

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПРИ СТАТИЧЕСКИХ, ТЕПЛОВЫХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Громько О.В.

Результаты работы носят теоретический характер и являются базой для создания эффективной методики численного исследования напряженно-деформированного состояния деталей машин неоднородной структуры типа пластин, а также гладких и подкрепленных незамкнутых оболочек при статических, температурных и динамических нагрузках.

Для исследования статического и динамического поведения элементов конструкций в виде тонкостенных пластин и оболочек, имеющих различного типа неоднородности, существует большое количество численных методов, в том числе получившие наибольшее распространение методы конечных и граничных элементов. В случае наличия неоднородностей в их зоне не удастся получить достаточно точного решения без увеличения частоты разбиения этой области, что приводит к росту системы уравнений, затрат на решение и потере точности. Альтернативными являются методы, связанные с непосредственным интегрированием системы дифференциальных уравнений в частных производных. В случае приложения локальных и сосредоточенных нагрузок, наличия различных неоднородностей (подкрепление шпангоутами и стрингерами, локальные утолщения и вырезы т.п.) свести задачу к квазиодномерной, для которой хорошо разработаны методы начальных параметров, прогонки с ортогонализацией и т.п., сложно.

Излагается метод, сочетающий разностную аппроксимацию производных по одной координате и разложение в ряд Тейлора матричной экспоненты, которая является решением системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Очевидным достоинством предлагаемого подхода является возможность существенного сокращения разрешающей системы алгебраических уравнений (на порядок и более), что позволяет увеличить степень дискретизации в зонах вырезов и неоднородностей. Предлагаемый подход позволяет осуществить априорные и апостериорные оценки погрешностей решений, что дает возможность контролировать сходимость решений и точность получаемых результатов. Возможность существенного уточнения решений в зонах неоднородностей, где наблюдаются наибольшие потери точности решений, позволяет рассматривать предлагаемый метод в качестве важного конкурента методу конечных элементов, и возможно, дополнения к нему, позволяющего получать сопряженные решения с их комбинированием.