

МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕЙСМОГВОЗДЕЙ

Натяганов В.Л.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Москва, Россия

e-mail: tensor-home@yandex.ru

Рассматриваются признаки и свойства “сейсмических гвоздей”, которые представляют собой субвертикальные скопления гипоцентров землетрясений, расположенных на глубинах 20-80 км с эпицентральной проекцией диаметром в 5-10 км и аномально малым временем (1-4 недели) формирования.

В ряде публикаций основной причиной подобных структур называлась глубинная дегазация легких газов (водорода, гелия) в виде всплывающих мантийных плюмов. Не касаясь вопросов о геохимическом влиянии мантийных флюидов на земные недра, перечислим основные геофизические факты.

1. Главной особенностью водорода, растворенного в минералах верхней мантии, является его аномально высокая подвижность.

2. Нагретый водород является эффективным теплоносителем - при его движении в сплошной среде сильно нагреваются диффузионные каналы.

3. Водорода в среде снижает поверхностную энергию, поэтому эти диффузионно-тепловые каналы становятся аналогом площадок скольжения (микротрещинами), которые могут перерасти в макротрещины большой длины.

4. Аморфизированная (насыщенная водородом) среда имеет на 30-50 % меньшие значения модулей Юнга и сдвига, но большую плотность.

Этот перечень свидетельствует, что создать количественную модель, адекватно описывающую свойства сейсмогвоздей на микро- и макроуровнях, вряд ли возможно.

Однако модели, описывающие на качественном макроуровне сейсмогвозди и ряд их свойств 1-4, можно предложить на основе аналогии процессов массо- и теплообмена. Учитывая аномально быстрое формирование сейсмогвоздей, рассматривается процесс распространения безразмерной температуры в режиме с обострением на основе квазилинейного параболического уравнения с источником.

С помощью пространственно-временной замены координат и температуры это уравнение сводится к эллиптическому уравнению, решение которого в земных недрах описывает тепловые спиральные волны на поверхности длинного и тонкого конуса – внешней границе сейсмогвоздя.

В качестве подтверждения адекватности этой тепловой модели рассмотрим две родственные макромоделю из теории деформируемого твердого тела и гидродинамики.

Первая модель обоснована в диссертации О.П. Бушмановой, где развит подход к решению плоской задачи в условиях локализации сдвигов в виде системы спиралей вблизи горизонтальной выработки. Этот подход позволяет описать промежуточное состояние среды: между упругостью (отсутствие линий скольжения) и пластичностью (линии скольжения близки). При вертикальной выработке спиральные линии скольжения вдоль цилиндрической поверхности не будут плоскими.

Гидродинамическая модель функционирования сейсмогвоздей основана на обобщении предыдущей модели и пункте 4 свойств: аморфизация среды водородом происходит с уменьшением объема, т.е. между внешней границей сейсмогвоздя и вмещающей геофизической средой должна возникнуть прослойка в виде квазицилиндрической макротрещины, вдоль которой мантийный водород поднимается в виде циркуляционного потока Громеко-Бельтрами или осесимметричного течения с закруткой по Дж. Бэтчелору.