Нарбеков Нодир Нарматович

доцент в.б

Джизакский политехнический институт

Узбекистан, Джизакская область, г. Джизак

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ НАГРУЗКОК НА ПЛАСТИНЫ ОСЕСИММЕТРИЧНЫЕ СОБСТВЕННОЙ ЧАСТОТЕ НА СТАТИЧЕСКИ НАГРУЖЕННЫХ КОЛЬЦЕВЫХ ПЛАСТИНАХ

Аннотация. В данной статье исследуется статически неопределимые нагрузки на теории тонких и толстых пластин по таким теориям как Миндлина, Кармона, Кенинг и др. которые выполняется в различных степенях по-разному и комбинируются с граничными условиями.

Ключевые слова. Статическая неопределенность, пластины, нелинейности, механика, жесткость, модель, частоты, расчёт, условия.

Narbekov Nodir Narmatovich

Associate Professor V.B

Jizzakh Polytechnic Institute

Uzbekistan, Jizzakh region, Jizzakh city

RESEARCH OF STATICALLY UNDETERMINABLE PLATE LOADS AXISYMMETRICAL NATURAL FREQUENCY ON STATICALLY LOADED RING PLATES

Abstract. *This article examines statically indeterminate loads on the theories of thin and thick plates according to theories such as Mindlina, Carmona, Koening, etc., which are carried out to different degrees in different ways and are combined with boundary conditions.*

Keywords. *Static uncertainty, plates, nonlinearities, mechanics, rigidity, model, frequencies, calculation, conditions.*

Теории пластин подразделяются на теории тонких и толстых пластин. Теории толстых пластин, такие как теория Миндлина, учитывают напряжения сдвига по всей толщине пластины и хорошо применимы к проблемам с дисками. Теории тонких пластин не учитывают сдвиг по толщине пластины. Теории тонких пластин подразделяются на линейные и нелинейные теории. Линейные теории учитывают только небольшие отклонения и не учитывают эффекты напряжений в плоскости. Нелинейные теории объясняют большие отклонения и эффекты в плоскости. Наиболее часто используемой нелинейной теорией тонких пластин является теория фон Кармана. Тонкие круглые пластины широко используются в механической, гражданской и атомной технике. Круглые пластины с концентрическим отверстием или жестким выступом в центре моделируются как кольцевые пластины [1].

Кениг [3] использовал эту линейную модель для расчета собственных частот кольцевых пластин с учетом нескольких комбинаций граничных условий. Раджу [4] использовал ту же модель для расчета собственных частот кольцевой пластины с учетом девяти простых комбинаций граничных условий. Фогель и Скиннер провели расчеты для тех же случаев, используя другую численную процедуру. Они также провели эксперименты на кольцевых пластинах со свободным и свободным зажимом.

В последние годы было предпринято несколько попыток использовать различные приближенные методы для повышения точности результатов, полученных с помощью линейных моделей, и сравнения эффективности этих методов. Сонцогни и др. В использован метод Рэлея-Ритца для расчета собственных частот кольцевой пластины при четырех сочетаниях граничных условий. Амабили и др. использовали метод предполагаемой моды для расчета собственных частот кольцевой пластины с учетом девяти простых комбинаций граничных условий. Габриэльсон сравнил собственные частоты, полученные им с помощью энергетического метода, с частотами, полученными путем оценки точного решения, и обнаружил хорошее согласие между обоими подходами. Вонг и др.

Насколько нам известно, попыток изучить влияние больших статических деформаций на собственные частоты и формы колебаний кольцевых пластин не предпринималось. Эта информация представляет ценность для проектировщиков и структурных аналитиков, работающих с реальными конструкциями, в которых используются кольцевые пластины. В этой статье мы использовали теорию фон Карма (теорию тонких пластин) для учета больших статических деформаций в осесимметричных кольцевых пластинах. Собственные частоты и формы колебаний получены численно для серии равномерных нагрузок от нуля до уровня нагрузки, при котором максимальное отклонение в два раза превышает толщину пластины. Сообщается о взаимосвязи между приложенной безразмерной нагрузкой, собственными частотами, прогибом и соответствующими изменениями формы колебаний.

Исследуем осесимметричные поперечные собственные частоты кольцевых пластин, изгибаемых под действием постоянной поперечной нагрузки p. Осесимметричные уравнения движения:

$$D\nabla^4 w + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{1}{r}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2}\frac{\partial \Phi}{\partial r} + \frac{\partial w}{\partial r}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2}\right) + p \qquad (1)$$

$$\nabla^4 \Phi = -\frac{Eh}{r}\frac{\partial^2 w}{\partial r^2}\frac{\partial w}{\partial r} \qquad (2)$$

где w(r, t) — поперечный прогиб, t — время, ρ — плотность материала, h — толщина пластины, Φ — функция напряжения. Модуль из жесткость D

$$D = \frac{Eh^3}{12\left(1-\nu^2\right)}$$

где E — модуль Юнга, а ν — коэффициент Пуассона. Осесимметричный дифференциал оператор ∇^4 является

$$\nabla^4 = \frac{\partial^4}{\partial r^4} + \frac{2}{r}\frac{\partial^3}{\partial r^3} - \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r^3}\frac{\partial}{\partial r} \qquad (3)$$

Введем безразмерные переменные, обозначаемые шляпками и определяемые следующим образом:

$$\hat{r} = \frac{r}{R}, \hat{w} = \frac{w}{h}, \hat{\Phi} = \frac{\Phi}{Eh^3},$$

$$\hat{p} = 12(1-\nu^2)\frac{p}{E}, \hat{t} = \sqrt{\frac{D}{\rho h}}\frac{t}{R^2} \qquad (4)$$

где R — внешний радиус кольцевой пластины. Подставив уравнение (4) в уравнения (1) и (2) и сняв шляпы, получим

$$\nabla^4 w + \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{12(1-\nu^2)}{r} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2}\frac{\partial \Phi}{\partial r} + \frac{\partial w}{\partial r}\frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2}\right) + \alpha p \qquad (5)$$

$$\nabla^4 \Phi = -\frac{1}{2r}\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{\partial w}{\partial r}\right)^2 \qquad (6)$$

Где

$$\alpha = \left(\frac{R}{h}\right)^4$$

Выразим прогиб пластины и функцию напряжений как сумму статических составляющих, обозначаемых ws (r) и Φ s(r), и динамических составляющих, обозначаемых u(r, t) и φ (r, t); то есть,

$$w(r,t) = w_s(r) + u(r,t) \qquad (7)$$

$$\Phi(r,t) = \Phi_s(r) + \phi(r,t) \qquad (8)$$

Эта процедура повторяется для каждой формы моды и связанной с ней собственной частоты и функции напряжения с использованием различных наборов начальных предположений о форме моды, собственной частоте и функции напряжения.

Представлена численная процедура решения задачи осесимметричных колебаний кольцевых пластин. Модель учитывает геометрические нелинейности из-за больших деформаций. Мы использовали эту процедуру для получения собственных частот и форм линейных незатухающих мод для шести комбинаций граничных условий. Сравнение первых двух собственных частот зажатой плоской пластины с имеющимися в литературе показывает хорошее согласие, что подтверждает нашу процедуру. Наши результаты показывают, что большие статические отклонения оказывают существенное влияние на собственные частоты пластины. В отличие от предсказаний линейной теории, было обнаружено, что собственные частоты значительно увеличиваются при отклонениях, меньших толщины пластины, что ставит под сомнение использование линейной теории в этом диапазоне.

Литература.

1. Х.И. Су, К.С. Чен, Д.К. Робертс и С.М. Спиринг, Анализ больших прогибов предварительно напряженных кольцевых пластин с жестким выступом при осесимметричной нагрузке, Журнал микромеханики и микроинженерии 11 (2001), 645–653.

2. Саутвелл Р. В. О свободных поперечных колебаниях однородного круглого диска, зажатого в его центре; и о последствиях ротации, Proceedings of the Royal Society 101 (1922), 133–153.

3. В. Хорт и М. Кениг, Studienuber schwingungen von kreis-platten und Ringen , Zeitschrift Fur Technische Physik № 10 (1928), 373–382.

4. Эйхаб М . Абдель - Рахман , Валид Ф . Фарис , Али Х . Найфе , « Осесимметричные собственный ритм статический нагруженных кольцевых пластина », *Удар и вибрация* , том . 10, номер статьи 715675, 12 страниц , 2003 г.