

УДК 629.036

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫПУСКА ОХЛАЖДАЮЩЕГО ВОЗДУХА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СОПЛОВОГО АППАРАТА ГТД

© Волков А.А., Бузин В.М., Акунец М.В.

e-mail: gdi@ssau.ru

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

В современном авиационном двигателестроении широко применяется численное моделирование для выполнения термогазодинамических расчетов, в том числе и расчета охлаждаемых турбин. Однако, несмотря на то, что численное моделирование охлаждаемых турбин позволило существенно сократить стоимость и время проектирования, проблема дороговизны исследований и времени проектирования остается актуальной и в настоящее время. Обеспечение достаточной точности численного моделирования требует значительных вычислительных ресурсов из-за сложности моделей. В свою очередь, создание более простых численных моделей или альтернативных способов численного моделирования, обеспечивающих достаточную точность расчетов, позволяет сократить время расчетов и требуемые вычислительные ресурсы. Цель данной работы заключается в создании относительно простой численной модели охлаждаемого соплового аппарата ГТД, обеспечивающей приемлемую точность.

Работа началась с исследования отчета NASA с экспериментальными данными продувки охлаждаемого соплового аппарата [1]. С использованием приведенных в отчетах данных была сформирована геометрия лопатки. В программном пакете NUMECA AutoGrid 5 была создана сеточная модель со следующими характеристиками: $y^+=1$; expansionRatio – 1.2; aspectratio – 1000; Количество элементов – 2 085 651.

Постановка и решение задачи осуществлялись в программном пакете NUMECA FINE/Turbo. Отверстия для охлаждения моделировались с помощью Cooling/Bleedmodel в FINE/Turbo. Расчетная область определялась: на входе – значениями полного давления и температуры при стандартных условиях; на выходах из отверстий – значениями полной температуры и расхода вторичного потока; на выходе основного потока – значением статического давления в среднем сечении проточной части. Модель рабочего тела – воздух (реальный). Модель турбулентности – Spalart-Allmaras.

Основываясь на результатах, полученных из расчета, был построен график характеристики: зависимость коэффициента скорости от приведенной скорости. Из графика видно, что выпуск охлаждающего воздуха приводит к росту вторичных потерь на величину от 2 до 3%.

В дальнейшем планируется провести верификацию модели на основе вышеупомянутого отчета NASA и оптимизацию численного моделирования в направлении упрощения численной модели с сохранением требуемой точности.

Благодарность

Результаты работы были получены с использованием средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (номер гранта МК-3168.2019.8)

Библиографический список

1. Goldman L.J., McLallin K.L. Effect of endwall cooling on secondary flows in turbine stator vanes, 1977