

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ГАЗОДИНАМИКИ КОМПРЕССОРНЫХ РЕШЕТОК

В настоящей работе представлено решение обратной задачи газодинамики компрессорных решеток с применением искусственных нейронных сетей (ИНС) путем обобщения экспериментальных данных, в качестве которых используются результаты продувок плоских решеток. На основе полученного решения разработана методика определения геометрических параметров решетки профилей по заданным параметрам потока на бесконечности перед и за решеткой. В данной методике используется ИНС, архитектура которой представляет собой многослойный перцептрон, для расчета аэродинамических характеристик решетки профилей. Для проектирования ИНС применяется модифицированная модель классического генетического алгоритма. Обучение сети выполняется с использованием метода обратного распространения ошибки. Выполнена оценка эффективности разработанной методики путем решения обратной задачи газодинамики компрессорных решеток для заданных параметров течения и последующего определения аэродинамических характеристик решетки на основе численного моделирования турбулентного течения газа. Полученные результаты подтверждают работоспособность описанной в настоящей работе методики решения обратных задач газодинамики компрессорных решеток с применением ИНС для обобщения экспериментальных данных. Результаты настоящей работы могут быть использованы на этапе эскизного проектирования компрессорных венцов авиационных газотурбинных двигателей и различных энергоустановок. Их применение позволит автоматизировать и ускорить процесс проектирования, а также повысить энергетические характеристики выпускаемых образцов.

Ключевые слова: компрессорная решетка, обратная задача газодинамики, аэродинамические характеристики, геометрические параметры решетки, искусственная нейронная сеть, проектирование искусственной нейронной сети, многослойный перцептрон.

1. Дорофеев Е. А. Применение искусственных нейронных сетей в задачах аэродинамического проектирования и определения характеристик летательных аппаратов / Е. А. Дорофеев, Ю. Н. Свириденко // Труды ЦАГИ. – 2002. – Вып. № 2655. – С. 73 – 86.
2. Бунимович А. И. Сборник аэродинамических характеристик плоских компрессорных решеток / А. И. Бунимович, Г. С. Орлова. – Выпуск 1. – М. : ЦИАМ, 1955. – 98 с.
3. Бунимович А. И. Сборник аэродинамических характеристик плоских компрессорных решеток / А. И. Бунимович, Г. С. Орлова. – Выпуск 2. – М. : ЦИАМ, 1955. – 83 с.
4. Комаров А. П. Аэродинамические характеристики 133 компрессорных решёток, составленных из профилей одного семейства (при малых скоростях набегающего потока) / А. П. Комаров. – Москва : ЦИАМ, 1955. – 79 с.
5. Beasley W. D. Experimental and theoretical low speed aerodynamic characteristics of the NACA 65 sub 1-213, alpha equals 0.50, airfoil / W. D. Beasley, R. J. McGhee // NASA TM X-3160. – 1975. – 74 p.
6. Zierke W. C. The measurement of boundary layers on a compressor blade in cascade / W. C. Zierke, S. Deutsch. – NASA CR 185118. – 1989. – 65 p.
7. Bo Song. Experimental and Numerical Investigations of Optimized High-Turning Supercritical Compressor Blades / Song Bo. – Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. – Blacksburg, Virginia, 2003. – 168 p.
8. Мелашич С. В. Определение аэродинамических характеристик компрессорных решеток путем обобщения экспериментальных данных с применением искусственной нейронной сети / С. В. Мелашич // Техническая механика. – 2012. – № 3. – С. 14 – 22.
9. Мелашич С. В. Способ параметрического описания профилей компрессорных решеток / С. В. Мелашич // Техническая механика. – 2012. – № 2. – С. 77 – 82.
10. Samareh J. A. Survey of Shape Parameterization Techniques for High-Fidelity Multidisciplinary Shape Optimization / J. A. Samareh // AIAA Journal. – 2001. – Vol. 39, N. 5. – P. 877 – 884.
11. Song W. 2004 A Study of Shape Parameterisation Methods for Airfoil Optimization / W. Song, A. J. Keane // AIAA Paper 2004-4482. – 2004. – 8 p.
12. Sanz J. M. A Neural Network Aero Design System For Advanced Turbo-Engines / J. M. Sanz // NASA/CP-1999-208757. – 1999. – 8 p.
13. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
14. Кваша Ю. А. Численное моделирование плоского турбулентного течения газа в компрессорных решётках / Ю. А. Кваша, С. В. Мелашич // Техническая механика. – 2007. – № 2. – С. 67 – 73.
15. Пилипенко В. В. Методика численного моделирования внутренних турбулентных течений газа / В. В. Пилипенко, С. В. Мелашич, Ю. А. Кваша // Техническая механика. – 2010. – № 4. – С. 22 – 33.