

Хлуденев Андрей Владимирович

Разработка прототипа программного модуля для моделирования развития дефекта на стыке элементов с разными степенями свободы, интегрируемого в универсальные и нишевые CAE.

ТулГУ, 520201

CAE-система — это программный продукт, позволяющий при помощи методов численного моделирования оценить, как поведёт себя компьютерная модель изделия условиях эксплуатации. Они помогают убедиться в работоспособности изделия, без привлечения больших затрат времени и средств. Несмотря на все достоинства этих систем, есть у них и недостатки. К таким недостаткам может быть отнесена невозможность проектирования больших объектов в связи с ограниченным объемом памяти ЭВМ.

Представим, что нам требуется смоделировать конструкцию большого размера. Мы будем менять некоторые элементы конструкции, но при этом важно знать поведение конструкции целиком. Мы можем воспользоваться методом конечных элементов и разбить всю конструкцию на колоссальное количество элементов, к примеру, тетраэдров, но разбив, мы попросту не сможем хранить всё это разбиение в памяти ЭВМ. Из-за невозможности использования первого метода, следующим логичным шагом будет удаление некоторой маловажной части конструкции или рассмотрение конструкции по частям, но тогда теряется возможность расчета совместной работы всех элементов конструкции.

Предлагается замена некритических областей элементами, по свойствам повторяющими свойства части конструкции, которые способны передать развитие дефекта. При этом для оценки появления и развития дефектов используются нелокальные критерии прочности. К примеру, можно заменить балку, составленную из тетраэдров, особыми балочными элементами. При этом количество элементов сократится в десятки раз, а точность останется фактически прежней. Если мы моделируем балку с площадью поперечного сечения равной единице тетраэдрами, размером 0.5×0.5 , что достаточно грубо, нам для покрытия длины балки равной единице потребуется порядка 48-ми элементов. Моделируя ту же балку балочными элементами, мы способны сделать это с той же точностью с помощью всего двух элементов. То же относится и к оболочкам. Оболочкой считается тонкая пластина, толщина которой несравнима с её длиной.

Проблемы начинают возникать, когда мы пытаемся соединить элементы с разным количеством степеней свободы. У тетраэдра это 3 перемещения, а у балки и оболочки это 3 перемещения и 3 поворота. В работе предлагаются к рассмотрению 2 варианта соединения таких элементов. Первый это добавление дополнительных соотношений между перемещениями узлов трехмерного тела и углом поворота балочного (оболочечного) элемента. И второй это покрытие зоны соприкосновения тетраэдральных элементов с балками или оболочками пластинчатыми элементами, которые не работают на растяжение, а только на изгиб. Таким образом, пластинки, имеющие 6 степеней свободы, соединяются с балками или оболочками, имеющими тоже 6 степеней свободы, а с тетраэдральными элементами пластинки связываются по перемещениям.

Разрабатываемый программный модуль может быть использован в CAE-системах. В широко используемых промышленных CAE-системах, например ANSYS, нет встроенной системы перехода дефектов.

Применение данной методики позволит моделировать наиболее точно большие объекты, при меньшей затрате процессорного времени и памяти.