Таблица 1

Сравнение результатов расчетов при варьировании типом используемого конечного элемента

Тип конечных элементов	Продолжительность расчета, с	Максимальные перемещения, м	Максимальные напряжения, Па
Shell63	42.203	0.001378	0.413e9
Shell93	194.625	0.001398	0.438e9
Shell181	39.250	0.001388	0.263e9

Построенная таким образом расчетная модель была использована при решении поставленной задачи. Полученные при выполнении расчетов поля перемещений и напряжений, позволяют сделать вывод об устойчивости корпуса теплообменного аппарата к нагрузкам, возникающим при его эксплуатации.

Список литературы: 1. *Тарадай А.М.* Основы разработки пластинчатых теплообменников для систем теплоснабжения. – Х.: Основа, 1998; **2.** *Зенкевич О.* Метод конечных элементов в технике: Пер с англ. – М.: Мир, 1975. – 539 с.

УДК 539.3

О.Н. ДУБИНА, ***Д.В. БРЕСЛАВСКИЙ,*** докт. техн. наук

АППРОКСИМАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК УДАРНОГО НАГРУЖЕНИЯ ПАНЕЛЕЙ ЛА

Доклад посвящен определению характеристик ударного нагружения металлических панелей летательных аппаратов. Расчетная схема соответствует удару сферического тела по тонкой прямоугольной изотропной шарнирно опертой пластине постоянной толщины. Значения деформаций, замеренные в точках пластины, используются для определения силы ударного взаимодействия. После ее определения задача решается численно-итерационным методом: уточненное определение напряженно-деформированного состояния пластины выполняется аналитически по сдвиговой теории. Далее опишем методику аппроксимации с использованием квазимногочленов.

Рассматриваются экспериментальные данные значений деформаций, снятые через одинаковый интервал времени, т.е. даны эквидистантные измерения $f_0, f_1, f_2 ... f_k$, где $f_k = f(t_k)$. Необходимо найти значения частот и коэффициентов многочлена и эквидистантным измерениям сопоставить значения квазимногочлена. Квазимногочлен представляет собой (при заданных α, c) – совокупность частных решений обыкновенных дифференциальных уравнений (д.у.):

$$y(t) = \sum_{k=1}^{n} c_k \exp(\alpha_k t) \qquad (1)$$

Сопоставим эквидистантным измерениям $f_0, f_1, f_2 ... f_k$ выражение (1) при L>n и полагая $t_0 = 0$; $y(t_k) = f(t_k)$ получим:

$$\begin{cases} f_0 = c_1 + c_2 + ... + c_n \\ f_1 = c_1 e^{\alpha_1 \Delta t} + c_2 e^{\alpha_2 \Delta t} + ... + c_n e^{\alpha_n \Delta t} \\ f_2 = c_1 e^{2\alpha_1 \Delta t} + c_2 e^{2\alpha_2 \Delta t} + ... + c_n e^{2\alpha_n \Delta t} \\ .... \\ f_L = c_1 e^{L\alpha_1 \Delta t} + c_2 e^{L\alpha_2 \Delta t} + ... + c_n e^{L\alpha_n \Delta t} \end{cases} \qquad (2)$$

Обозначим $x_1 = e^{\alpha_1 \Delta t}, x_2 = e^{\alpha_2 \Delta t}, ..., x_n = e^{\alpha_n \Delta t}$ и запишем (2) в виде:

$$\begin{cases} f_0 = c_1 + c_2 + ... + c_n \\ f_1 = c_1 x_1 + c_2 x_2 + ... + c_n x_n \\ f_2 = c_1 x_1^2 + c_2 x_2^2 + ... + c_n x_n^2 \\ .... \\ f_L = c_1 x_1^L + c_2 x_2^L + ... + c_n x_n^L \end{cases} \qquad (3)$$

Пусть x_1, x_2,…., x_n являются корнями некоторого алгебраического уравнения n-степени, то есть $(x-x_1)(x-x_2)…..(x-x_n)=0$ или

$$x^n + z_n x^{n-1} + z_{n-1} x^{n-2} + ... + z_2 x + z_1 = 0 \qquad (4)$$

По определению x_i – корни уравнения (4), тогда удовлетворяются следующие неравенства:

$$\begin{cases} x_1^n + z_n x_1^{n-1} + z_{n-1} x_1^{n-2} + ... + z_2 x_1 + z_1 = 0 \\ .... \\ x_n^n + z_n x_n^{n-1} + z_{n-1} x_n^{n-2} + ... + z_2 x_n + z_1 = 0 \end{cases}$$

Умножим каждое уравнение этого неравенства на $c_1 x_1^p; c_2 x_2^p ....$ и просуммируем их, учитывая обозначения в системе (3):

$$f_{p+n} + z_n f_{p+n-1} + ... + z_2 f_{p+1} + z_1 f_p = 0 \qquad (5)$$

Задавая в (5) значения p от 0 до (L-n) получим систему (L+1-n)-уравнений и n-неизвестных:

$$\begin{cases} f_0 z_1 + f_1 z_2 + \ldots + f_{n-1} z_n + f_n = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ f_{L-n} z_1 + f_{L-n+1} z_2 + \ldots + f_{L-1} z_n + f_L = 0 \end{cases} \qquad (6)$$

Методика аппроксимации такова: решить систему (6) методом наименьших квадратов и найти z_i, затем решить уравнение (4) и определить x_k; определить частоты квазимногочлена по формуле: $a_k = \frac{1}{\Delta t} \ln(x_k)$, решить систему (2) и найти c_i. Получить уравнение (1) и сравнить исходные измерения и найденные.

Список литературы: **1.** *Бреславский Д.В., Онищенко А.В.* Удар сферического тела по ортотропной пластине. Вестник НТУ "ХПИ". Харьков: НТУ "ХПИ", 2003. – №8, т. 2,3 – 10с. **2.** *Фролов Ю.А.* Аппроксимация, идентификация и прогнозирование квазимногочленами. – Харьков, 1980г.

УДК 539.3

Ю.А.ЗЕНКЕВИЧ, ***Э.А.СИМСОН,*** докт. техн. наук, проф.

АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Анализ чувствительности представляет собой этап решения задачи оптимизации. Его целью является определение функциональных производных по проектным переменным (коэффициенты чувствительности), которые характеризуют направление и скорость изменения функционалов при изменении этих переменных. Формула чувствительности выведена на основании вариационного уравнения. Формулировка задачи учитывает изменение размеров поперечного сечения, а также угол его ориентации.

Вибрационная техника и технологии относятся к тем под-отраслям, от степени развитости которых в значительной мере зависит уровень современной техники и технологии в целом.

На этапе проектирования необходимо: обеспечить настройку конструкции в "рабочий резонанс"; обеспечить максимальный (или заданный) уро-