

**Численное моделирование деформации многоматериальной
упругопластической среды на эйлеровых сетках**

Научный руководитель – Меньшов Игорь Станиславович

Ван Луцзе

Аспирант

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

E-mail: wanglujie@mail.ru

Доклад посвящен численным методам для решения задач деформируемой неоднородной гетерогенной упругопластической среды. Среда состоит из нескольких различных материалов (фаз), разделенных контактными межфазными границами (интерфейсами). Предполагается, что каждая фаза описывается в рамках гипотезы модели (модели Уилкинса) с критерием пластичности Мизеса. Основная сложность моделирования таких сред заключается в отслеживании межфазных границ, которые могут претерпевать значительные деформации. Прямым способом расчета движущихся границ является использование подвижной сетки, которая привязана к межфазной границе и деформируется в соответствии с течением по обе стороны границы. Это реализуется чисто лагранжевыми методами или методами ALE. Однако, рассмотрение слишком больших деформаций при таком подходе затруднено с вычислительной точки зрения из-за сильного искажения сетки. Альтернативой лагранжевым методам может служить эйлерова формулировка механики деформируемого твердого тела с описанием межфазных границ методом диффузной границы (diffuse interface method, DIM). Такой подход приводит к одной эффективной системе уравнений для всей области решения без необходимости отслеживания или реконструкции межфазной границы. Граница при таком подходе представляется узкой смесевой зоной, и распределение фаз определяется функцией порядка (объемной долей фазы).

В докладе рассматривается вывод эйлеровой модели для гетерогенной упруго-пластической среды на основе DIM в рамках простейшей 1D модели в приближении одноосной деформации. С этой целью мы сначала рассматриваем неравновесную релаксационную модель по аналогии с многофазной гидродинамической VN моделью 7 уравнений [1] и выводим из нее редуцированную равновесную модель методом асимптотического разложения. Для полученной модели строится численный метод Годуновского типа на основе приближенных римановских солверов HLL и HLLC [2]. Приводятся результаты вычислительных экспериментов, в которых сравниваются решения, полученные по предложенной эйлеровой DIM модели, с референсными решениями на подвижной сетке с явным отслеживанием межфазных границ. Показано, что предложенная DIM модель с хорошей точностью описывает сильные ударно-волновые процессы в гетерогенных многофазных упругопластических средах.

(Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ грант 23-11-00218)

Источники и литература

- 1) Baer M R, Nunziato J W. A two-phase mixture theory for the deflagration-to-detonation transition (DDT) in reactive granular materials[J]. International journal of multiphase flow, 1986, 12(6): 861-889.
- 2) Serezhkin A. HLEPJ and HLLCEPJ Riemann solvers for the Wilkins model of elastoplasticity[J]. Journal of Computational Physics, 2023, 492: 112419.