

Исследование возможности применения бессеточных методов к численному моделированию лавовых потоков

Научный руководитель – Мельник Олег Эдуардович

Уткин Иван Сергеевич

Аспирант

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

E-mail: ivan.utkin94@gmail.com

Для оценки рисков, связанных с формированием лавовых потоков во время вулканических извержений, необходимо создание моделей, позволяющих прогнозировать пути распространения лавы. В настоящее время активно применяется математическое моделирование, основанное на методах гидромеханики.

Известно, что существенное влияние на параметры потока оказывает наличие затвердевшей корки, которая образуется за счет остывания поверхности лавы в результате теплообмена с атмосферой [2]. Применение сеточных методов приводит к серьёзным трудностям в связи с необходимостью постановки граничных условий на заранее неизвестной поверхности потока. В последние годы активно развиваются бессеточные методы, которые позволяют эффективно решить проблемы традиционных подходов.

Одним из наиболее популярных и хорошо изученных бессеточных методов является метод гидродинамики сглаженных частиц (*smoothed particle hydrodynamics, SPH*), разработанный в конце 70-х годов для моделирования задач астрофизики [1]. В дальнейшем метод был усовершенствован и модифицирован для численного решения широкого класса задач механики сплошных сред.

Для лавовых потоков характерными особенностями, которые нужно учитывать при разработке численных методов, являются высокая вязкость среды, низкая скорость распространения, а также большие характерные времена порядка дней и недель. Поэтому для успешного использования SPH может быть необходима переработка существующих методик, а также создание новых техник, обеспечивающих аккуратное воспроизведение физических процессов.

Целью настоящего исследования является проверка возможностей SPH в применении к задаче моделирования лавовых потоков с учетом наличия твердой корки, определение проблем метода, возможных способов их решения, а также дальнейшего направления исследований в данной области. Для этого была разработана программа, реализующая несколько различных вариантов метода SPH, и проведены расчёты ряда течений с характерными для лавовых потоков параметрами среды. Продемонстрировано хорошее совпадение результатов расчетов с существующими точными решениями, а также способность метода воспроизводить наблюдаемые на реальных лавовых потоках эффекты, например, разрыв корки при внедрении маловязкой лавы в область, заполненную лавой высокой вязкости.

Источники и литература

- 1) Gingold, R.A., Monaghan, J.J. Smoothed particle hydrodynamics — Theory and application to non-spherical stars // Mon. Not. R. Astron. Soc. Vol. 181. 1977. P. 375-389
- 2) Harris, A.J.L., Flynn, L.P., Matias, O., Rose, W.I., Cornejo, J. The evolution of an active silicic lava flow field: an ETM+ perspective // J. Volc. Geotherm. Res. Vol. 135. 2004. P. 147-168