

В. А. Бучин, С. С. Григорян, Г. А. Шапошникова
(Москва, НИИ механики МГУ). Особенности динамики разрушения хрупких сред с неоднородными свойствами.

Представления о механизме возникновения землетрясений, сформулированные С. С. Григоряном, связывают быстрое выделение упругой энергии в очаге землетрясения с достижением неустойчивости механического состояния горной породы в ходе медленного накопления этой энергии на стадии «подготовки» землетрясения. Сам акт землетрясения, завершающий «медленную» стадию, представляет собой динамический процесс разрушения с интенсивным излучением упругих волн. В докладе построена простейшая механическая модель для геофизических процессов, протекающих в так называемой зоне Бенъофа, где одна литосферная плита пододвигается под другую. Модель представляет собой упругий стержень, «приклеенный» по боковой поверхности к жесткой стенке и растягиваемый осевой нагрузкой. Среда между стержнем и жестким основанием («клей») моделируется малопрочной упругой до некоторого критического значения напряжения средой. При превышении напряжением этого критического значения материал разрушается. На разрушенном участке поверхность стержня «скользит» по поверхности стенки, испытывая действие силы сухого трения.

Аналитически исследованы равновесные состояния при частичном разрушении участка «склейки» для случая постоянных величин параметров разрушения. Статическая диаграмма разрушения (зависимость длины разрушенного участка от приложенной нагрузки) имеет две ветви: «устойчивую» (длина разрушенного участка возрастает с ростом приложенной нагрузки до достижения ею максимального возможного в задаче значения) и «неустойчивую» (начиная от максимального значения, равновесное значение нагрузки падает с ростом длины разрушенного участка). Внесение малых возмущений в систему при максимальном значении нагрузки приводит к динамическому процессу разрушения (срыву) — быстрому распространению фронта разрушения с излучением упругих волн.

Данная механическая система рассмотрена и в случае неоднородного распределения величин параметров разрушения по координате. При произвольных неоднородностях параметров разрушения аналитическое изучение равновесных состояний становится невозможным, и это может быть сделано только численно. Устойчивые равновесные состояния для частично разрушенной среды с периодическим распределением по координате прочностных свойств найдены численно методом установления. Определена структура зон разрушения в зависимости от приложенных внешних напряжений. Проведен анализ динамики нестационарного разрушения, происходящего при меняющемся со временем внешнем силовом воздействии. Рассмотрены линейное (по времени), импульсное и гармоническое воздействия. Найдено критическое значение внешнего силового воздействия (инициирующего разрушение), при котором происходит исчезновение квазистационарного решения, и процесс разрушения переходит в резко нестационарную заключительную фазу. Изучено влияние малых внешних акустических воздействий на процесс разрушения при малых степенях надкритичности внешнего воздействия. Обнаружена резкая нелинейная зависимость характерного времени разрушения от частоты внешних малых акустических воздействий. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 05-01-01117-а.