УДК 621.438

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ НА ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ОХЛАЖДАЕМОГО СОПЛОВОГО АППАРАТА

© Кудряшов И.А., Попов Г.М.

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

e-mail: ivan.kudryash1337@gmail.com

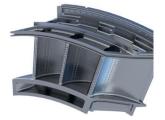
С целью повышения экономичности и эффективности рабочего цикла перспективных авиационных ГТД выполняется увеличение температуры газа в камере сгорания. При этом температура газа превышает температуру плавления современных материалов, которые используются в первых ступенях турбин за камерой сгорания. Для обеспечения работоспособности лопаток турбин в неблагоприятных для них условиях применяют развитые системы конвективно-пленочного охлаждения. При этом пленочное охлаждение вносит значительный вклад в повышение эффективности охлаждения — лопатки только с конвективным охлаждением применяются при температурах 1300 К [1], в то время как лопатки с конвективно-пленочным охлаждением позволяют поднять температуру до 1800—2000 К [1].

Основной целью данной работы является определение оптимальных настроек сеточной модели, которые используются для качественно верного определения теплового состояния лопатки при наименьших затратах вычислительных ресурсов.

Предметом исследования в данной работе является СА экспериментальной осевой турбины (рис. 1). СА имеет конвективно-пленочную схему охлаждения. Передняя полость разделена дефлектором на три различных не сообщаемых между собой полости.

В ходе эксперимента была проверена эффективность только пленочного охлаждения, то есть воздух подавался только в полости входной кромки, корытца и спинки.

Эксперимент заключался в проведении испытаний трех лопаток. Для определения эффективности охлаждения пленки замерена температура в одиннадцати различных точках, расположенных на поверхности стенки лопатки — рис. 2. В рассматриваемых местах располагались термопары во время эксперимента.



Puc. 1. Экспериментальный сопловой аппарат

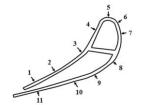


Рис. 2. Схема расположения термопар по профилю

На первом этапе исследования использованы настройки сеточных моделей, которые применяются для определения аэродинамических потерь в неохлаждаемых турбинах [2] — параметры B2B и MR. В программном комплексе Numeca AutoGrid 5.1 подготовлено 14 различных сеточных моделей, которые позволяют учесть как влияние

каждого из параметров по отдельности, так и комплексное влияние этих двух параметров. Результаты комплексного влияния представлены на рис. 3 и 4.

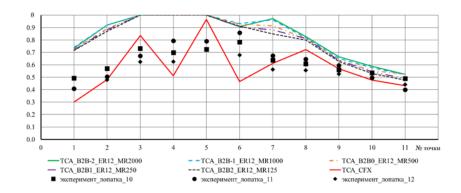


Рис. 3. Сравнение рассчитываемого значения коэффициента эффективности пленочного охлаждения θ при комплексном влиянии изменения количества элементов в сечениях

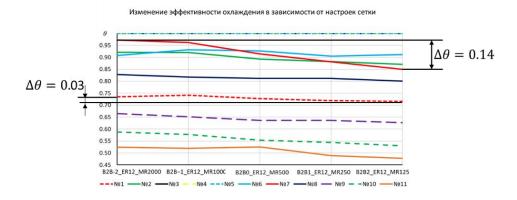


Рис. 4. Изменение эффективности пленочного охлаждения в зависимости от настроек сетки

В результате моделирования рабочего процесса при настройках сеточных моделей, которые применяются для расчетов неохлаждаемых турбин, получены следующие выводы:

– комплексное изменение количества элементов в межлопаточном и меридиональном сечениях не приводит к существенному изменению определения теплового состояния лопатки (рис. 3, 4).

Главным результатом выполненного исследования является то, что сеточные модели, которые используются для расчета аэродинамических потерь неохлаждаемых турбин, малопригодны для анализа пленочного охлаждения.

В дальнейших исследованиях планируется продолжить эксперименты по поиску оптимальных настроек сеточных моделей для определения теплового состояния лопатки [2].

Библиографический список

- 1. Высокотемпературные газовые турбин / под ред. М.Я. Иванова. М.: ТОРУС ПРЕСС, 2010. 304 с.
- 2. Попов Г.М. Методы формирования численных моделей рабочего процесса осевых неохлаждаемых авиационных турбин: дис. ... канд. техн. наук: 05.07.05. Самара, 2017. 176 с.