

СОПРЯЖЕНИЕ МЕТОДОВ ГИДРОДИНАМИКИ СГЛАЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И КОНЕЧНОГО ОБЪЕМА

А. Н. Нимаков, Г. Д. Рублев, С. А. Дьячков

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н. Л. Духова»
(ВНИИА), Москва, Россия

Для расширения круга решаемых задач предлагается использовать алгоритм сопряжения методов конечного объема (FVM) и сглаженных частиц (SPH) [1], который позволяет выполнять одновременный расчет различными методами в разных пространственных областях. Для метода FVM используется римановский решатель [2], учитывающий скорость движения контактного разрыва, также, как и для SPH. Шаг по времени выбирается исходя из критерия Куранта для каждого метода, а интегрирование выполняется с общим минимальным временным шагом. Вблизи границы раздела создаются виртуальные ячейки и частицы, для которых данные пересчитываются с реальных частиц и ячеек, соответственно. Для обеспечения более гладкого и точного перехода вещества из области ячеек в область частиц, а также для сохранения сплошности среды SPH, был разработан алгоритм генерации виртуальных частиц, работающий совместно с методом сдвига частиц (Particle Shifting Technique, PST) [3] и методом определения частиц свободной поверхности (free-surface detection) [4]. Этот комплексный алгоритм осуществляет генерацию частиц и последующий их сдвиг, что позволяет равномерно распределить частицы по области задачи и обеспечить непрерывность поля плотности.

Результат применения алгоритма сопряжения продемонстрирован на серии тестовых примеров, показывающих достаточную точность сохранения массы, импульса и энергии потока при переходе вещества через интерфейсную область.

Литература

1. **Паршиков, А. Н.** Гидродинамика сглаженных частиц с использованием алгоритмов межчастичного контакта [Текст] // Журн. выч. физ. – 2002. – Т. 180, № 1. – Р. 358–382.
 2. **Меньшов, И. С.** О сложной задаче Римана для потоков жидкости из нескольких материалов [Текст] // Журн. числ. методов в жидк. – 2014. – Т. 76, № 2. – Р. 109–127.
 3. **Michel, J.** On Particle Shifting Techniques (PSTs): Analysis of existing laws and proposition of a convergent and multi-invariant law [Text] // Journ. of Comp Phys. – 2022. – Vol. 459, No. 110999.
 4. **Marrone, S.** Fast free-surface detection and level-set function definition in SPH solvers [Text] // Journ. of Comp. Phys. – 2010. – Vol. 229, No. 10. – Р. 3652–3663.
-