

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОЙ ЗАВЕСЫ ЛОПАТОК ТУРБИН ПРИ ВДУВЕ ВОЗДУХА ЧЕРЕЗ ВЕЕРНЫЕ ОТВЕРСТИЯ ПОД УГЛОМ 45 ГРАДУСОВ

Аннотация

В данной статье анализируются результаты экспериментального исследования эффективности тепловой завесы плоской поверхности профиля лопатки турбины с однорядным пояском цилиндрических и веерных отверстий вдува, выполненных под углом 45° к направлению движения основного потока. Анализ экспериментальных данных показал, что при больших значениях параметра вдува $m = 3.5$ веерные отверстия имеют преимущество перед цилиндрическими, а при оптимальных значениях $m \approx 0.5$ применение цилиндрических и веерных отверстий является равнозначным.

Ключевые слова

Лопатки турбин, эффективность тепловой завесы, цилиндрические и веерные отверстия, параметр и угол вдува, основной и вторичный поток газа.

Введение

Системы конвективно-пленочного охлаждения турбинных лопаток являются важным элементом в обеспечении надежности и долговечности турбин. В 1980-е годы внимание разработчиков привлекли мелкоканальные системы воздушного охлаждения (МКСО). В начале XXI века ведущие авиадвигательные компании начали исследовать фасонные отверстия, среди которых наибольшую популярность получили веерные отверстия.

Основные компоненты научного исследования

1. Цель исследования: Определить эффективность тепловой завесы плоской поверхности профиля лопатки турбины с использованием различных типов отверстий вдува.
2. Методология: Проведение экспериментального исследования с использованием цилиндрических и веерных отверстий, выполненных под углом 45° к основному потоку газа. Измерение параметров вдува и их влияние на эффективность охлаждения.

Результаты:

- При больших значениях параметра вдува $m = 3.5$ веерные отверстия показали более высокую эффективность по сравнению с цилиндрическими [1].
- При оптимальных значениях $m \approx 0.5$ эффективность обеих конструкций была сопоставима.

Обсуждение:

- Веерные отверстия обеспечивают лучшее распределение потока охладителя и увеличивают ширину пленки вдуваемого воздуха, что улучшает эффективность охлаждения.
- Увеличение площади поперечного сечения веерного отверстия снижает скорость потока охладителя, что также способствует повышению эффективности при высоких значениях параметра вдува.

Заключение: Использование веерных отверстий для вдува может значительно повысить эффективность тепловой завесы при определенных условиях, что делает их предпочтительным выбором для систем охлаждения турбинных лопаток[3],[4].

Список литературы

1. Harold, E. Turbine blade. United States Patent 3950114, Current International Class: F01D 5/184 (20130101); declared 23.02.68, published 13.04.1976.
2. Ильинков А. В., Такмовцев В. В., Тукмаков А. Л., Щукин А. В., Баранов И. С. Эффективность тепловой завесы при вдуве пульсирующего потока воздуха через однорядные пояски отверстий / Изв. вузов. Авиационная техника. – 2022. – N 4. – С. 139-145.
3. Colban, W.F. A film cooling correlation for shaped holes on a flat-plate surface / W. F. Colban, K. A. Thole, D. Bogard / Journ. of Turbomachinery. – 2011. – Vol. 133. – №1. – Pp. 011002-1-011002-11.
4. Kampe, T. Experimental and numerical investigation of flow field and down-stream surface temperatures of cylindrical and diffuser shaped film cooling holes [Electronic resource] / T. Kampe, S. Volker, T. Samel, C. Heneka, H. Ladisch, A. Shultz, H-J. Bauer / Proceedings of ASME Turbo Expo. – 2011. – GT2011-45106. – 10 p