

## АНОМАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ВЕРХНЕ-МУТНОВСКОМ ДВУХФАЗНОМ ГЕОТЕРМАЛЬНОМ РЕЗЕРВУАРЕ, СВЯЗАННЫЕ С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

*Кирюхин А.В, Поляков А.Ю.*

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский*

### Введение

Мониторинг давления в скважине 30 (52.551° с.ш., 158.234° в.д.) на Верхне-Мутновском участке, вскрывающей двухфазный 250-270°С трещиноватый геотермальный резервуар, осуществлялся с сентября 1995 г по сентябрь 2006 г. с использованием системы типа «капиллярная трубка» (Pruett Inc.), установленной на глубине 950 м. Суммарное время наблюдений проводимых вначале с интервалом 5 мин., а с 1998 г с интервалом 2 мин. составило 7.82 года. Перерывы в наблюдениях связаны транспортными проблемами по доставке персонала. За период наблюдений было зарегистрировано пять краткосрочных аномалий давления, предшествовавших сейсмическим событиям. В начальный момент давление в скважине 30 на глубине 950 м составляло около 47 бар, на глубинах 600-650 м фиксировался уровень воды.

### Аномальные изменения давления в скважине 30 (Верхне-Мутновский геотермальный резервуар), предшествовавшие сейсмическим событиям (1995-2006 гг.)

Первая аномалия (рис.1) проявилась в том, что за 2-3 часа до момента землетрясения 21.12.1996 г. в скважине 30 началось снижение давления, которое достигло в среднем 0.1 бар. После землетрясения произошло отсоединение контактов клемм внешнего аккумулятора и система около 2 часов работала за счет внутреннего источника питания. Далее, через 6 часов внешнее питание восстановилось и была зафиксирована достаточно сильная пост сейсмическая реакция, проявляющаяся в осцилляциях давления с амплитудой до 0.7 бар и периодом 1.4 часа, осцилляции затухли и давление восстановилось спустя 32 часа после землетрясения.

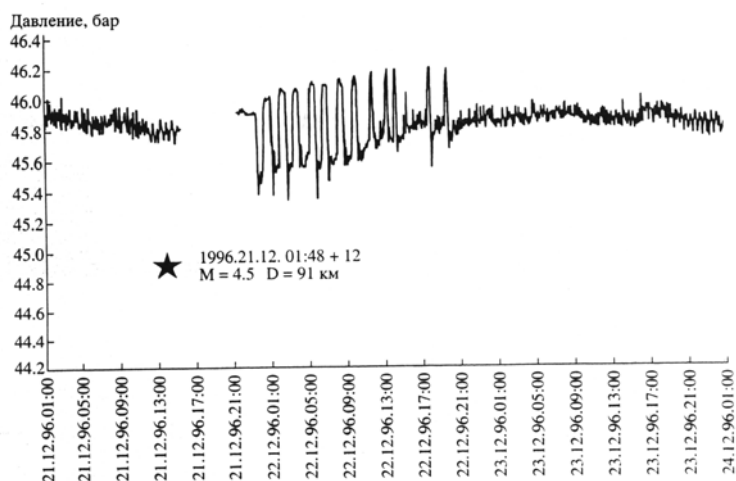


Рис.1. Изменение давления в скважине 30, 21-24 декабря 1996г., Мутновское геотермальное месторождение.

Вторая аномалия (рис.2) проявилась в том, что за 4 часа до момента землетрясения 25.01.1997 г. началось снижение давления, которое достигло 0.15 бар. После землетрясения имела место достаточно сильная постсейсмическая реакция, проявляющаяся в осцилляциях с амплитудой до 0.95 бар общей продолжительностью около 48 часов.

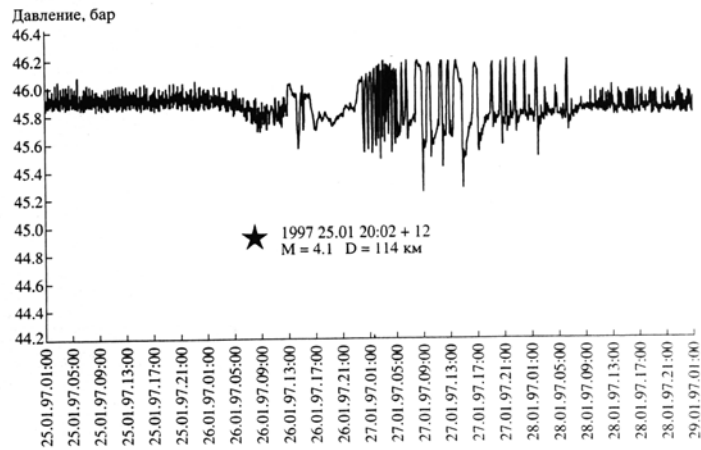


Рис.2. Изменение давления в скважине 30, 25-29 января 1997г., Мутновское геотермальное месторождение.

Третья аномалия (рис.3): снижение давления началось за 6 часов до землетрясения 8.03.1997 г., и к моменту землетрясения оно составило 0.15 бар. Постсейсмическая реакция продолжалась 6 часов и представляла собой осцилляцию давления с амплитудой 0.4 бар. Затем давление восстановилось до начальных значений.

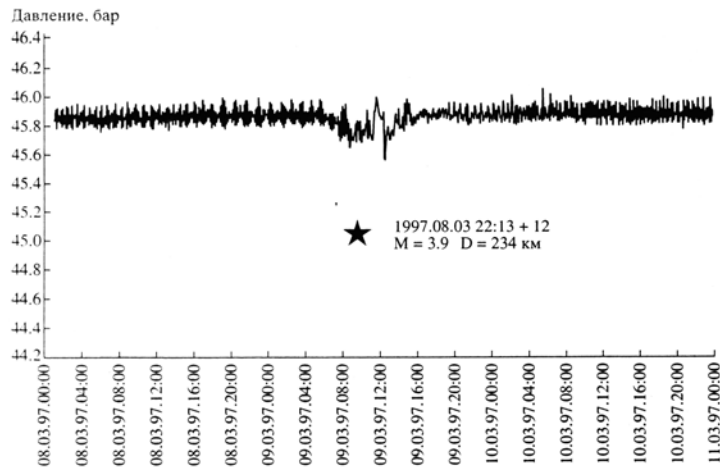


Рис.3. Изменение давления в скв.30, 8-10 марта 1997г., Мутновское геотермальное месторождение.

Четвертая аномалия (рис.4): понижение давления началось за 1.5 часа до землетрясения 30.04.1997 г., и к моменту землетрясения оно составило 0.1 бар. Постсейсмическая реакция выразилась в осцилляции давления с амплитудой до 0.15 бар в течение 5 часов.

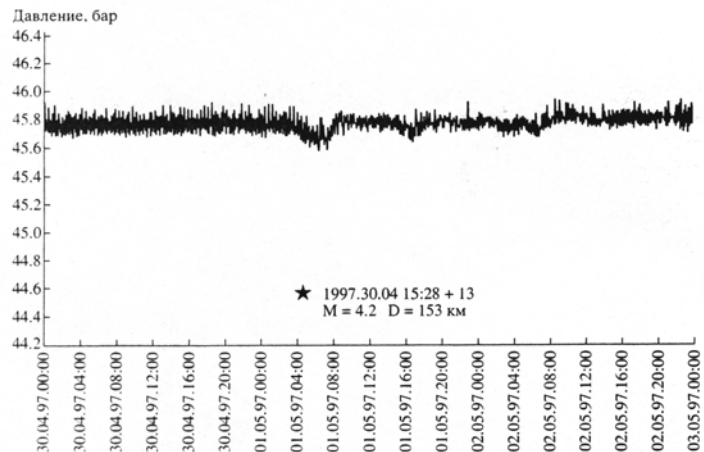


Рис. 4. Изменение давления в скважине 30, 30 апреля-2 мая 1997г., Мутновское геотермальное месторождение

Пятая аномалия (рис 5) синхронизирована с землетрясением 16 ноября 2004 г. магнитудой 5.7, 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.

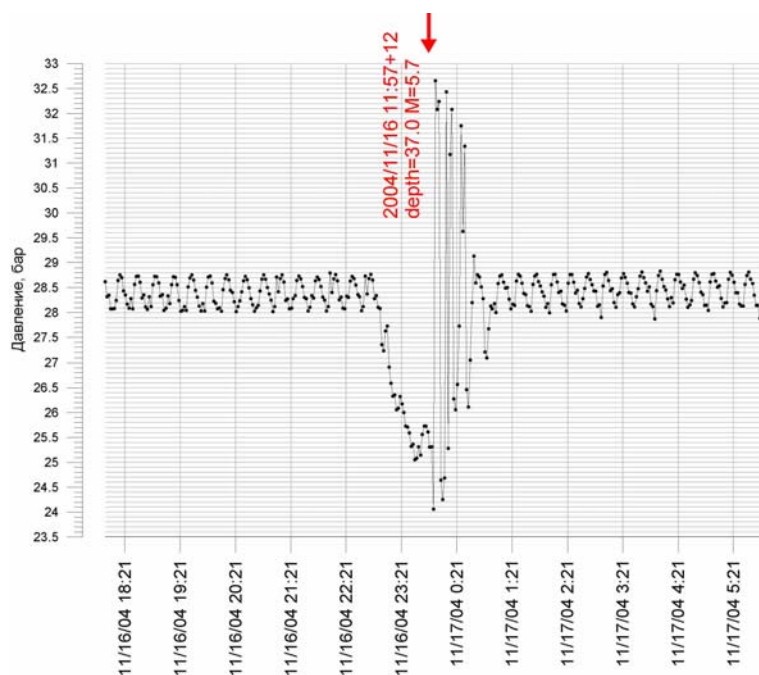


Рис. 5 Изменение давления в скважине 30, 16 ноября 2004г., Мутновское геотермальное месторождение.

В сентябре 2005 г. в скважину 30 по инициативе ОАО «Геотерм» проводилась закачка холодной воды, что привело к попаданию воды внутрь капиллярной трубки. В сентябре 2006 г. капиллярная трубка была извлечена из скважины, были проведены промеры температуры и давления по стволу скважины с использованием зонда Кастера (данные ОАО «Геотерм»). По данным этих измерений в 2007 г. скважина имела давление 34 бара на глубине 950 м и в диапазоне глубин от 0 до 1000 м находилась в двухфазном состоянии.

### Заклучение.

1. По данным наблюдений на скважине 30 давление в двухфазном Мутновском геотермальном резервуаре характеризуется в ряде случаев высокой чувствительностью к сейсмическим событиям. За период наблюдений 1995-2006 гг. выявлены пять таких аномалий, предшествовавших сейсмическим событиям [1,2]. По мере выкипания геотермального резервуара в процессе эксплуатации чувствительность усиливается.

2. Учитывая установленную чувствительность давления в Мутновском геотермальном резервуаре к землетрясениям, целесообразно продолжить в скважинах геотермального месторождения непрерывные наблюдения за давлением (с частотой записи 1 замер в 1-2 минуты). Для оперативного анализа получаемой информации необходима установка телеметрического оборудования для передачи данных по радиоканалу.

### Список литературы

1. 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.
2. Кирюхин А.В., Корнеев В.А., Поляков А.Ю. О возможной связи сильных землетрясений с аномальными изменениями давления в двухфазном геотермальном резервуаре // Вулканология и сейсмология. 2006. №6. С.3-11.