов) // Геоэкология. 2011. № 6. С.524–542.
- Осокина Д.Н., Яковлев Ф.Л., Войтенко В.И. Изучение влияния тектонического разрыва как объекта, объединяющего мегатрещину, ее поля (напряжений, деформаций), и вторичные структуры (тектонофизический анализ) // Проблемы тектонофизики. 2008. С.89–102.
- Рогожин Е.А. Тектоника очагов сильных землетрясений Северной Евразии XX столетия // Российский журнал наук о Земле. 2000. Т. 2, № 1. С.37–62.
- Соболев Г.А. Сейсмический шум. М.: Наука и образование, 2014. 271 с.
- Шебалин Н.В. Сильные землетрясения. Избранные труды. М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. 542 с.
- Шерман С.И., Семинский С.А., Борняков С.А., Буддо В.Ю., Лобацкая Р.М., Адамович А.Н., Трусков В.А., Бабичев А.А. Разломообразование в литосфере: зоны сдвига. Новосибирск: Наука, 1992. 258 с.
- Яновская Т.Б., Серватович А.С. Особенности сейсмичности перед повторным землетрясением // Вопросы геофизики. 2011. № 44. С.27–33.
- Kayal J.R., Mukhopadhyay S. Seismotectonics of the 2001 Bhuj earthquake (Mw 7.7) in western India: Constraints from aftershocks // Geophys. J. Inter. 2006. V. 10, N 1. P.45–57.
- Mian Liu, Zhengkang Shen, Shimin Wang, Min Wang, Yongge Wan. Active tectonics and intracontinental earthquakes in China: The kinematics and geodynamics // The Geological Society of America. 2007. N 425. P.299–318.
- Morozov V.N., Kolesnikov I.Yu., Tatarinov V.N. Modeling the Hazard Levels of Stress-Strain State in Structural Blocks in Nizhnekanskii Granitoid Massif for Selecting Nuclear Waste Disposal Sites // Water Resources. 2012. V. 39. P.756–769.
- Narsaiah Rapolu, Prantik Mandal. Source parameters of the 2001 Mw 7.7 Bhuj earthquake, Gujarat, India, aftershock sequence // Journal of the Geological Society of India. 2014. V. 83, Is. 5. P.517–531.
- Narula P.I., Chaubey S.K. Macroseismic surveys for the Bhui (India) earthquake. 2001. URL <http://www.Nicee.org/NICEE/Gujarat/narula.htm>.
- Reddy C.D., Sunil P.S. Post-seismic crustal deformation and strain rate in Bhuj region, western India, after the 2001 January 26 earthquake // Geophys. J. Inter. 2008. V. 172, Is. 2. P.593–606. DOI: 10.1111/j.1365-246X.2007.03641.x.
- Sinvhal A., Bose P.R., Prakash V., Bose A., Sara A.K., Sinvha H.L. Iseisms for the Kutch earthquake of 26th January 2001 // Journal of Earth System Science. 2003. V. 112, Is. 3. P.375–383.
- Shikha Rajput, Gahalaut V.K., Vipul K. Sahu Coulomb stress changes and aftershocks of recent Indian earthquakes // Current science. 2005. N 88. P.576–588.