

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУБМОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГЕОМЕХАНИКИ НА РАЗНЫХ МАСШТАБНЫХ УРОВНЯХ

Майборода-Хидирова Луиза Рустамовна, Беляков Никита Андреевич
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»
luiza28101999@gmail.com

Для решения различных практических и теоретических задач в области геомеханики используется метод конечных элементов (МКЭ). Точность полученных результатов при решении задач этим методом в основном зависит от количества элементов, на которые разбивается расчетная область [1]. В настоящее время актуальной проблемой при использовании МКЭ является необходимость изучения области, несоизмеримо малой по сравнению со всей расчетной схемой. Для увеличения точности решения на интересующей области приходится увеличивать количество элементов не только в окрестностях выделенной области, но и на всей модели, что в свою очередь приводит к значительному увеличению времени на расчеты, погрешности результатов [2] и нерациональному решению задачи.

Основными путями решения обозначенной задачи являются дифференциация плотности сетки конечных элементов в пределах расчетной области и использование так называемого метода субмоделирования. Первый путь предполагает создание в пределах расчетной области конечно-элементной сетки с переменными линейными размерами конечных элементов, при этом сетка сгущается в окрестности областей интереса на расчетной схеме и разрезается вблизи границ модели. Второй путь предполагает разбиение расчетов на два этапа и выполняется на двух разных моделях. Первая модель выполняется в крупном масштабе и разбивается грубой конечно-элементной сеткой, обычно принято обозначать такую модель как «глобальная». В пределах глобальной модели выделяется замкнутая область, в пределах которой необходимо повысить точность расчетов (область интереса), и выполняются расчеты. В пределах области интереса создается вторая модель, которая разбивается мелкой конечно-элементной сеткой, у элементов которой по возможности используется функция формы высокого порядка. Эта модель обычно обозначается как «локальная» или «субмодель». На локальную модель переносятся граничные условия, полученные на границах области интереса при расчетах в рамках глобальной модели, и выполняются расчеты.

Перенос граничных условий может осуществляться двумя методами. Первым способом переноса граничных условий с глобальной модели на локальную является формирование напряженного состояния на выделенной локальной области путем передачи смещений с нужных этапов расчета в виде выведенных самостоятельно функциональных зависимостей. (зависимости получены путем аппроксимации с границы выделенной области на

глобальной модели). Второй способ переноса – это использование встроенного инструмента Submodel, который позволяет автоматически перенести граничные условия с выделенной области глобальной модели на границу интересующей области локальную модель по координатам.

Инструмент Submodel в Abaqus CAE помогает при детальном изучении интересующей области в глобальной модели. Перенос данных с глобальной модели на локальную модель может осуществляться двумя методами [3] – за счет переноса смещений на границы подмодели и переноса напряженного состояния. В исследовании [4] представлено наглядное сравнение методов переноса, выводом которого является преимущество метода переноса смещений, которое и было использовано.

В рамках настоящего доклада изложены результаты первого этапа исследования применения метода субмоделирования для решения задач геомеханики в рамках постановки плоской деформации и предложен общий алгоритм его реализации.

Литература

1. Фадеев А. Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221 с.
2. Three-Dimensional Submodeling of Stress Concentrations / J. R. Beisheim, G. B. Sinclair // J. Turbomach. Apr 2008, 130(2): 021012 (8 pages).
3. Applications of Sub-modeling in Structural Mechanics / E. Narvydas, N. Puodziuniene // Proceedings of 19th International Conference. Mechanika. – 2014, Kaunas Univ Techn. – pp. 172–176.