электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 536.2.023

Моделирование тепловых процессов в задачах распознавания дефектов для тонкостенных сотовых конструкций

 # 06, июнь 2012

Акинкин Д.В.[(1)], Предтеченская В.Г.[(1)], Грибов А.Ф.[(2)]

Студент [(1)]; доцент, к. ф.-м. н. [(2)],
Кафедра «Вычислительная математика и математическая физика»

Научный руководитель: Краснов И.К.,
к.т.н., доцент кафедры «Вычислительная математика и математическая физика»

МГТУ им. Н.Э. Баумана
den-88@mail.ru

Укрупненно задача распознавания образов включает в себя 3 этапа: описание распознаваемых объектов с помощью системы признаков; разбиение признакового пространства на области принятия решений; отнесение анализируемого объекта к тому или иному классу;

Объектом распознавания в данной работе являются дефекты в тонкостенных сотовых конструкциях, а их классификация производится на основании тепловых измерений. Таким образом, тепловое поле является тем признаком, с помощью которого осуществляется распознавание дефектов. Разбиение признакового пространства на области принятия решений можно осуществлять на основе натурных тепловых испытаний реальных конструкций. Недостатком данного подхода является малое количество реальных конструкций, подлежащих испытаниям. Альтернативным подходом служит метод математического моделирования.

В рамках данного подхода была решена задача определения тепловых полей тонкостенных сотовых конструкциях с дефектами. Решение осуществлялось на базе метода конечных элементов с разбиением конструкции на ячейки периодичности при различных режимах нагрева.

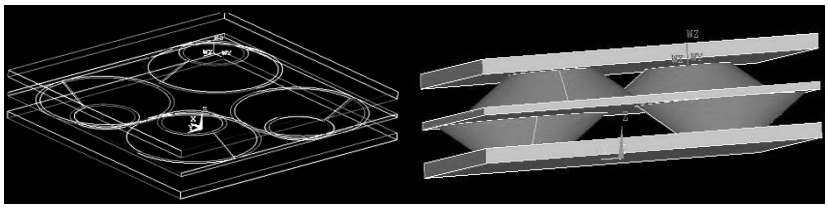

Рис. 1. Ячейка периодичности

Математическая модель для ячейки периодичности в отсутствии дефектов выглядит следующим образом:

$$K_{xxi}\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+K_{yyi}\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}+K_{zzi}\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}+Q=\lambda_i\frac{\partial T}{\partial t}$$

С граничными и начальными условиями:

- Начальные условия:

$$T(M,0)=T_0(M)$$

- Граничные условия:

1) $q(M,t)|_{\partial 1}=h(T(M,t)-T_{внешн})|_{\partial 1}$

2) $K_{xx}\frac{\partial T}{\partial x}l_x+K_{yy}\frac{\partial T}{\partial y}l_y+K_{zz}\frac{\partial T}{\partial z}l_z|_{\partial 2}=0$

3) $q(M,t)|_{\partial 3}=h(T(M,t)-T_{внутр})|_{\partial 3}$

$T(M,t)|_{\partial 4^-}=T(M,t)|_{\partial 4^+}$

4) $-\chi(M)grad(T(M,t))|_{\partial 4^-}=-\chi(M)grad(T(M,t))|_{\partial 4^+}$

$T(M,t)|_{\partial 5^-}=T(M,t)|_{\partial 5^+}$

5) $-\chi(M)grad(T(M,t))|_{\partial 5^-}=-\chi(M)grad(T(M,t))|_{\partial 5^+}$

Включение дефекта в модель приводит к возникновению дополнительных граничных условий, которые несущественно усложняют данную модель.

Для решения данной задачи был разработан численный алгоритм, который был реализован в виде программного комплекса. В рамках программного комплекса были реализованы модули для задания геометрии исследуемой конструкции и дефектов, формирования численного решения задачи теплопроводности (стационарной и динамической), задания граничных условий и отображения геометрии и результатов расчетов.

Результаты вычислительного эксперимента показали возможность математического моделирования в задачах распознавания дефектов.

Литература

1. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. М.: Мир, 1979.
2. Joe F.Thompson, Bharat K. Soni, Nigel P. Weatherill.Grid Generation. CRC Press, 1999.