

**А.Л. Смирнов** (Санкт-Петербург, ПГУПС, СПбГУ). **Колебания и устойчивость пластин, ослабленных отверстиями.**

В докладе рассматриваются задачи динамики и устойчивости тонких упругих прямоугольных пластин, ослабленных отверстиями. Задачей исследования является выяснение характера влияния размера, формы, пропорций, положения и числа отверстий и граничных условий на низшие собственные частоты и формы свободных колебаний пластин, а также на критические усилия и формы потери устойчивости пластин при осевом сжатии. В обоих случаях решаются краевые задачи нахождение собственных чисел и функций и исследуется поведения этих чисел и функций от параметров задачи.

Для численного решения задачи использовался конечноэлементный программный комплекс ANSYS 11.0, формулы, полученные в [1] при использовании метода Бубнова-Галеркина. Проводилось сравнение с аналитическими результатами для однородных пластин.

Наиболее интересные результаты исследования таковы:

1. Увлечение площади отверстия может приводить, как к росту, так и к падению собственных частот колебаний. Принципиальное значение имеет взаимодействие отверстия с формой колебаний. Наличие отверстия приводит к расщеплению кратных частот прямоугольной пластины (если таковые существуют), причем одна частота с увеличением отверстия интенсивно растет, а вторая уменьшается. При граничных условиях одинаковых на всех краях собственные частоты квадратной пластины кратны, что характерно для систем с симметрией. Увеличение центрального квадратного отверстия, не нарушающее симметрию системы, приводит, однако, в случае неравных нечетных волновых чисел к расщеплению частот и их разнонаправленному изменению (для всех остальных комбинаций волновых чисел кратность сохраняется).

2. На зависимость частоты от перфорации (множественных равноотстоящих равных отверстий) при сохранении суммарной площади отверстий существенное влияние оказывает ориентация перфорации. Так частоты для прямоугольной пластины с увеличением числа отверстий вдоль линии параллельной короткому краю при большом числе отверстий стремятся к частотам однородной пластины, а при увеличении числа отверстий вдоль линии параллельной длинному краю — монотонно убывают.

3. Анализ зависимости величины критической нагрузки от граничных условиях, заданных на сторонах пластины, выявил, что наличие отверстия в пластине ведет не только к уменьшению ее жесткости, но и к увеличению начальных напряжений вблизи отверстия, которые тем больше, чем более жесткие граничные условия заданы на боковых сторонах. При определенных значениях пропорций пластины и отверстия эти обстоятельства могут вызвать рост критической нагрузки при увеличении размера отверстия [2].

4. При перфорации при увеличении числа отверстий критическая нагрузка стремится к величине, соответствующей нагрузке для пластины без отверстия. Заметны “резонансные” значения для числа отверстий, кратных волновым числам для формы потери устойчивости. Такие “резонансные” формы для оболочек были впервые описаны в [1].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 07-01-00250-а.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Преображенский И.Н.* Устойчивость и колебания пластинок и оболочек с отверстиями. М.: Машиностроение, 1981. 191 с..

2. *Лебедев А. В.* Устойчивость пластин, ослабленных отверстиями. Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 1. 2009. Вып. 2. С. 94–99.