УДК 533.697:621.51

С. В. МЕЛАШИЧ

РІШЕННЯ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ ГАЗОДИНАМІКИ ПЛОСКИХ КОМПРЕСОРНИХ РЕШІТОК НА ОСНОВІ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТУРБУЛЕНТНИХ ТЕЧІЙ

У даній роботі представлено методику розв'язання обернених задач газодинаміки плоских компресорних решіток на основі чисельного моделювання турбулентних течій. Дана методика ґрунтується на застосуванні методу пошуку квазірозв'язку до розв'язання оберненої задачі. В результаті розв'язання оберненої задачі зводиться до розв'язання задачі пошуку глобального екстремуму деякої цільової функції. Параметричний опис форми профілів решіток виконано з використанням оригінального способу, заснованого на застосуванні кривих Без'є і системи гладких опуклих функцій Хікса–Хенне. Застосування даного способу дозволяє варіювати геометричні параметри решітки в широкому діапазоні з використанням порівняно малого числа варійованих параметрів і збереженням фізично реалізованого контуру профілю. Розрахунок цільової функції виконується шляхом моделювання течії на основі чисельного інтегрування системи осереднених рівнянь Нав'є–Стокса, замкнутих за допомогою однопараметричної моделі турбулентності Спаларта–Аллмараса. Для пошуку екстремуму цільової функції застосовується гібридний генетичний алгоритм. Розроблена методика дозволяє визначати геометричні параметри за заданим розподілом тиску по обводу шуканого профілю, а також за заданими інтегральними аеродинамічними характеристиками решітки. Вона також може бути використана для розв'язання задач аеродинамічної оптимізації компресорних решіток. Крім того, дана методика може бути легко адаптована до розв'язання аналогічних задач в тривимірній постановці.

Ключові слова: компресорні решітки, обернена задача газодинаміки, аеродинамічні характеристики, геометричні параметри решітки, розподіл тиску, рівняння Нав'є–Стокса, генетичний алгоритм.

1. *Иноземцев А. А.* Газотурбинные двигатели / *А. А. Иноземцев, В. Л. Сандрацкий.* – Пермь : ОАО «Авиадвигатель», 2006. – 1202 с.
2. *Елизаров А. М.* Обратные краевые задачи аэродинамики. Теория и методы проектирования и оптимизации формы крыловых профилей / *А. М. Елизаров, Н. Б. Ильинский, А. В. Поташев.* – Магадан, 2006. – 436 с.
3. *Аульченко С. М.* Оптимизация решеток профилей вариационно-градиентным методом / *С. М. Аульченко* // Теплофизика и аэромеханика. – 2005. – Том 12, № 3. – С. 357 – 363.
4. *Sanz J. M.* Lewis Inverse Design Code (LINDES) / *J. M. Sanz* // Nasa Technical Paper. – 1987. – N 2676. – 67 p.
5. *Tiow W. T.* Application of a three-dimensional viscous transonic inverse method to NASA rotor 67 / *W. T. Tiow, M. Zangenesh* // Proc. Instn. Mech. Engrs : J. Power and Energy. – 2002. – Vol. 216. – P. 243 – 255.
6. *Тихонов А. Н.* Методы решения некорректных задач / *А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин.* – М. : Наука, 1979. – 285 с.
7. *Мелашич С. В.* Способ параметрического описания профилей компрессорных решеток / *С. В. Мелашич* // Техническая механика. – 2012. – № 2. – С. 77 – 82.
8. *Piegl L.* The NURBS Book / *L. Piegl, W. Tiller.* – Berlin : Springer, 1996. – 327 p.
9. *Hicks R.* Wing Design by Numerical Optimization / *R. Hicks, P. Henne* // Journal of Aircraft. – 1978. – Vol. 15, N. 7. – P. 407 – 413.
10. *Tannehill J. C.* Computational fluid dynamics and heat transfer (Second edition) / *J. C. Tannehill, D. A. Anderson, R. H. Pletcher.* – New York : Taylor & Francis, 1997. – 785 p.
11. *Spalart P. R.* A one-equation turbulence model for aerodynamic flow / *P. R. Spalart, S. R. Allmaras* // AIAA Paper. – 1992. – Vol. 12, No 1. – P. 439 – 478.
12. URL: http://www.openfoam.com/
13. *Poli R.* A Field Guide to Genetic Programming [Електронный ресурс] / *R. Poli, W. B. Langdon, N. F. McPhee.* – Published via http://lulu.com, 2008. – 250 p. – Режим доступа к книге: http://www.lulu.com/items/volume_63/2167000/2167025/2/print/book.pdf
14. *Nelder J. A.* A Simplex Method for Function Minimization / *J. A. Nelder, R. Mead* // The Computer Journal. – 1965. – Vol. 7, N 4. – P. 308 – 313.
15. *Prasad B. V. S. S. S.* CFD for Turbomachinery / *B. V. S. S. S. Prasad, Y. V. S. S. Sanyasiraju* // E-Learning courses from the IITs & IISc. – Режим доступа: http://nptel.ac.in/courses/112106061/1
16. *Мелашич С. В.* Проектирование направляющего аппарата последней ступени осевого компрессора на основе решения обратной и прямой задачи газодинамики / *С. В. Мелашич, Ю. Г. Калинкина, В. И. Письменный* // Авиационно-космическая техника и технология. – 2009. – № 7 (64). – С. 56 – 60.