

Особенности напряжённого состояния недр и развитие сейсмичности в эпицентре техногенного Бачатского землетрясения

Ребецкий Ю.Л., Еманов А.Ф., Еманов А.А.

Федеральное бюджетное государственное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, Москва, Россия

e-mail: reb@ifz.ru

Землетрясение в районе угольного разреза «Бачатский» 18 июня 2013 года ($M_b = 5.5$, N_{eic}) является крупнейшим в мире техногенным землетрясением, связанным с добычей твердых полезных ископаемых. Это создало мощный афтершоковый процесс. Было зафиксировано более 3000 подземных толчков, определены фокальные механизмы 76 афтершоков этого землетрясения. Сейсмический процесс в районе шахты за длительный период наблюдений (более 10 лет) является непрерывным и нестационарным: наблюдаются периоды фоновой сейсмичности с относительно небольшими и нечастыми событиями и периоды активизации с землетрясениями, которые ощущаются по всей Кемеровской области ($M_L \geq 4$), и увеличенная (в 2-3 раза) частота небольших событий. Продолжительность сейсмических активаций составляет 1-3 месяца. За пять последних лет зафиксировано 4 активации, 3 из которых генерировали крупные землетрясения: 19.02.2012 г. с $M_L = 4.3$; 04.05.2013 г. с $M_L = 3.9$; 18.06.2013 г. с $M_L = 6.1$. Последняя активация завершилась серией ощутимых землетрясений с локальной магнитудой 3.0–3.5. Пульсирующий характер сейсмической активности недр разреза свидетельствует о повышенной сейсмической опасности в данной части Кемеровской области и необходимости инструментального контроля за развитием процесса.

Бачатское землетрясение и вся наведенная сейсмичность около него пространственно увязываются с угольным разрезом, ориентировка механизма очага этого землетрясения соответствует ориентировке длинной оси разреза, оно произошло в осадках впадины, имеет малую глубину очага, график повторяемости имеет наклон, отличный от природной сейсмичности. Отмеченные факты указывают на техногенную природу Бачатского землетрясения и сейсмической активации, в пространственно-временных рамках которой оно произошло. Концентрация землетрясений в виде скоплений около добывающих уголь шахт и разрезов свидетельствует о доминировании наведенной сейсмичности над природной в исследуемом регионе.

Механизм очага Бачатского землетрясения представляет собой взброс с нодальными плоскостями, имеющими согласно Global CMT ЗСЗ-ВЮВ простирание. Одна из этих плоскостей круто погружена на ЮЮЗ, а другая полого – на ССВ. Наиболее вероятно связать Бачатское землетрясение с Афонино-Кисилевской системой взбросов, имеющих в диапазоне глубин до 3 км близкое простирание. Эти разломы на глубинах более 3 км выполаживаются, формируя листрическую систему взбросов. В этой связи, наиболее вероятно, что напряженное состояние, в котором данное землетрясение возникло, отвечает ССВ-ЮЮЗ ориентация оси наибольшего сжатия с пологим погружением на ЮЮЗ. Соответственно, минимальное сжатие ориентировано субвертикально с погружением на ССВ. Это напряженное состояние является горизонтальным сжатием, и мы его рассматриваем как базисное - форшоковое, действовавшее до Бачатского землетрясения.

Тектонофизический анализ показывает, что горные работы по углублению угольного разреза приводят к уменьшению вертикальных сжимающих напряжений должны сопровождаться ростом максимальных касательных напряжений и снижением изотропного давления. Эти изменения автоматически увеличивают уровень кулоновых напряжений, приближая момент достижения критического состояния.

Тектонофизическая реконструкция природного напряженного состояния, выполненная по данным о фокальных механизмах афтершоков Бачатского землетрясения, позволила установить

его несоответствие форшоковому напряженному состоянию района разреза. Наибольшая перестройка поля напряжений произошла в северо-западном секторе Бачатского разреза. Здесь в афтершоковой последовательности в основном наблюдается режим горизонтального сдвига (более 70% определений напряжений). Причем напряжения наибольшего сжатия, сохранив субгоризонтальную ориентацию, сменили простирание на СЗ –ЮВ направление. В этом секторе в СВ-ЮЗ направлении действуют оси минимального сжатия. Таким образом, в этом секторе произошли наибольшие изменения напряженного состояния. В юго-восточном секторе разреза сохранился режим горизонтального сжатия, но ориентации оси наибольшего сжатия здесь изменилась почти на 90 град.

В докладе основное внимание будет уделяться тектонофизическим аспектам техногенной активизации сейсмичности.