

THE MANIFESTATION OF STRONG SUBDUCTION EARTHQUAKES AND LOCAL GEODYNAMIC ACTIVATION IN CHANGES OF WATER LEVEL IN THE WELL E-1, KAMCHATKA

Kopylova G.N., Boldina S.V.

Kamchatka Branch, Geophysical Survey RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, gala@emsd.ru

Water level observations in the well E-1 (53.26 lat., 158.48 long., depth 665 m) are carried out by Kamchatka branch of Geophysical service RAS since 1987 [1]. The well is located not far (11 km) from the active volcano Koryakskiy. In changes of water level are revealed the increases and decreases during 3-6 years with amplitudes from tens cm up to 1.5 m, barometric variations and changes due to strong earthquakes. The tidal and seasonal variations are not manifested in water level changes. The well E-1 exposes in depth 625-645 m the groundwater reservoir containing fluid (water and gas) with increased compressibility [1, 2].

Two types of geodynamic effects are extracted in changes of water level: 1 - water level decreases with the accelerated velocity within one week - months before 70-80% of subduction earthquakes with $M \geq 5$ on distances up to 350 km (hydrogeodynamic precursor), 2 - the rising of water level with amplitude 1.22 m during middle 2006 to 2009 preceding and following to the swarm of earthquakes ($K_s \leq 8.3$) in area of volcano Koryakskiy and phreatic eruption [3] (fig.).

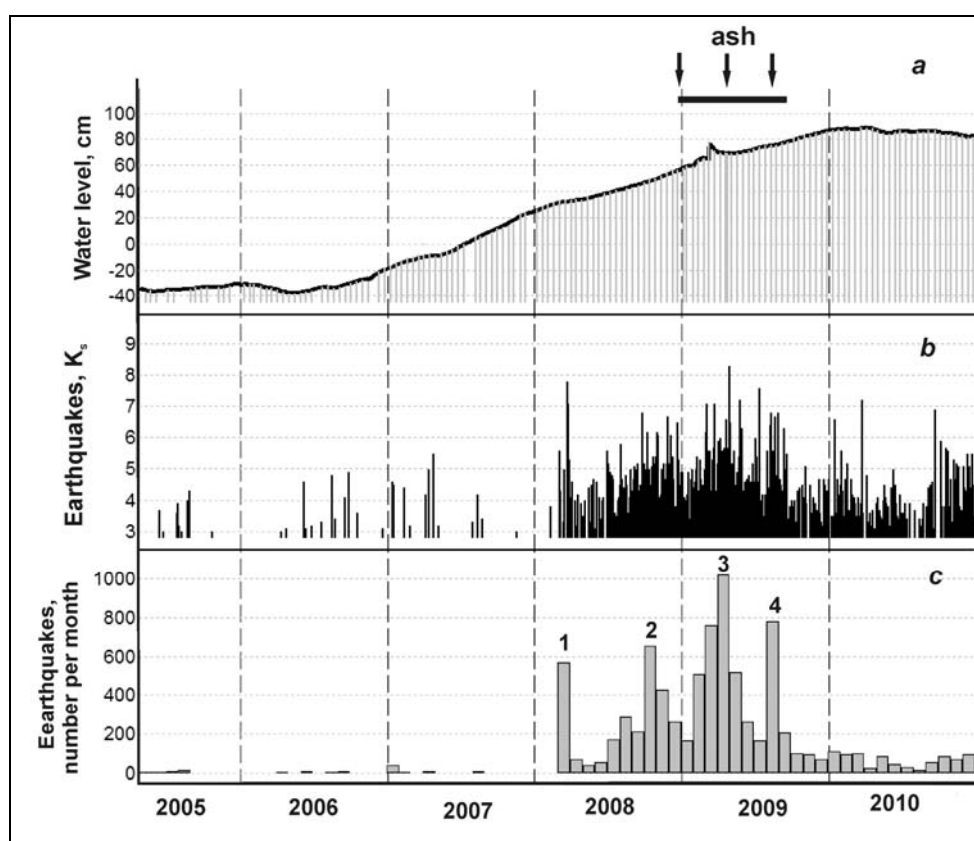


Fig. Water level changes in the well E-1 in 2005 - 2010 (a) in comparison with the seismicity (b) and the activity of volcano Koryakskiy (the time of phreatic eruption is shown by horizontal line); c - the amount earthquakes with $K_s \geq 4.0$ per month in area of volcano Koryakskiy (the numbers indicate the peaks of seismic activity: 1 - March 2008; 2 - October 2008; 3 - April 2009; 4 - August 2009).

The attenuation of the well's sensitivity to earthquakes preparation processes was observed during the rising of water level (fig.). It was manifested in the absence of hydrogeodynamic precursors before earthquakes with $M \geq 5$ in 2007-2009. The sensitivity of the well E-1 to earthquakes preparation processes was recovered in 2010 after the termination of water level rising. Hydrogeodynamic precursors in water level were fixed before all three seismic events with $M \geq 5$ in 2010.

The water level rising continued 3.5 years and showed the pore pressure increase in the reservoir as a result of the volumetric compression. The source of the volumetric compression was connected with preparation and development of the swarm of earthquakes and volcano Koryakskiy eruption. The increase of pore pressure was equal 12.2 kPa (0.12 bar) taking into account to the elastic parameters of reservoir and the amplitude of water level rising. The volumetric compression of the groundwater reservoir $\Delta\varepsilon = -(4.1-9.9) \cdot 10^{-6}$.

The tectonic stresses due to structure formation of the expansion zone in the earth's crust are the most probable source of the water-saturated rocks compression [3]. The continuous growth of tectonic stresses was accompanied by the activation of weak seismicity in depth 0-10 km within the extended submeridional area since March 2008 and by phreatic eruption of volcano Koryakskiy in 2009.

The long-term observations of the water level show the unique sensitivity of the well E-1 with respect to preparation processes of strong subduction earthquakes and to the geodynamic activation in the interior of the Avachinskaya volcanotectonic depression accompanied by the swarm of earthquakes and phreatic eruption of volcano. The example of this well give a demonstration of two types of the present-day geodynamic processes reflected in water level changes: 1 - preparation and realization of strong subduction earthquakes and 2 - preparation and realization of local displacements in the continental crust accompanied by seismic and volcanic activation. Such processes can «collide» at each other and cause the overlapping responses in water level changes.

Reference

1. Kopylova G.N. Variations of water level in Elizovskaya-1 well, Kamchatka due to large earthquakes: 1987-1998 Observations // Vulkanol. Seismol. 2001. № 2. P. 39–52 [in Russian].
2. Kopylova G.N. The application of water level observations in wells for searching earthquakes precursors (on the example of Kamchatka) // Geofizicheskyye issledovaniya. 2009. №. 2. V. 10. P. 56-68 [in Russian].
3. Seliverstov N. I. The eruption of Koryakskiy volcano at // Vestnik KRAUNTs, Nauki o Zemle. 2009. №. 1. V. 13. P. 7–9 [in Russian].

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТОВ СИЛЬНЫХ СУБДУКЦИОННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ЛОКАЛЬНОЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ В ИЗМЕНЕНИЯХ УРОВНЯ ВОДЫ В СКВАЖИНЕ Е-1, КАМЧАТКА

Копылова Г.Н., Болдина С.В.

*Камчатский филиал Геофизической службы РАН, г. Петропавловск-Камчатский,
gala@emsd.ru*

Уровнемерные наблюдения на скважине Е-1 (53.26° с.ш., 158.48° в.д., глубина 665 м) проводятся Камчатским филиалом Геофизической службы РАН с 1987 г. [1]. Она находится в 11 км от действующего вулкана Корякский. В изменениях уровня воды проявляются повышения и понижения продолжительностью 3 - 6 лет с амплитудами от первых десятков см до 1.5 м, слабые барометрические вариации и изменения в связи с сильными землетрясениями. Приливные и сезонные изменения уровня воды не проявляются. Скважина вскрывает резервуар подземных вод в зоне затрудненного водообмена с повышенной сжимаемостью поровой воды, содержащей газовую фазу [1, 2].

В изменениях уровня воды выделены два типа геодинамических эффектов: 1 – понижения уровня с повышенной скоростью в течение недели - первых месяцев примерно перед 70-80% субдукционных землетрясений с $M \geq 5$ на расстояниях до 350 км (гидрогеодинамический предвестник); 2 - повышение уровня воды с середины 2006 по 2009 гг., предшествующее и сопутствующее рою слабых ($K_S \leq 8.3$) землетрясений в районе влк. Корякский и его fumarольной активизации [3] (рис.).

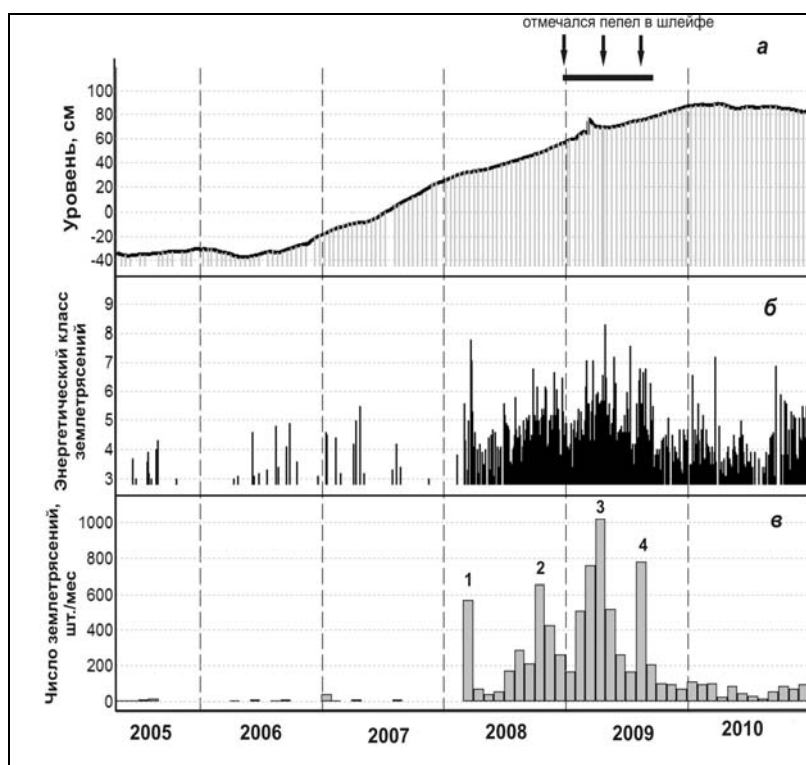


Рис. Изменение уровня воды в скважине Е-1 в 2005 – 2010 гг. (а) в сопоставлении с сейсмичностью (б) и вулканической активностью вулкана Корякский (горизонтальной линией показано время фреатического извержения); в – суммарное за месяц количество землетрясений с $K_S \geq 4.0$ в районе влк. Корякский (цифрами обозначены максимумы сейсмической активности: 1 – март 2008 г., 2 – октябрь 2008 г., 3 – апрель 2009 г., 4 – август 2009 г.).

Во время повышения уровня воды (рис.) наблюдалось ослабление чувствительности скважины к процессам подготовки землетрясений, возникающих в процессе поддвига Тихоокеанской океанической плиты под Охотоморскую плиту континентального типа. Это проявлялось в отсутствии гидрогеодинамического предвестника перед такими землетрясениями в 2007-2009 гг. Чувствительность скважины к процессам подготовки субдукционных землетрясений восстановилась в 2010 г. после окончания повышения уровня воды. В 2010 г. гидрогеодинамический предвестник был зафиксирован перед всеми тремя сейсмическими событиями с $M \geq 5$.

Повышение уровня воды продолжалось 3.5 года и показывало рост порового давления вследствие возникновения источника деформации объемного сжатия водовмещающих пород. Источник был связан с подготовкой и развитием роя землетрясений и извержения влк. Корякского. Амплитуда повышения уровня составила 1.22 м. С учетом упругих параметров резервуара по амплитуде повышения уровня воды рост порового давления составил 12.2 кПа или 0.12 бар. Величина деформации объемного сжатия в районе скважины составляла $\Delta \epsilon = -(4.1 - 9.9) \cdot 10^{-6}$.

Наиболее вероятным источником сжатия водовмещающих пород являются тектонические напряжения, связанные с формированием субмеридиональной раздвиговой зоны в земной коре в районе влк. Корякский [3]. Рост тектонических напряжений с марта 2008 г. сопровождался активизацией слабой сейсмичности в пределах протяженной субмеридиональной зоны и слабым фреатическим эксплозивным извержением.

Многолетний мониторинг уровня воды показывает уникальную чувствительность гидродинамического режима скважины Е-1 по отношению к процессам подготовки сильных субдукционных землетрясений и к геодинамической активизации в недрах Авачинской вулканотектонической депрессии, сопровождающейся роем землетрясений и фреатическим извержением вулкана Корякский. На примере этой скважины показано, что, по крайней мере, два вида современных геодинамических процессов: 1 – подготовка и реализация сильных субдукционных землетрясений и 2 – локальные движения в пределах континентальной коры, сопровождающиеся сейсмической и вулканической активизацией, могут «накладываться» друг на друга и вызывать перекрывающие друг друга отклики в изменениях уровня воды.

Литература

1. Копылова Г.Н. Изменения уровня воды в скважине Елизовская-1, Камчатка, вызванные сильными землетрясениями (по данным наблюдений в 1987-1998 гг.) // Вулканология и сейсмология. 2001. № 2. С. 39-52.
2. Копылова Г.Н. Оценка информативности уровнемерных наблюдений в скважинах для поиска гидрогеодинамических предвестников землетрясений (на примере Камчатки) // Геофизические исследования. 2009. Т. 10. № 2. С. 56-68.
3. Селиверстов Н.И. Активизация вулкана Корякский на Камчатке // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009. № 1. Вып. 13. С. 7-9.