

# Об экспериментах по выявлению динамического скачка давления флюида в трещине как возможного триггера землетрясений вследствие прохождения сейсмических волн

---

Дьяур Н.И. (1), Jin Y. (2), Zheng Y. (2)

(1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю.

Шмидта Российской Академии Наук, Москва, Россия

(2) Университет Хьюстона, Хьюстон, США

e-mail: dyaur@ifz.ru

Геологическая среда постоянно находится под воздействием различных физических полей. В наблюдательной сейсмологии установлено, что небольшое динамическое возмущение напряжения, при наличии флюида, может быть триггером землетрясения. Механизм, лежащий в основе этого динамического триггера, до конца не изучен.

Возможным механизмом такого динамического триггера землетрясения может быть возрастание давления во флюидах, заполняющих трещины в земной коре в результате прохождения сейсмической волны. Мы называем это Transient Pressure Surge Effect (эффект временного скачка давления). Мы провели низкочастотные эксперименты чтобы обнаружить скачок давления при контролируемых лабораторных условиях и основываясь на численном моделировании, предсказывающего что PS эффект появляется при низкочастотном режиме (Zheng, 2018). В результате мы нашли подтверждение значительного возрастания давления флюида в трещине (Jin и др., 2021).

Для лабораторного эксперимента использовали модель трещины, образованную между двумя соединенными блоками плексигласа толщиной около 8 см каждый и длиной 120 см. Блоки погружались в бассейн с водой. Толщина слоя воды над моделью и под моделью была одинаковой и составляла по 40 см. Пространство между блоками с параллельными стенками плексигласа заполняли водой и дискретно изменяли апертуру трещины от 0.2 мм до 9.2 мм. Боковые и дальняя сторона трещины были закрыты, а близкая к источнику, оставалась открытой. Поскольку PS эффект возможен при низких частотах, нами был создан низкочастотный источник колебаний (X-Frac-S), который устанавливали под водой на фиксированном расстоянии от модели, на уровне глубины трещины, и этот источник генерировал синусоидальные волны давления одной частоты. Частоту колебаний регулировали, и изменяли от 10 до 70 Гц с шагом 1 Гц. Большой трудностью оказался подбор миниатюрных датчиков давления для работы в трещине, поэтому нами были разработаны также датчики давления (X-Frac-H) толщиной  $\approx 0.2$  мм для измерений в трещинах различной апертуры, на базе дискообразной пьезокерамики.

Для качественного измерения эффекта PS мы определяли коэффициент скачка давления (PSF) - отношение между амплитудой волны внутри трещины и амплитудой перед входом в трещину, как функцию частоты входящей волны. Наблюдения показывают, что PSF зависит от геометрии трещины, размеров, апертуры и частоты волны. В наших экспериментах были достигнуты максимальные повышения давления в трещине (PSF) в 25.2 раза при частоте 29 Гц для апертуры 0.95 мм. Экстраполируя PS к масштабам полевых условий (размер трещины более 100 м.) мы предполагаем появление большого PSF ( $>100$ ) на частоте 0.1 Гц или ниже. Эффект скачка давления (PS) может кардинально повышать поровое давления флюида, что способствует преодолению кулоновского барьера, и приводит к образованию разрывов. Данная лабораторная работа по обнаружению и подтверждению феномена скачка давления может быть важным шагом на пути к объяснению механизма динамического триггера землетрясений

Литература.

Zheng, Y. (2018). Transient pressure surge in a fluid-filled fracture. Short note, Bull. Seismol. Soc. Am. 108, no. 3A, 1481–1488

Jin, Y., Dyaaur, N., and Zheng, Y. (2021). Laboratory Evidence of Transient Pressure Surge in a Fluid-Filled Fracture as a Potential Driver of Remote Dynamic Earthquake Triggering. *The Seismic Record*. 1, 66–74