

РЕАКЦИЯ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ ДЛИННЫЕ ВОЛНЫ В ОКЕАНЕ

С. А. Арсеньев*

¹*Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук, Москва, Россия*

*E-mail: arsy7@mail.ru

Воздействие океана на земную кору гораздо значительнее, чем воздействие атмосферы, поскольку вода примерно в 1000 раз тяжелее воздуха. Сила удара океанского прибоя может достигать 50 000 кг на 1 м² прибрежной скалы. В прибрежных районах океана гравитационные волны на воде считаются сейсмообразующим фактором, вызывающим микросейсмы. В открытом океане, на глубинах порядка 4000 м, влияние поверхностных ветровых волн на земную кору отсутствует, поскольку связанные с ними движения экспоненциально затухают с удалением от поверхности и проникают только на глубины порядка 100 м. Длинные волны, такие как приливы, штормовые нагоны и планетарные волны, достигают дна океана и могут оказывать на него избыточное давление. Однако амплитуды этих волн невелики, а давление незначительно. Исключение составляют волны цунами, амплитуда которых иногда достигает сотен метров. В нашей работе мы нашли значение давления на дно океана (моря) от цунами в виде нелинейных одиночных волн на воде. Нелинейность в волнах на воде является существенной, поскольку волновое давление на океанское дно содержит негидростатические составляющие. Наша математическая модель, основанная на нелинейных уравнениях идеальной жидкости без трения, позволяет нам рассчитать дополнительное, сверх гидростатическое давление на земную кору. Оно зависит от амплитуды одиночных волн и глубины океана. Избыточное волновое давление в среднем составляет 50% от гидростатического давления на мелководных океанских шельфах. Таким образом, цунами, вызванное одиночными волнами, может спровоцировать новые землетрясения, поскольку избыточные напряжения влияют на очаг землетрясения. Расчетный пример показывает изменения динамического давления после прибытия цунами. В качестве примера приводится случай обрушения в фиорд Дикси в Гренландии большого массива береговых скал. В фиорде возникла длинная волна, которая в течение 9 дней плескалась, вызывая сейсмический грохот, фиксируемый сейсмографами в США. Очаг возникшего землетрясения был в Гренландии, а магнитуда возникшего землетрясения была порядка 5.

EARTHQUAKE FOCI RESPONSE TO NONLINEAR LONG WAVES IN THE OCEAN

S. A. Arsen'yev*

Schmidt institute of physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

*E-mail: arsy7@mail.ru

The impact of the ocean on the Earth's crust is much greater than the impact of the atmosphere, as water is approximately 1,000 times heavier than air. The force of an ocean wave can reach up to 50,000 kilograms per square meter of coastal rock. In coastal areas of the ocean, gravitational waves on water are considered a seismogenic factor that causes microseisms. In the open ocean, at depths of about 4,000 m, there is no effect of surface wind waves on the earth's crust, as the associated motions decay exponentially with distance from the surface and penetrate only to depths of about 100 m. Long waves, such as tides, storm surges, and planetary waves, reach the ocean floor and can exert excess pressure on it. However, the amplitudes of these waves are small, and the pressure is insignificant. The exception is tsunami waves, which can have amplitudes of up to hundreds of meters. In our work, we found the value of the pressure on the ocean (sea) floor from a tsunami in the form of nonlinear single waves on the water. Nonlinearity in water waves is significant because wave pressure on the ocean floor contains non-hydrostatic components. Our mathematical model, based on nonlinear equations of an ideal frictionless fluid, allows us to calculate the additional, super-hydrostatic pressure on the Earth's crust. It depends on the amplitude of single waves and the depth of the ocean. Excess wave pressure is on average 50% of the hydrostatic pressure on shallow ocean shelves. Thus, a tsunami caused by single waves

can trigger new earthquakes, as excess stresses affect the earthquake's epicenter. A calculated example shows the changes in dynamic pressure after the arrival of a tsunami. As an example, consider the collapse of a large mass of coastal rocks into the Diksy Fjord in Greenland. This caused a long wave in the fjord, which lapped for nine days, causing seismic rumblings that were recorded by seismographs in the United States. The earthquake originated in Greenland, and its magnitude was around 5.