

ОБРАТНАЯ КОЭФФИЦИЕНТНАЯ ЗАДАЧА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛА ТОНКОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАСТИНЫ ПО ДАННЫМ ВИБРАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Аксёнов В.В., Васюков А.В., Беклемышева К.А., Петров И.Б.
Московский физико-технический институт, Долгопрудный
a.vasyukov@phystech.edu

В работе рассматривается численное решение обратной задачи получения упругих параметров изотропных и анизотропных пластин по данным вибрационных испытаний. Прямая задача формулируется как серия краевых задач для уравнения в частных производных. В расчётах рассматривается переменная частота вынуждающих колебаний при фиксированных вязкоупругих параметрах материала и геометрии образца. Общая постановка прямой задачи близка к рассмотренной в [1].

Обратная задача получения параметров материала по данным испытаний формулируется как задача минимизации функционала среднеквадратичной ошибки между измеренной и полученной численно амплитудо-частотной характеристикой. Простая структура прямой задачи позволяет применять метод автоматического дифференцирования для эффективного вычисления производных данного функционала по параметрам [2]. При малом числе параметров и наличии хорошего начального приближения предлагается использовать метод доверительной области (trust-region method) [3]. Начальное приближение, в свою очередь, может быть найдено с помощью эвристического метода дифференциальной эволюции [4]. Применимость данного подхода демонстрируется в серии численных экспериментов для изотропной стальной пластины и ортотропной пластины из углепластика. Для обоих видов материалов в численных экспериментах получено хорошее качество определения реологических параметров, в том числе при наличии шума во входных данных.

Работа поддержана грантом РФФИ 22-11-00142.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tuan P.H., Wen C.P., Chiang P.Y. et al. Exploring the resonant vibration of thin plates: reconstruction of Chladni patterns and determination of resonant wave numbers. // The Journal of the Acoustical Society of America. 2015. Vol. 137, No. 4, pp. 2113–2123.
2. Evtushenko Y. Computation of exact gradients in distributed dynamic systems. // Optimization Methods and Software. 1998. Vol. 9, No. 1-3, pp. 45–75.
3. Gonglin Y., Shide M., Zengxin W. A trust-region-based BFGS method with line search technique for symmetric nonlinear equations. // Advances in Operations Research. 2009. Vol. 2009, Article ID 909753.
4. Rainer S., Kenneth P. Differential evolution – a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces. // Journal of global optimization. 1997. Vol. 11, No. 4, pp. 341–359.