

О ВОЗМОЖНОЙ СВЯЗИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С АНОМАЛЬНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ДАВЛЕНИЯ В ДВУХФАЗНОМ ГЕОТЕРМАЛЬНОМ РЕЗЕРВУАРЕ

А.В. Кирюхин¹, А.Ю. Поляков¹

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006

Pressure monitoring in well 30, Mutnovsky geothermal field, conducted since 1995 with capillary tubing system installed at 950 m depth in active fracture zone at 250°C. Pressure records collected every 2 min. Pressure usually cycling in well with frequency 72-180 days⁻¹. Five clear co-seismic (M=4.1-5.9) pressure anomalies observed during observation period: pressure drops 0.1- 4.5 bars a few hours before earthquake, and high amplitude pressure cycling after earthquake [1-3]. One example is presented below. Two another pressure anomalies records possibly related to earthquakes presented too.

Циклические изменения давления в Верхне-Мутновском геотермальном резервуаре.

Мониторинг давления в скв. 30 (52.551 с.ш., 158.234 в.д.) на Верхне-Мутновском участке, вскрывающей двухфазный 250-270°C трещиноватый геотермальный резервуар осуществляется с 1995 г с использованием системы типа «капиллярная трубка» (Prueft Inc.), установленной на глубине 950 м. Циклические изменения давления в скважине 30 были обнаружены с первых часов наблюдений в сентябре 1995 г., когда частота записи составляла 1 мин⁻¹, периодичность достаточно отчетливо проявлена и при опросе с частотой 2 мин⁻¹, которая осуществляется с июня 1998 г. Циклические изменения давления характеризуются частотой около 80 сут⁻¹ и амплитудой более 0.5 бар (рис. 1). Возможными причинами циклических изменений давления могут быть следующие: (1) «гейзерный режим» в самой скважине по механизму тепловой трубки или по камерному механизму; (2) циклическое изменение раскрытия трещин резервуара, сообщающихся со скважиной.

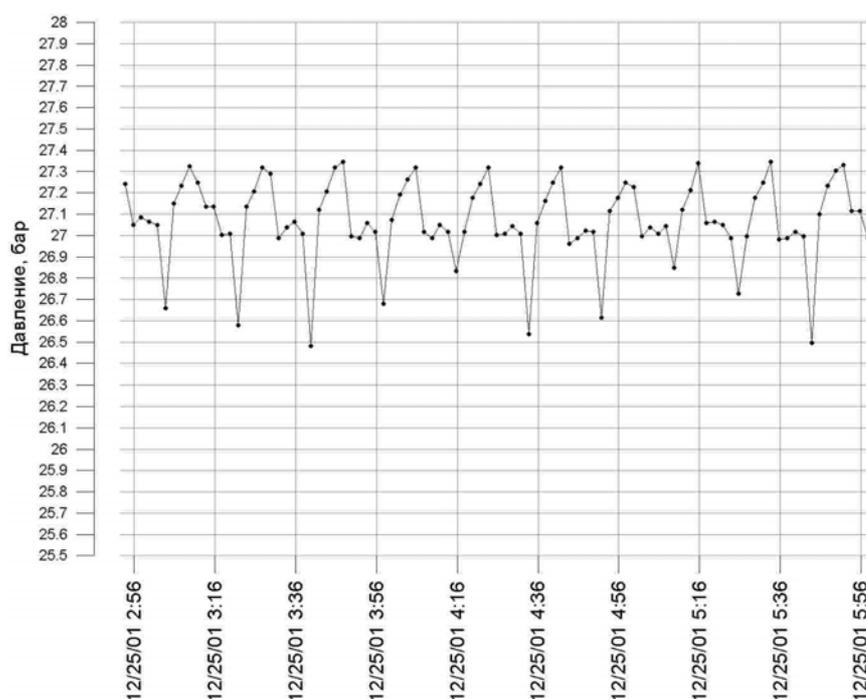


Рис. 1

Гидродинамические аномалии в скважине 30 (Верхне-Мутновский геотермальный резервуар) предшествующие сейсмическим событиям (период наблюдений 2001-2005 гг.).

Гидродинамическая аномалия синхронизированная с землетрясением ($M=5.7$, глубина 37 км, координаты 52.96° с.ш., 160.45° в.д.) аналогична изложенным в работах [1,2,3], однако проявлена более контрастно: перед землетрясением наблюдалось понижение давления в течение 1.5 часов на 4.5 бара, после землетрясения проявились циклические колебания с амплитудой 8.5 бар, которые постепенно затухали в течение 1 часа. (рис 2).

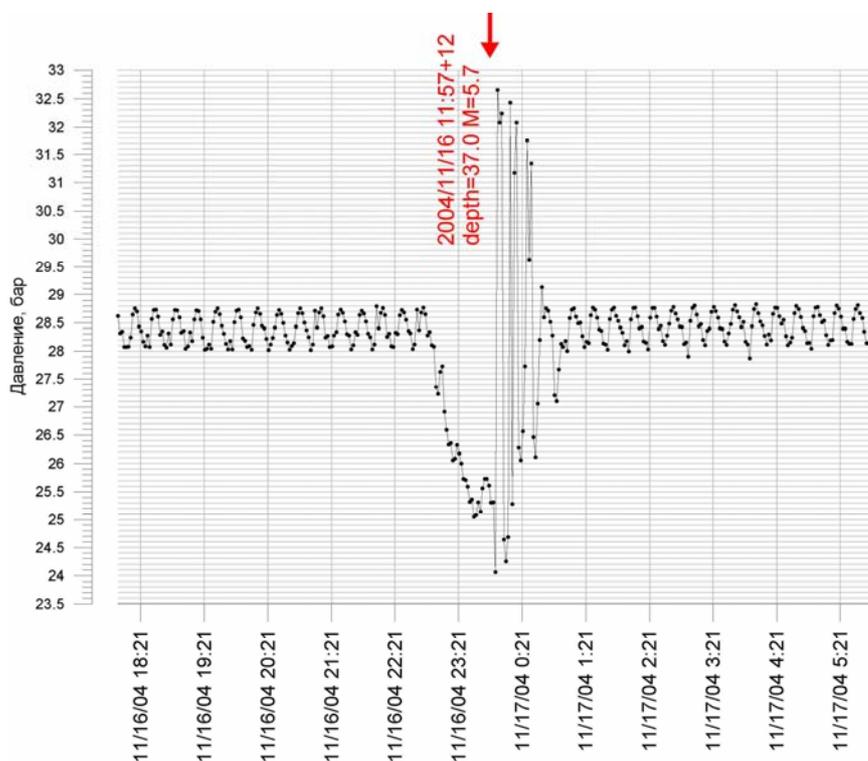


Рис. 2

Гидродинамическая аномалия зафиксированная за 17 ч до землетрясения ($M=5.2$, глубина 13 км, координаты 52.55° с.ш., 160.54° в.д.). Аномалия проявилась в изменениях давления с амплитудой до 6.5 бар с постепенным затуханием в течение 1.5 ч. (рис. 3).

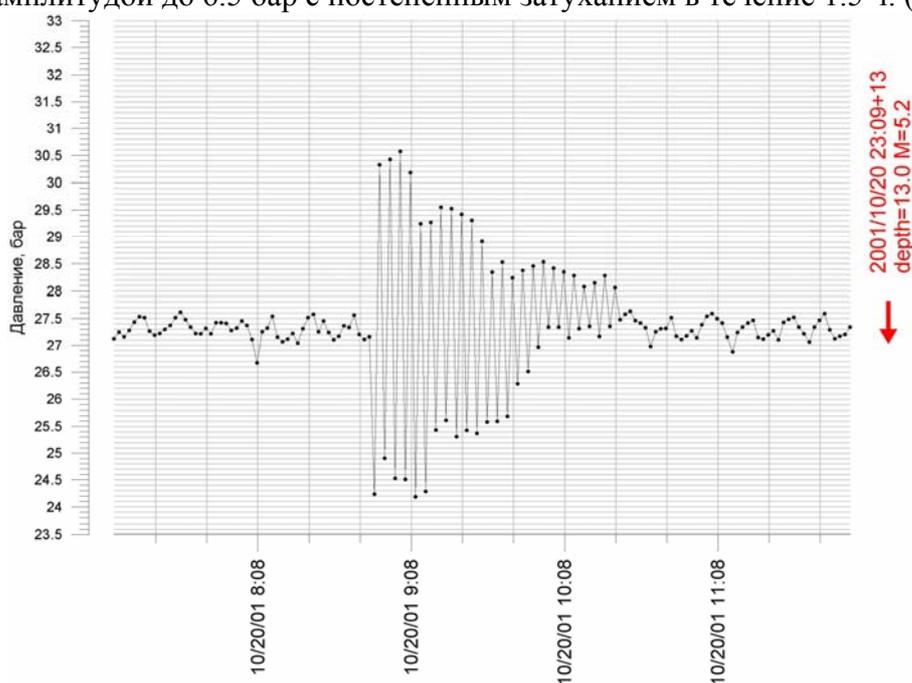


Рис. 3

Отметим также гидродинамическую аномалию, зафиксированную за 24 ч. до цунамигенного землетрясения ($M=9.0$), происшедшего 26 декабря 2004 г. у берегов о. Суматра (Индонезия). Аномалия проявилась в резком снижении давления на 2.5 бара, наблюдавшемся в течение 2 ч.(рис 4.)

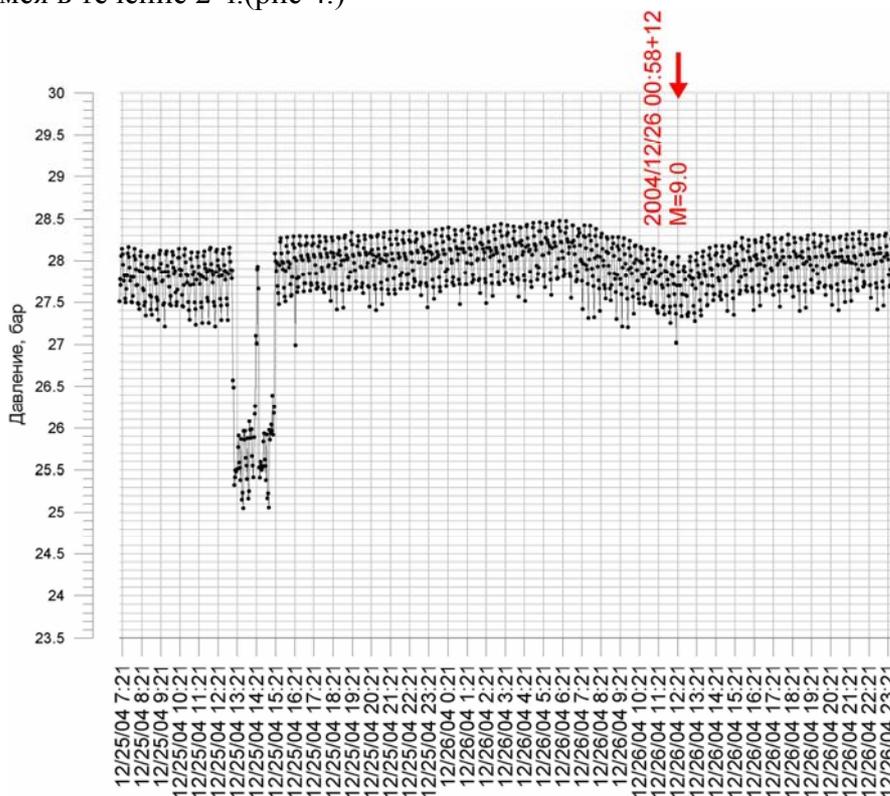


Рис. 4

Заключение.

1. Давление в двухфазном Мутновском геотермальном резервуаре характеризуется в ряде случаев высокой чувствительностью к сейсмическим событиям.

2. За период наблюдений 1995-2006 гг. выявлены пять гидродинамических аномалий, предшествующих сейсмическим событиям, аналогичных изложенным в работах [1,2,3], в частности, выявлена гидродинамическая аномалия (понижение давления на 4.5 бара), предшествующая (за 1.5 ч) землетрясению 16 ноября 2004 г. ($M=5.7$, глубина 37 км, координаты 52.96 с.ш., 160.45 в.д.). Зафиксировано изменение давления с амплитудой до 6.5 бар с постепенным затуханием в течение 1.5 ч за 17 ч до землетрясения ($M=5.2$, глубина 13 км, координаты 52.55° с.ш., 160.54° в.д.). Кроме того зафиксирована гидродинамическая аномалия (снижение давление на 2 бара в течение 2 ч) за 24 ч до цунамигенного землетрясения ($M=9.0$), происшедшего 26 декабря 2004 г. у берегов о. Суматра (Индонезия).

Литература

1. Кирюхин А.В., Такахашии М., Поляков А.Ю. и др. Исследование условий водного питания Мутновского геотермального месторождения с использованием данных по изотопии кислорода (O^{18}) и водорода (D) // Вулканология и сейсмология. 1998. №4-5. С.54-62.
2. Кирюхин А.В., Лесных М.Д., Поляков А.Ю. Естественный гидродинамический режим Мутновского геотермального резервуара и его связь с сейсмической активностью // Вулканология и сейсмология. 2002. №1. С.51-60.
3. Kiryukhin A., Lesnykh M., Polyakov A., Kalacheva E. TOUGH Applications to Analysis of the Pressure Transient Data of the Verkhne-Mutnovsky Site, Mutnovsky Geothermal Field, Kamchatka // Proc. of the TOUGH Workshop'98, LBNL-41995, Berkeley, CA, 1998 . P.65-70. International Workshop: Mutnovsky Scientific Drilling Project, Petropavlovsk-Kamchatsky 2006