

покриття трубопроводу. Опубл. 27.10.2008.

8. Мухлинін С.М. Розроблення апаратури із вбудованим кишеньковим комп'ютером для безконтактного контролю технічного стану ізоляційного покриття трубопроводів // Методи та прилади контролю якості. - 2008. – Вип. 21. - С.24-29.

<p>Порев В.А., Мухлынин С.М. Современная технология бесконтактного обследования трубопроводов в водной среде В статье обобщены результаты исследования методов и средств контроля качества изоляционного покрытия трубопроводов, находящихся во влажных грунтах и под водой, с помощью двухчастотной портативной аппаратуры для надтрассовой диагностики трубопроводов. Ключевые слова: спектральный анализ; аппроксимация</p>	<p>Porev V., Mukhlynin S. Modern technology of noncontact inspection of pipelines in a water environment There are the generalized results of research of methods and controls quality of isolating coverage of pipelines, being in moist soils and under water in the article, by a twofrequency portable apparatus for diagnostics above a route of pipelines. Keywords: spectral analysis, approximation</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Надійшла до редакції
11 березня 2010 року*

НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПРИЛАДІВ ТА СИСТЕМ

УДК 629.7.054

МЕМБРАНА В АКУСТИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Панченко Р.Н., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Проводится качественная оценка динамики мембраны на границе двух полупространств акустической среды. Анализируются особенности изгибного движения под действием плоской волны.

Ключевые слова: мембрана, акустическая среда.

Введение

Звуковое поле реактивной струи летательных аппаратов в режиме эксплуатационного использования обладает ярко выраженной характеристикой направленности. Линия максимальной интенсивности располагается приблизительно под углом $\frac{\pi}{6}$ рад к оси струи. Наибольшей величины акустические нагрузки от шума реактивной струи достигают на Земле и во время старта. С увеличением скорости и высоты полета их влияние уменьшается, но при этом возрастают нагрузки, обусловленные пульсацией давления в турбулентном пограничном слое фюзеляжа. Уровни шума пограничного слоя могут достигать 160-180 децибел [1]. Спектр его сплошной, с широким диапазоном – до 50000 Гц [2]. В зависимости от физико-механических свойств мембраны, а также механизма взаимодействия ее с прошедшим под Головной Аэродинамической Обтекатель акустическим излучением, возможны различные проявления в последней волновых процессов – от звуковой вибрации до состояния акустической прозрачности при наступлении волнового совпадения.

Прохождение акустических волн через плоские преграды, в основном, изучалось на механических моделях неограниченных по протяженности. Это позволило существенно упростить математический аппарат и, как следствие, уменьшить трудоемкость анализа.

Постановка задачи исследований

Вопросам анализа динамики плоских упругих тел конечных размеров, как систем с распределенными параметрами, таких как мембраны, пластины и т.п., посвящены работы многих авторов, в частности [3]. Недостатком этих работ следует считать невозможность глубокого анализа возмущенного движения конструкции в плане возникновения особенностей резонансного типа. Суть предложенного метода, состоит в представлении возмущающего воздействия и прогиба преграды в виде двойных тригонометрических рядов по нормальным функциям. Ставится задача – при оговоренных исходных предположениях уточнить структуру одномерного изгибного движения прямоугольной мембраны.

Целью исследований является построение расчетной модели упругого воздействия прямоугольной мембраны с волновым пространственным воздействием, например, с волной избыточного давления.

Основная часть

Целый ряд комплектующих элементов приборного обеспечения изготавливается в виде идеально гибких, постоянной толщины тонких пластин, прямоугольных или круглых, одинаково сильно и равномерно растянутых во всех направлениях, так что можно пренебречь малыми изменениями этих усилий, вызванных их прогибами при колебаниях. Такие элементы называются мембранами.

Рассмотри прямоугольную мембрану со сторонами a и b .

Независимо от вида движения W мембраны, в пределах прямоугольной области эту функцию всегда можно представить в виде двойного ряда

$$W(x, y, t) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} W_{mn}(t) \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (1)$$

каждый член которого удовлетворяет граничным условиям –

$$W \Big|_{\substack{x=0 \\ y=0}} = W \Big|_{\substack{x=a \\ y=b}} = 0 \quad (2)$$

Возбужденные колебания мембраны описываются дифференциальным уравнением вида [1]:

$$\frac{\gamma ab}{4g} \ddot{W}_{mn} + S \frac{\pi^2 ab}{4} \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) W_{mn} = Q_{m_1 n_1}, \quad (3)$$

где $Q_{m_1 n_1}$ - обобщенная сила, определяемая из выражения для виртуальной работы δA волны избыточного давления $P_1(x, y, t)$ на виртуальном перемещении δW_{mn} .

Пусть, например,

$$P_1(x, y, t) = P_{10} \exp i \left\{ \omega t - k \left[x \sin \theta - (y - \delta) \cos \theta \right] + \frac{\pi}{2} \right\},$$

где P_{10} - амплитуда избыточного давления соответствующей формы; ω - частота волнового воздействия; $k = \frac{\omega}{c}$ - волновое число; c - скорость звука; θ - угол падения волны избыточного давления; δ - толщина мембраны.

Тогда виртуальная работа рассчитывается по формуле:

$$\delta A = \int_0^a \int_0^b \delta W_{mn} P_1(x, y, t) \sin \frac{m_1 \pi x}{a} \sin \frac{n_1 \pi y}{b} dx dy. \quad (4)$$

Отсюда, обобщенная сила имеет вид –

$$\begin{aligned} Q_{m_1 n_1} = & P_{10} \exp i \left(\omega t - k \delta \cos \theta + \frac{\pi}{2} \right) \exp i \left[k (b \cos \theta - a \sin \theta) \right] \times \\ & \times \left\{ \left[S_1 m_1 \frac{\pi}{a} \exp i (k a \sin \theta) - S_2 n_1 \frac{\pi}{b} \exp i (k b \cos \theta) \right] - S_1 S_2 \right\} \times \\ & \times \left\{ \left[(k \cos \theta)^2 + \left(n_1 \frac{\pi}{b} \right)^2 \right] \left[(k \sin \theta)^2 + \left(m_1 \frac{\pi}{a} \right)^2 \right] \right\}, \end{aligned} \quad (5)$$

где $S_1 = k \cos \theta \sin(n_1 \pi) - n_1 \frac{\pi}{b} \cos(n_1 \pi);$

$$S_2 = k \sin \theta \sin(m_1 \pi) + m_1 \frac{\pi}{a} \cos(m_1 \pi).$$

Собственная частота колебаний ω_{mn}^2 определяется из выражения (3):

$$\omega_{mn}^2 = S \frac{\pi^2 g}{\gamma} \left(\frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2}{b^2} \right). \quad (6)$$

Подставляя (5) в уравнение (3), получаем закон изгибных колебаний на mn -й форме при непрерывном воздействии волны избыточного давления в интервале $[0; t]$, причем это выражение включает в себя как собственное, так и вынужденное движение:

$$\begin{aligned} W_{mn}(x, y, t) = & P_{10} \exp i \left\{ \omega t + k \left[(b \cdot \delta) \cos \theta - a \sin \theta \right] + \frac{\pi}{2} + t g \varphi(t) \right\} \times \\ & \times \left\{ \left[S_1 m \frac{\pi}{a} \exp i (k a \sin \theta) - S_2 n \frac{\pi}{b} \exp i (k b \cos \theta) - S_1 S_2 \right] + \frac{mn \pi^2}{ab} \right\} \times \\ & \times \left\{ \mu (\omega_{mn}^2 - \omega^2) \left[(k \cos \theta)^2 + \left(n \frac{\pi}{b} \right)^2 \right] \left[(k \sin \theta)^2 + \left(m \frac{\pi}{a} \right)^2 \right] \right\}^{-1}; \end{aligned}$$

$$W(x, y, t) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} P_{10} \rho(t) \left\{ \mu(\omega_{mn}^2 - \omega^2) \left[(k \cos \theta)^2 + \left(n \frac{\pi}{b} \right)^2 \right] \left[(k \sin \theta)^2 + \left(m \frac{\pi}{a} \right)^2 \right] \right\}^{-1} \times$$

$$\times \exp i \left\{ \omega t + k \left[(b \cdot \delta) \cos \theta - a \sin \theta \right] + \frac{\pi}{2} + \text{tg} \varphi(t) \right\} \times$$

$$\times \left\{ \left[S_1 m \frac{\pi}{a} \exp i k a \sin \theta - S_2 n \frac{\pi}{b} \exp i (k b \cos \theta) - S_1 S_2 \right] + \frac{mn}{ab} \right\} \sin \frac{m \pi x}{a} \sin \frac{n \pi y}{b}.$$

где $\text{tg} \varphi(t) = \left(\sin \omega t - \frac{\omega}{\omega_{mn}} \sin \omega_{mn} t \right) \left(\cos \omega t - \cos \omega_{mn} t \right)^{-1}$.

Выводы

Из формулы (7) следует, что при наступлении равенства частот ω_{mn} и ω величина прогиба мембраны стремится к бесконечности и она становится «прозрачной».

Варьируя значения физико-механических характеристик можно установить желаемый режим упругого взаимодействия прямоугольной мембраны с волной избыточного давления.

Література

1. Карачун В.В., Каюк Я.Ф., Мельник В.Н. Волновые задачи поплавкового гироскопа. –К.: Корнейчук, 2007. - 228 с..
2. Мельник В.Н., Карачун В.В. Нелинейные колебания в полиагрегатном подвесе гироскопа. –К.: Корнейчук, 2008. - 104 с.
3. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Унвер У. Колебания в инженерном деле / Пер. с англ. Под пред. Э.И. Гречалюка. – М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.

Панченко Р.Н. Мембрана в акустичному середовищі

Будується розрахункова модель пружної взаємодії прямокутної мембран з хвилею надлишкового тиску. Визначається закон згинного примусового руху залежно від фізико-механічних характеристик.

Ключові слова: мембрана, акустичне середовище

Panchenko R.N. The diaphragm in acoustic medium

The calculation model of resilient co-operation of rectangular is built membranes with the wave of surplus pressure. The law of the bend forced motion is determined depending on physics-mechanical descriptions.

Keywords: diaphragm, acoustic medium

Надійшла до редакції
3 березня 2010 року

УДК 681.317

КОРЕКЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ПОХИБКИ ТЕНЗОРЕЗИСТИВНОГО ВИМІРЮВАЧА ТИСКУ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНОМУ ТЕРМОВПЛИВІ

Тихан М.О., Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

Показано, що термодформація корпусу вимірювача тиску є істотною причиною певної складової температурної похибки і запропоновано спосіб швидкодуючого коригування вихідного сигналу вимірювача виходячи з цієї похибки

Ключові слова: температура похибка, вимірювач тиску, корекція