Таблица 1- Результаты расчёта надёжности двух вариантов организации исследуемой системы

Номер состояния	Графическая интерпретация	Значения вероятностей подструктур $Z_i, i=\overline{1,2}$	Значения вероятностей подструктур $Z_i, i=\overline{3,4}$	Значения вероятностей подструктур $Z_i, i=\overline{5,6}$	Значения вероятностей системы (вариант 1)	Значения вероятностей системы (вариант 2)
S_1		0,035002419	0,024981664	0,02413063	0,05378884	0,100297219
S_2		0,043542506	0,09688169	0,08720298	0,118742735	0,153009014
S_3		0,021709488	0,006335367	0,00774198	0,015253112	0,034783142
S_4		0,009635535	0	0	0,023037877	0,022796872
S_5		0,013191818	0,004782969	0,00715149	0,01395191	0,014879987
S_6		0,094774133	0,057018305	0,06377292	0,08842888	0,10023874
S_7		0	0	0	0	0
S_8		0,037244783	0	0	0,021200826	0,043609927
S_9		0,004785047	0	0	3,10E-06	0,009971012
S_{10}		0,167934096	0	0	0,133957744	0,138258973
S_{11}		0,012066293	0,053834974	0,03232467	0,043058108	0,03568221
S_{12}		0	0,142935256	0,06967782	0,080386748	0,047174338
S_{13}		0,041077807	0,057018305	0,06967782	0,052829151	0,042221678
S_{14}		0,069321766	0,043046721	0,06436341	0,048495395	0,040081352
S_{15}		0,449714308	0,513164744	0,57395628	0,306865568	0,216995535
$P(K_1 \to K_4)$		0,668361746324428	0,5701830489	0,6436341	0,516690341	0,420273058

Литература

1.Сукач, Е.И. Вероятностно-алгебраическое моделирование сложных систем графовой структуры /Е. И. Сукач; М-во образования РБ, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2012-224 с.

УДК 536.2.01

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОЛЯ В ТОНКОЙ ПЛАСТИНКЕ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕЕ

К.С.Курочка, Е.В.Комракова
Гомельский государственный технический университет им.П.О.Сухого, Беларусь

Во многих технических устройствах часто встречаются детали, которые можно рассматривать как пластины. Очень часто эти конструктивные элементы подвергаются воздействию динамических нагрузок. При прочностном расчете этих элементов, работающих в нестационарных тепловых режимах при воздействии динамических нагрузок, необходимо знать, как распределены температуры и механические напряжения по сечению пластины [1]. При рассмотрении процессов деформации необходимо учитывать внутреннее трение в твердых телах. Данное свойство относится к числу неупругих, которые не описываются теорией упругости.

При деформирования с конечной скоростью в теле возникает отклонение от термодинамического равновесия, вызывающее соответствующий релаксационный процесс, сопровождаемый диссипацией (рассеиванием) упругой энергии, т.е. необратимым ее переходом в теплоту. Например, при изгибе равномернонагретой пластинки, материал которой расширяется при нагревании, растягиваемые волокна охлаждаются, сжимаемые – нагреваются, в следствие чего возникает поперечный градиент температуры. Выравнивание температуры путем теплопроводности представляет релаксационный процесс, сопровождаемый необратимым переходом части упругой энергии в тепловую.

Как известно колебания тонкой пластинки под действием динамической нагрузки будут определяться следующим дифференциальным уравнением[2]:

$$[K]\{\delta\}+[C]\frac{\partial}{\partial t}\{\delta\}+[M]\frac{\partial^2}{\partial t^2}\{\delta\}+\{F\}=0 \qquad (1)$$

где M – матрица масс, C – матрица демпфирования, K – матрица жесткости, F – внешние силы, δ – перемещения, t – время.

Для решения уравнения (1) будем применять метод конечных элементов. Воспользуемся вариационным принципом минимума энергии [3], тогда (1) примет вид:

$$[M]\ddot{g}+[C]\dot{g}+[K]g=\{P\}+\{R\} \qquad (2)$$

где P – вектор приведенных массовых сил, R – вектор приведенных узловых сил, g – узловые перемещения.

Решение уравнения (2) осуществим с помощью методов прямого интегрирования, в результате получим [4]:

$$\dot{g}_{k+1}=\dot{g}_k+[(1-\beta)\ddot{g}_k+\beta\,\ddot{g}_{k+1}]\Delta t$$

$$g_{k+1}=g_k+\dot{g}_k\,\Delta t+[(1/2-\alpha)\dot{g}_k+\alpha\,\dot{g}_{k+1}]\Delta t^2 \qquad (3)$$

где α и β определяют интегральную схему, Δt - шаг интегрирования.

Выражения (3) реализуют пошаговую численную процедуру, на каждом шаге которой по существу решается статическая задача.

Уравнение нестационарной теплопроводности, применительно к однородным телам ($c=const$, $\rho=const$, $\lambda=const$) имеет вид [2]:

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial t}=\lambda\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right)+q \qquad (2)$$

где T – температура, ºС; t – время, с; c – удельная теплоемкость, Дж/(кг·ºС); ρ – плотность, кг/м3; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м· ºС).

Величина q определяется из величины деформации и граничных условий.

В данной работе будем использовать наиболее общую теорию Больцмана-Вольтерры[1] (теория упругого последействия), отражающую практически все особенности динамического поведения материалов.

В качестве примера расчета рассматривалась пластина размерами: длиной 1 м, шириной 1 м и толщиной 0.02м, защемленная по периметру. Пластина изготовлена из дюралюминия марки Д16Т.

Конечным результатом работы является матрица распределения температур и матрица перемещений по узлам расчетной сетки конечных элементов. Верификация программы проводилась путем сравнения полученных результатов с результатами в [3]. Максимальная погрешность составляет 9%.

Полученные численные результаты могут быть применены, например, для расчета алгоритма работы, кузнечнопрессового оборудования, т.к. позволяют связать температуру пластины, температуру окружающей среды и внешние силы, действующие на тело.

Литература

1. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем. Учебник для вузов / В.П.Тарасик – Дизайн-Про, 2004. – 370 с.
2. Исаченко, В.П. Теплопередача / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел – М.:Энергоиздат, 1981 – 416 с.
3. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич – М.: Мир, 1975 – 541 с.
4. Старовойтов, Э.И. Основы теории уругости, пластичности и вязкоупругости / Э.И. Старовойтов – Гомель: БелГУТ, 2001 – 344 с.

УДК 631.333

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗСІВАННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА ПОВЕРХНЮ ПОЛЯ В ПОВІТРЯНОМУ СЕРЕДОВИЩІ В УМОВАХ ВІТРУ

П.О. Косик
Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”, Україна

Загальновідомо, що вітер суттєво впливає на дальність розсівання твердих мінеральних добрив, а відповідно і на рівномірність їх розподілу на поверхні поля. В зв’язку з цим в умовах агропромислового виробництва рекомендується проводити операцію внесення добрив в