

Секция «Высокопроизводительные вычисления и математическое моделирование»

## Моделирование соударений деформируемых тел методом сглаженных частиц

*Блажнов Илья Дмитриевич*

*Сотрудник*

Российский федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, Саров, Россия

*E-mail: idblazhnov@yandex.ru*

*И.Д. Блажнов, Д.Н. Кабаев, Ю. Н. Дерюгин, С. Н. Полищук, Е. И. Рябов*

Российский Федеральный Ядерный Центр - Всероссийский НИИ экспериментальной физики, Саров

В работе представлена численная методика построенная на основе метода SPH [1,2] для моделирования соударения деформируемых тел. Исходная система дифференциальных уравнений, привлекаемая для описания взаимодействия деформируемых тел, где необходимо учитывать упругопластические свойства, состоит из уравнений газовой динамики и уравнений Прандтля-Рейса [3] описывающей поведение идеальной упругой среды. Система уравнений замыкается уравнением состояния, которое для рассматриваемых веществ берется в форме Ми-Грюнайтзена и реологическими зависимостями для описания перехода из упругого состояния в пластическое. Здесь используются две модели: модель Мизеса [4] и модель Джонсона-Кука [5]. Для моделирования процесса разрушения материала используется модель «хрупкого» откола [6]. Для численного решения уравнений, описывающих механическое поведение упругопластической среды, по аналогии с работой [7], построена полностью консервативная аппроксимация уравнений упругопластики методом сглаженных частиц.

Расчетная методика проверена на ряде тестов: задачи о соударении пластин, тест Тейлора и задачи пробития ударником преград. Проведено сравнение с аналитическим решением, с решениями, полученными по другим методикам, и с экспериментальными данными. Получено качественное и количественное согласие результатов.

### Литература

1. Gingold R.A., Monaghan J.J. Smoothed Particle Hydrodynamics: theory and application to non-spherical stars // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. - 1977. - No. 181. - P. 375-389.
2. Lucy L. A numerical approach to the testing of the fission hypothesis // Astronom. J. - 1977. - No. 82. - P. 1013.
3. Бабкин А.В., Селиванов В.В. Прикладная механика сплошных сред. Том-1. Основы механики сплошных сред. Москва. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана 1998, 368с.
4. Мизес Р. Механика твердых тел в пластически-деформированном состоянии. "Теория пластичности". Сб. М., 1948.
5. Johnson G.R., Cook W.H. A constitutive model and data for metals subjected to large strain, high strain and high temperatures // Proc. Of 7<sup>th</sup> Inter. Symposium ballistics. The Hague. The Netherlands. 1983. P. 541-548.
6. Новацкий В. К. Теория упругости. — М.: Мир, 1975
7. Блажнов И.Д., Вишнякова М.Н., Полищук С.Н., Тихомиров Б.П. Полностью консервативные SPH-системы газодинамики и схема их численного интегрирования. // ВАНТ вып.2. 2020. С.16-32