

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЧАСТИЦ

Потапкин А.А., Зеленко Л.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени акад. С.П. Королева,
факультет информатики, кафедра программных систем
Россия, г. Самара, ул. Московское шоссе 34-а, тел. (846) 267-46-73
e-mail: anpotapkin@gmail.com, LZelenko@rambler.ru

В настоящее время по разным оценкам в районе низких околоземных орбит вплоть до высот около 2000 км находится до 5000 тонн техногенных объектов. Вследствие огромного запаса кинетической энергии (скорость движения составляет около 10 км/с) столкновение любого из этих объектов с действующим космическим аппаратом (КА) может привести к катастрофическому разрушению силовой конструкции аппарата и отказу КА в целом. Эффективных мер защиты от объектов космического мусора размером более 1 см в поперечнике практически нет. Ввиду этого особую актуальность приобретают исследования по организации защитных мероприятий для конструкции КА и оценке их эффективности.

Исследование свойств материалов и процессов их высокоскоростного деформирования экономически наиболее целесообразно проводить с помощью численных экспериментов, осуществляемых при поддержке современных вычислительных технологий. Следует отметить, что математические модели процессов, разработанные с использованием обширной современной базы экспериментальных данных, позволяют не только описывать уже известные факты и явления, но и прогнозировать поведение деформируемых сред в таких условиях нагружения, когда измерения либо существенно затруднены, либо практически невозможны.

На кафедре программных систем СГАУ разрабатывается система моделирования взаимодействия высокоскоростных механических частиц с герметичными конструкциями КА, предназначенная для проведения вычислительных экспериментов, моделирующих поведение быстропротекающих процессов, таких как взрыв и высокоскоростной удар. В основе имитационной модели лежит система динамических уравнений упругопластической среды, учитывающая конечные деформации, большие изменения температуры, а также удовлетворяющая принципам термодинамики и постулатам инвариантности.

Для численного интегрирования модели применяется *гибридный метод сглаженных частиц (SPH)*. Большая степень немонотонности оригинального метода нивелируется введением искусственной вязкости (использован подход Моногана), кроме того, это позволяет устранить нефизичные осцилляции. Также имитационная модель учитывает идеи, заложенные в методе С. К. Годунова.

Полученная имитационная модель верифицирована на основе базы натуральных экспериментов.