

Спонтанная локализация неупругой деформации геоматериалов как следствие неустойчивости упругопластического нагружения: сравнение численного решения высокого разрешения с аналитическим решением упрощенной задачи.

Гизатуллина Эльвира Назифовна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва,
Россия

E-mail: elwira.giz@yandex.ru

Движение литосферы является одной из отличительных черт нашей планеты. Согласно тектонике плит, земная кора состоит из относительно жестких блоков — литосферных плит, которые находятся в постоянном движении относительно друг друга. Плиты на поверхности Земли разделены разломами, которые в виде полос сдвига разделяют недеформируемые блоки. Вместо гладкого распределения деформация локализуется в полосы скольжения. Идентификация механизма локализации деформации является целью интенсивных научных исследований последних десятилетий.

В наших исследованиях используются стандартные и простейшие реологические модели хрупкого деформирования и сухого трения. Пластичность реализована с помощью теории Кулона - Мора с соответствующим законом течения. Основным параметром, контролирующим локализацию деформаций, является предел прочности. Математические модели требуют высокого разрешения в пространстве и во времени, так как локализация деформации происходит в неизвестных заранее месте и времени. Для достижения высокого разрешения, изначально развитый прототип вычислительного алгоритма на языке высокого уровня типа Matlab переводится на расширение CUDA языка C. Расширение CUDA позволяет использовать новейшее компьютерное оборудование, характеризующегося высокой скоростью обработки (чтение/запись) памяти. Численное решение реализовано на основе комбинаций методов конечных разностей и конечных объемов на прямоугольных структурированных сетках. Для решения квазистатической задачи используется модификация метода простой итерации. Теория итерационных методов используется для ускорения сходимости алгоритмов к численному решению [1, 2]. Аналитические решения упрощенных постановок задач [3, 4] используются для кросс-валидации численных и аналитических решений. Разработанная численная модель может использоваться для решения широкого диапазона прикладных задач в науках о Земле или геотехнологии, подразумевающих моделирование упругопластических сред.

Источники и литература

- 1) Rass L., Utkin I., Duretz T., Omlin S., Podladchikov Y. Y. Assessing the robustness and scalability of the accelerated pseudo-transient method towards exascale computing //Geoscientific Model Development. - 2022. <https://gmd.copernicus.org/preprints/gmd-2021-411/>
- 2) Wang L. H., Yarushina V. M., Alkhimenkov Y., Podladchikov Y. Y. Physics-inspired pseudo-transient method and its application in modelling focused fluid flow with geological complexity //Geophysical Journal International. - 2022. - №. 229. - С. 1-20.

- 3) Vermeer P. A. The orientation of shear bands in biaxial tests //Geotechnique. - 1990. - Т. 40. - №. 2. - С. 223-236.
- 4) Vermeer P.A., De Borst R. Non-associated plasticity for soil, concrete and rock //Heron. - 1984. - Т. 29. - №. 3. - С. 1-64.