

экспериментальные;

- настройка модели достаточно проста;
- количество необходимых вычислительных ресурсов компьютера существенно ниже, чем при “прямом” численном моделировании.

Исходя из этого можно заявить о имеющейся возможности проведения оптимизации плёночного охлаждения при полной автономности процесса и малой запрашиваемой мощности компьютера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Сендюров С.И.* Современные системы охлаждения сопловых лопаток высоконагруженных газовых турбин / Тихонов А.С., Хайрулин В.Т // *Аэрокосмическая техника.* – 2015. – С.35 - 38.

2. Effect of endwall cooling on secondary flows in turbine stator vanes / National Aeronautic and Space Administration; G.Medic.- Washington D.C., 1977. № NASA TM X-73568

ANALYSIS OF THE COOLING INTAKE INFLUENCE ON THE LOSS MAGNITUDE

Buzin V., Akunets M.

buzin98@mail.ru

Supervisor: A. Volkov

(Samara National Research University, Samara)

This paper describes the process of creating a cooled nozzle apparatus numerical model. The data for the creating of the geometric and numerical models were taken from the NASA report. The modeling of the grid model, the adjustment of the solver and the analysis of the results were performed in the NUMECA software. When creating a numerical model, we used the function of cooling blowing modeling directly from the edges of the grid model elements Cooling / Bleed.

УДК 629.036

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ СОПЛОВОГО АППАРАТА НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА

Волков А.А., Акунец М.В., Бузин В.М.

akunetsm@list.ru

Научный руководитель: Г.М. Попов, канд. техн. наук, доцент

(Самарский национальный исследовательский

университет имени академика С.П. Королева, г. Самара)

В данной работе описан процесс создания численной модели и влияние параметров сеточной модели и решателя на точность расчётов. Данные для построения геометрической и численной модели были взяты из отчёта NASA. Построение сеточной модели, настройка решателя и анализ результатов производился в программном пакете NUMECA.

В современном авиационном двигателестроении при моделировании рабочего процесса турбины широко применяются численные модели, посредством которых решаются задачи газодинамики. Однако модели, стремящиеся наиболее точно описать физические процессы, требуют большое количество вычислительных ресурсов, и в настоящее время актуальной проблемой является сокращение требуемых вычислительных мощностей с сохранением достаточной точности численной модели. Поэтому возникает необходимость верификации полученных результатов и определении зависимостей искомой расчетной характеристики от значений параметров численной модели, в чём и заключается цель данной работы.

При создании численной модели наибольшее влияние на точность и скорость расчета оказывают параметры сеточной модели, а также настройки решателя (в частности, модели

турбулентности). Поэтому в данной работе было исследовано влияние именно этих параметров на точность расчёта.

Работа началась с изучения отчёта NASA с экспериментальными данными продувки неохлаждаемого соплового аппарата [1]. С использованием приведенных в отчёте данных были сформированы геометрии лопатки и расчётной области, представленной на рисунке 1.

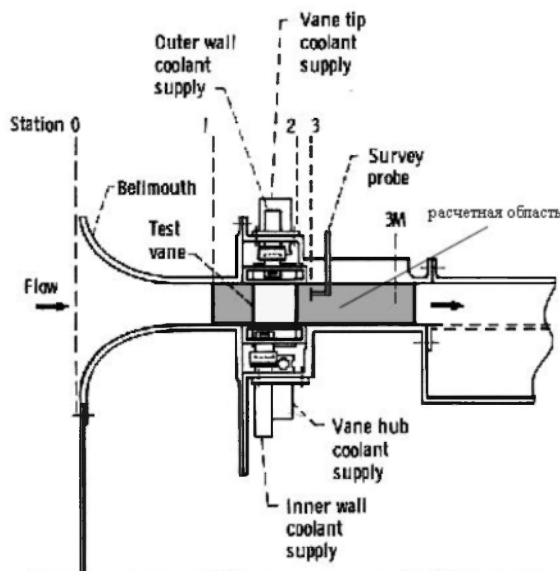


Рис. 1. Экспериментальная установка и геометрическое представление расчетной области

В программном пакете NUMECA AutoGrid5 были созданы несколько групп сеточных моделей, различающиеся количеством элементов двумерной сетки межлопаточного канала (B2B сетка), значением y^+ и значением величин expansion ratio (ER) и aspect ratio (AR)[2,3,4].

Дальнейшая работа осуществлялась в программном пакете NUMECA FINE/Turbo. Расчётная область определялась: на входе – значениями полного давления и температуры при стандартных атмосферных условиях; на выходе – значением статического давления. Модель рабочего тела – воздух (реальный). Модели турбулентности, применяемые при создании численных моделей: Spalart-Allmaras, k - ω , k - ϵ , SST.

Далее была выполнена серия расчётов на группах численных моделей. В пределах каждой группы изменялся один исследуемый параметр (B2B сетка, y^+ , ER, AR, модель турбулентности), при постоянных остальных параметрах.

Результаты расчетов были обработаны в CFView. Расчётной характеристикой, на основе которого сравнивались сетки, являлся коэффициент скорости (efficiency). Коэффициент скорости определялся по параметрам потока, в сечении, расположение которого было обусловлено расположением датчиков в экспериментальной установке.

По данным, полученным после обработки результатов, были сформированы: несколько серий характеристик зависимости коэффициента скорости от приведенной скорости (пример одной из зависимостей представлен на рисунке 2); графики зависимости величины коэффициента скорости и отношения статического давления к полному по высоте лопатки; графики изменения коэффициента скорости от параметра численной модели (B2B сетка, y^+ , ER, AR, модель турбулентности).

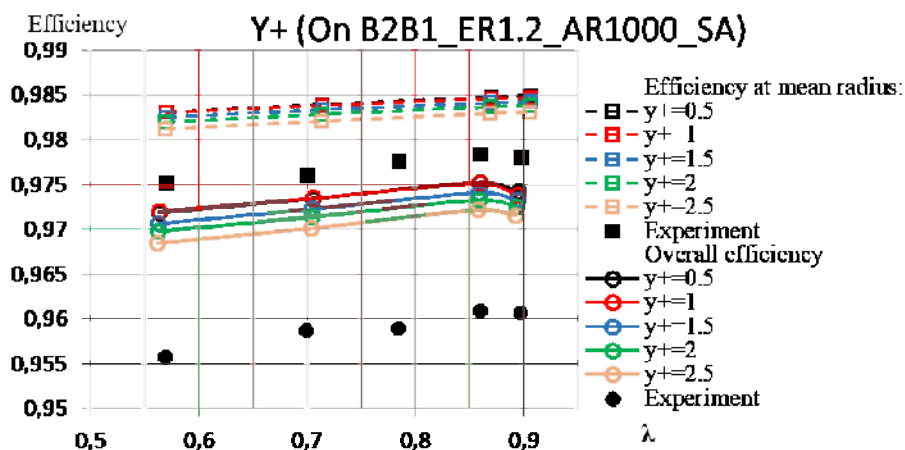


Рис. 2. Зависимости коэффициента скорости (efficiency) от приведенной скорости при разных значениях y^+

На основе анализа обработанных результатов был сделан ряд выводов, связанных с верификацией численной модели:

- Экспериментальные данные характеристики зависимости коэффициента скорости от приведенной скорости качественно повторяются, в свою очередь, следует отметить количественное расхождение в 0,4-2%;

- Экспериментальные данные величины коэффициента скорости и отношения статического давления к полному по высоте проточной части также качественно повторяются. Количественное расхождение по величине профильных потерь в пределах 1%.

- Величина вторичных потерь по высоте проточной части разнится от модели к модели, но полного совпадения получить не удалось.

Также были сделаны выводы о влиянии параметров численной модели на точность расчётов:

- Увеличение количества элементов в blade-to-blade сечении позволило получить значимый прирост в точности определения вторичных потерь лишь при значениях приведенной скорости более 0,85. Точность определения профильных потерь изменялась незначительно;

- Было выявлено, что уменьшение величины y^+ менее единицы нецелесообразно, т.к. точность расчёта при этом не изменяется. (Рисунок 3)

- Изменение величины aspect ratio не дало существенных результатов;

- Точность определения профильных потерь изменялась незначительно при изменении величины expansion ratio. В свою очередь, меньшее значение expansion ratio позволило с большей точностью определить вторичные потери;

- Среди рассмотренных моделей турбулентности (Spalart-Allmaras, k-omega, k-epsilon, SST) наиболее приближенные результаты позволила получить модель турбулентности k-omega;

В дальнейшем предполагается использование результатов исследования для создания оптимальной численной модели охлаждаемого соплового аппарата и сравнение его характеристик с данной моделью.

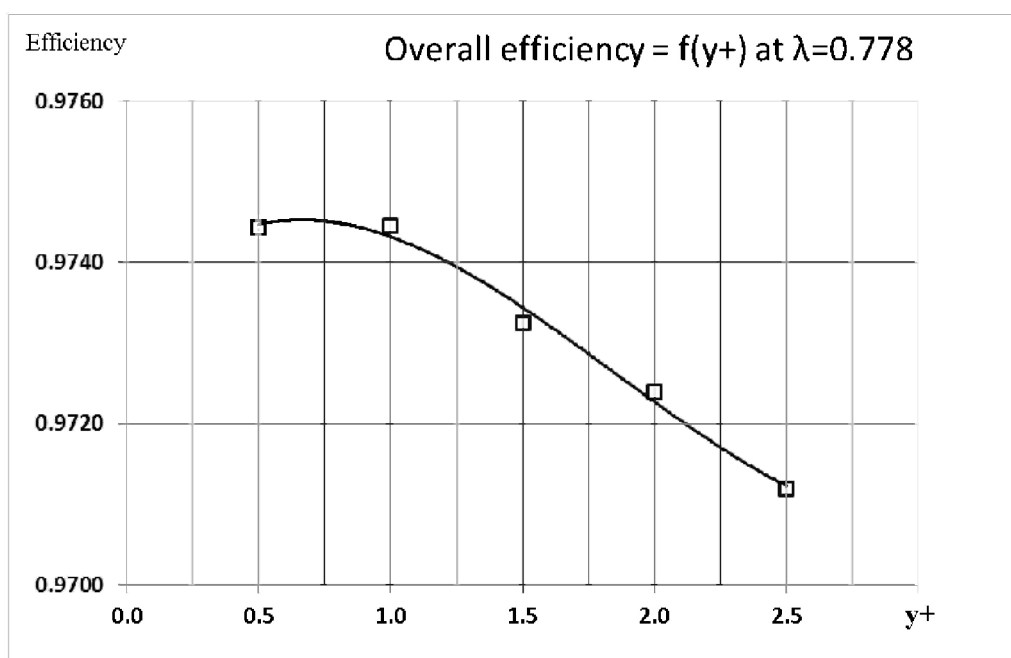


Рис. 3. Влияние параметра y^+ на величину эффективности соплового аппарата

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Cold-air annular-cascade investigation of aerodynamic performance of core-engine-cooled turbine vanes / National Aeronautic and Space Administration; G.Medic.- Washington D.C., 1975. № NASA TM X-3224
2. *Popov G.* Selection of Parameters for Blade-To-blade Finite-volume Mesh for CFD Simulation of Axial Turbines / Matveev V., Baturin O. etc // MATEC Web of Conferences. – 2018. – С.1 - 8.
3. *Popov G.* Selection of Parameters for 3D Finite-volume Mesh for CFD Simulation of Axial Turbines / Matveev V., Baturin O. etc // MATEC Web of Conferences. – 2015. – С.1 - 6.4. Попов
4. *Попов Г.М.* Методы формирования численных моделей рабочего процесса осевых неохлаждаемых авиационных турбин [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.07.05 / Попов Григорий Михайлович. – Самара, 2017. – 109 с.

ANALYSIS OF THE NUMERICAL MODEL GTE TURBINE NOZZLE SETTINGS INFLUENCE ON THE CALCULATION

Volkov A., Akunets. M., Buzin V.

akunetsm@list.ru

Supervisor: G. Popov, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor
(*Samara National Research University. Samara*)

This paper describes the process of creating a numerical model and the influence of the grid model and the solver parameters on the accuracy of calculations. The data for the creating of the geometric and numerical models were taken from the NASA report. The formation of the grid model, the adjustment of the solver and the analysis of the results were performed in the NUMECA software.