

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОДНОРЯДНЫХ СХЕМ ПЛЕНОЧНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Халатов А.А.^{1,2}, Панченко Н.А.^{1,2}, Макаренко В.А.², Спасенко М.И.²

¹ – Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев,
тел. (044)4569302, e-mail: artem.khalatov@vortex.org.ua

² – НТУУ «Киевский политехнический институт имени Игоря
Сикорского», Киев, тел. (044)4549057

Цель работы. Теоретическое исследование эффективности пленочного охлаждения при подаче охладителя в траншею и один ряд полусферических углублений. Исследование выполнено с использованием коммерческого пакета ANSYS CFX 14.

Результаты. Внедрение более интенсивных систем пленочного охлаждения позволяет повысить температуру газа на входе в турбину и, как следствие – повысить КПД газовой турбины и снизить удельный расход топлива. Результаты экспериментального исследования пленочного охлаждения на плоской пластине с подачей охладителя через отверстия в траншее и полусферических углублениях ($t/d = 3,0$) показали, что при прочих равных условиях эффективность этих схем существенно превышает эффективность традиционной схемы охлаждения.

Для CFD моделирования сложной трехмерной структуры потока и закономерностей теплообмена был использован коммерческий пакет ANSYS CFX 14. Исследование выполнено для идентичных геометрических компьютерной модели системы пленочного охлаждения, отличающихся только конфигурацией отверстий. Компьютерная модель представляет собой основной канал, в который охладитель подается в отверстия из пленума. Использовалась неструктурированная комбинированная расчетная сетка, у поверхности пластины, около отверстий и вблизи стенок пленума выполнено локальное сгущение расчетной сетки. Граничные условия на входе и выходе были заданы близкими к условиям выполненных экспериментов. Расчеты выполнены в диапазоне изменения параметра вдува от 0,5 до 2,0, для сравнения использованы данные для традиционной схемы с одним рядом цилиндрических наклонных отверстий. Полученные результаты подтверждают результаты, полученные при выполнении физического эксперимента. Исследованные перспективные конфигурации отверстий представляют практический интерес для использования в системе пленочного охлаждения лопаток ГТУ и элементов энергетических установок.

Выводы. 1. Теоретически исследована эффективность пленочного охлаждения и физическая структура потока за двумя перспективными однорядными схемами пленочного охлаждения.

2. Выполнен анализ физической структуры потока и дано объяснение увеличения эффективности пленочного охлаждения.

3. Теоретические результаты удовлетворительно совпадают с экспериментом.

COMPUTER SIMULATION OF TWO PERSPECTIVE SINGLE-ROW HOLE SYSTEMS OF FILM COOLING

Khalatov A.A.^{1,2}, Panchenko N.A.^{1,2}, Makarenko V.A.², Spasenko M.I.²

¹ – Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Kyiv,
tel. (044)4569302, e-mail: artem.khalatov@vortex.org.ua

² – National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Politechnic Institute», Kyiv, tel. (044)4549057

Object. The theoretical investigation of the film cooling efficiency behind two perspective single-row hole systems – in trench and hemispherical dimples using commercial package ANSYS-CFX 14.

Results. The introduction of more intensive film cooling systems allows to increase the gas temperature at the inlet to the turbine and, as a result, to increase the efficiency of the gas turbine and reduce specific fuel consumption. The results of an experimental investigation of the film cooling on a flat plate with the supply of a coolant through holes in the trench and hemispherical dimples showed that with the same blowing ratio, the efficiency of the given schemes is significantly higher than the efficiency of the traditional scheme with the same relative arrangement pitch of the holes $t/d = 3.0$.

The commercial code ANSYS-CFX 14 was used for CFD modeling the complex three-dimensional numerical flow structure and heat transfer. The investigation was carried out for identical geometric models of a film cooling system differing only in the configuration of the holes. The 3-D computer model includes main channel through which the coolant is fed from plenum through holes. An unstructured combined computational grid was used, a local thickening of the computational grid was performed near the plate surface near the holes and near the walls of the plenum. The boundary conditions at the inlet and outlet were set close to the conditions of the performed experiments. The calculations were performed in the range of variation of the blowing ratio from 0.5 to 2.0, for comparison we used data for a conventional scheme with one row of cylindrical inclined holes. The results obtained confirm the results obtained during the physical experiment. The investigated promising hole configurations are of practical interest for further use in the film cooling system of gas turbine blades and power plant elements.

Conclusions. 1. A theoretical investigation of the film cooling efficiency and physical structure of the flow behind the two perspective single-row hole systems was made.

2. The analysis of the flow physical structure was performed and the explanation of film cooling efficiency growth is given.

3. The theoretical results are in satisfactory agreement with experiment.