

УДК 519.6: 517.925

Ф. В. Чабан¹, Г. А. Шинкаренко^{1,2}

АПОСТЕРИОРНІ ОЦІНЮВАЧІ ПОХИБОК СКІНЧЕННОЕЛЕМЕНТНИХ АПРОКСИМАЦІЙ ДЛЯ ЗАДАЧІ ПРО ВИМУШЕНІ ГАРМОНІЧНІ КОЛИВАННЯ П'ЄЗОЕЛЕКТРИКІВ

Сформульовано варіаційну задачу про відшукування амплітуди вектора швидкостей пружних зміщень і електричного потенціалу п'єзоелектрика з миттєвою пам'яттю, який здійснює усталені вимушені коливання під впливом гармонічних навантажень заданої кругової частоти. Встановлено умови коректності цього класу задач і знайдено апріорні оцінки збіжності апроксимацій методу скінченних елементів до їхніх розв'язків. Побудовано апостеріорні оцінювачі похибок апроксимацій методу скінченних елементів, які дозволяють знайти розподіл енергетичних норм похибок шляхом розв'язування локальних задач про невязку апроксимації на кожному скінченному елементі триангуляції. Алгоритм обчислення оцінювачів такого ґатунку детально описано для двовимірних задач як для трикутних, так і чотирикутних скінченних елементів і допускає поширення на тривимірний випадок. Ефективність і надійність оцінювача кусково-білінійних апроксимацій методу скінченних елементів проілюстровано числовими розв'язками модельної задачі.

АПОСТЕРИОРНЫЕ ОЦЕНЩИКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНЫХ АПРОКСИМАЦИЙ ДЛЯ ЗАДАЧИ О ВЫНУЖДЕННЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИКОВ

Сформулирована вариационная задача о нахождении амплитуды вектора скоростей упругих смещений и электрического потенциала пьезоэлектрика с мгновенной памятью, который осуществляет установившиеся вынужденные колебания под влиянием гармонических нагрузок заданной круговой частоты. Установлены условия корректности этого класса задач и найдены априорные оценки сходимости аппроксимаций метода конечных элементов к их решениям. Построены апостериорные оценщики погрешностей аппроксимаций метода конечных элементов, позволяющие найти распределение энергетических норм погрешностей путем решения локальных задач о невязке аппроксимации на каждом конечном элементе триангуляции. Алгоритм вычисления оценщиков такого сорта детально описан для двумерных задач как для треугольных, так и четырехугольных конечных элементов и допускает расширение на трехмерный случай. Эффективность и надежность оценщика кусочно-билинейных аппроксимаций метода конечных элементов демонстрируется числовыми решениями модельной задачи.

A POSTERIORI ERROR ESTIMATORS OF FINITE ELEMENT APPROXIMATIONS FOR FORCED HARMONIC VIBRATIONS PROBLEM OF PIEZOELECTRICS

A variation problem on elastic deformation speed vector amplitude and electric potential of piezoelectric with instantaneous memory, which performs steady-state forced vibration under the influence of harmonic loads with given circular frequency is formulated. The correctness conditions to this kind of problems is determined and a priori estimations of finite element method approximation convergence to their solutions are found. In addition to such characteristics, a posteriori error estimators of finite element method approximation are built, which allows to calculate the error energy norms distribution by solving the local problems about residuals on each finite element of triangulation. Such sort estimators calculation algorithm in details is described for two-dimensional problems for triangle and for quadrilaterals finite elements and it can be extended on three-dimensional case. The efficiency and reliability of estimator of piecewise-bilinear finite element method approximation is illustrated by numeric results of the solved model problem.

¹ Львів. нац. ун-т імені Івана Франка, Львів,

² Політехніка Опольська, Опольце, Польща

Одержано

06.03.09