

УДК 539.3

Д.В. Шевченко (6 курс, каф. МПУ), А.И. Боровков, к.т.н., проф.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ LS-DYNA-ТЕХНОЛОГИИ. DROP-ТЕСТЫ

LS-DYNA – программная система конечно-элементного анализа (разработчик Livermore Software Technology Corp.) – предназначена для анализа высоконелинейных и быстропротекающих процессов в задачах механики деформируемого твердого тела, а также для решения задач механики жидкости. Первая версия программы LS-DYNA была выпущена в

1976 г. и до сих пор эта программная система является важнейшей составной частью оборонной промышленности США. Программа была первой в своей предметной области и послужила основой для всех современных пакетов высоконелинейного анализа, оставаясь на лидирующих позициях до сегодняшнего дня. Отметим классы задач, которые эффективно решаются с помощью программной системы LS-DYNA: нелинейная динамика конструкций, механика разрушения и динамическое развитие трещин, задачи контактного взаимодействия с учетом геометрических и физических нелинейностей, многодисциплинарный связанный анализ (взаимодействие потоков жидкостей и газов с деформируемой конструкцией, например, колебания жидкости в баках; связанные термомеханические задачи и др.). При постановке задач возможно применение различных описаний сплошной среды: лагранжево, эйлерово или обобщенное на основе лагранжева-эйлерова описания (Arbitrary Lagrangian-Eulerian, ALE).

В работе представлено исследование динамического поведения простейшей модели, применяемой при проведении drop-тестов для различных конструкций (мониторы, телевизоры, системные блоки компьютеров, жесткие диски, мобильные телефоны и др.) - падение коробчатой оболочечной конструкции на абсолютно жесткую плоскость при различных геометрических характеристиках модели, начальных скоростей и ускорениях (рис.1). Результаты КЭ исследования можно сравнивать с реальным экспериментом, проводимым на практике, а в дальнейшем, если и не полностью заменить, то, по крайней мере, существенно сократить количество дорогостоящих натуральных экспериментов. Компьютерное моделирование drop-тестов на основе метода конечных элементов и LS-DYNA-технологий представляет значительную практическую ценность для различных отраслей промышленности, так как постановка и многократное проведение полномасштабного натурального эксперимента является дорогостоящей и сложной процедурой.

1. Постановка задачи. 1.1. Геометрия и материалы. Общий вид конструкции представлен на рис.1; A1 – стальная коробчатая оболочечная конструкция без боковой крышки, A2 – абсолютно жесткая плоскость. В рассматриваемых задачах варьировалась толщина пластин оболочечной конструкции $h=0.01H$, $0.005H$, $0.001H$, где H – длина ребра коробки.

1.3. Граничные условия и условия контактного взаимодействия. Падения коробчатой оболочечной конструкции происходят с различной высоты и при различной начальной ориентации коробчатой конструкции, а также при

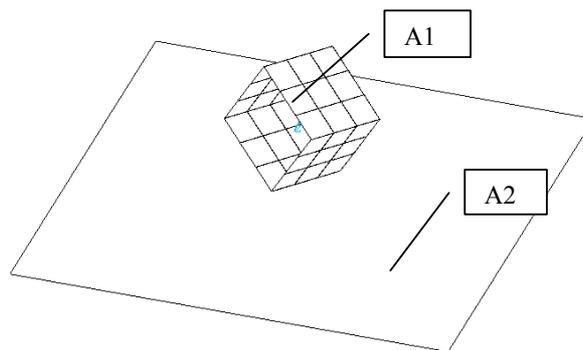


Рис.1

различных начальных скоростях и ускорениях. При падении на поверхность модель контактного взаимодействия позволяла учитывать контакт между внутренними сторонами конструкции, что наблюдается при сильном смятии оболочки.

1.4. Теория. Основой для выполнения вычислительных экспериментов являлись соотношения механики контактного взаимодействия с учетом физической и геометрической нелинейностей – теория пластического течения с билинейным кинематическим упрочнением с учетом больших деформаций на основе меры деформации Генки и контактных взаимодействий на основе закона Кулона. Система дифференциальных уравнений динамики конструкций решалась с помощью явного метода.

2. Результаты конечно-элементного моделирования. На основе разработанных математических моделей и выполненных на их основе конечно-элементных исследований получены результаты:

- изучено взаимное влияние варьируемых геометрических параметров;
- исследовано влияние значений начальных скоростей и ускорений на процесс высокоинтенсивного динамического деформирования с учетом больших упруго-пластических деформаций

На рис. 2.1 представлено деформированное состояние при начальном ускорении равным g , на рис. 2.2 – $5g$, на рис. 2.3 – $10g$.

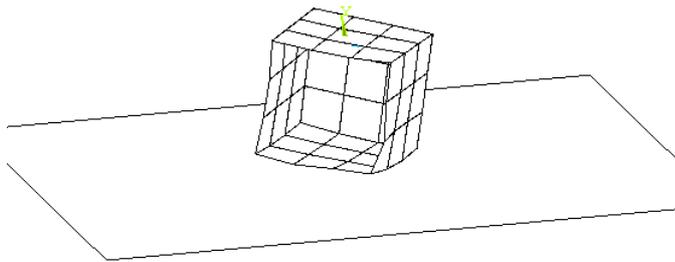


Рис. 2.1

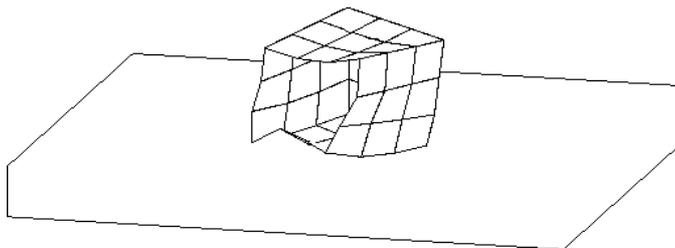


Рис. 2.2

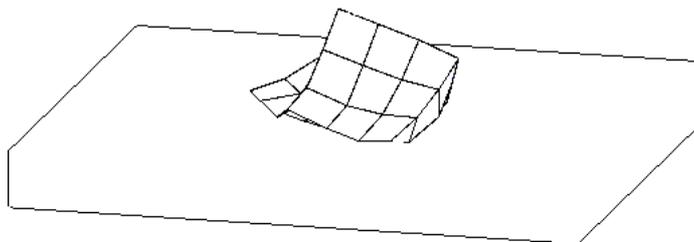


Рис. 2.3