

УДК 629.036

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ НАСТРОЕК ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА СОПЛОВОГО АППАРАТА ГТД

© Попов Г.М., Акунец М.В., Бузин В.М.

e-mail: y.d.novikova@gmail.ru

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

В настоящее время в области авиадвигателестроения повсеместно используются численные модели, посредством которых решаются задачи газодинамики. Вместе с тем возникает необходимость верификации полученных результатов и определении зависимостей искомой расчетной характеристики от значений параметров численной модели, в чём и заключается цель данной работы.

Работа началась с изучения отчёта NASA с экспериментальными данными продувки неохлаждаемого соплового аппарата [1]. С использованием приведенных в отчетах данных была сформирована геометрия лопатки. В программном пакете NUMECAAutoGrid5 были созданы несколько групп сеточных моделей, различающиеся количеством элементов в сетке, значением y^+ , значением величин $expansionratio$ и $aspectratio$.

Дальнейшая работа осуществлялась в программном пакете NUMECAFINE/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, $k-\omega$, $k-\epsilon$, SST.

Далее была выполнена серия расчётов на группах численных моделей, которые определялись в зависимости от сеточных моделей и моделей турбулентности.

По данным, полученным из расчетов, были сформированы: несколько серий характеристик зависимости коэффициента скорости от приведенной скорости; графики величины коэффициента скорости и отношения статического давления к полному по высоте лопатки.

На основе анализа обработанных результатов был сделан ряд выводов.

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

Экспериментальные данные величин коэффициента скорости и отношения статического давления к полному по высоте лопатки также качественно повторяются. Количественное расхождение по величине профильных потерь менее 1%. Величина вторичных потерь разнится от модели к модели, но полного совпадения получить не удалось.

Среди рассмотренных моделей турбулентности наиболее приближенные результаты позволила получить модель турбулентности $k-\omega$.

Изменение величины $aspectratio$ не дало существенных результатов.

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 несущественно.

Аналогичная картина в определении профильных потерь наблюдается при изменении величины expansionratio (рис. 1). В свою очередь, меньшее значение expansionratio позволило с большей точностью определить вторичные потери.

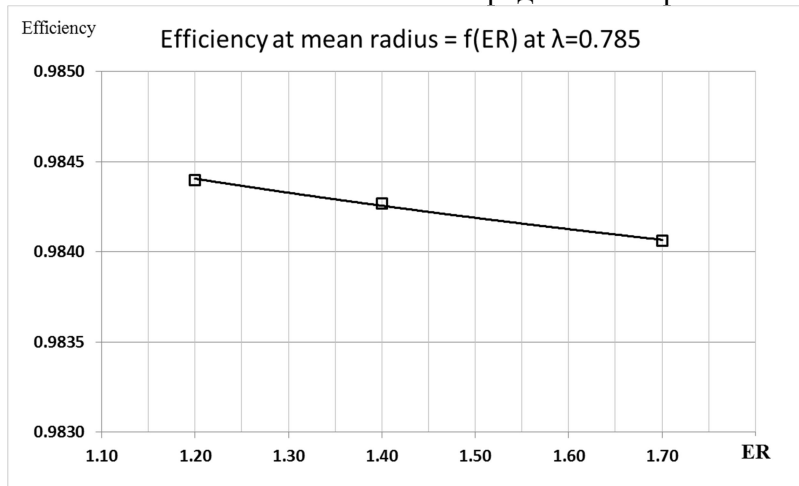


Рис. 1. Влияние параметра expansionratio на эффективность

Было выявлено, что уменьшение величины y^+ менее единицы нецелесообразно, т.к. точность расчёта при этом не изменяется (рис. 2).

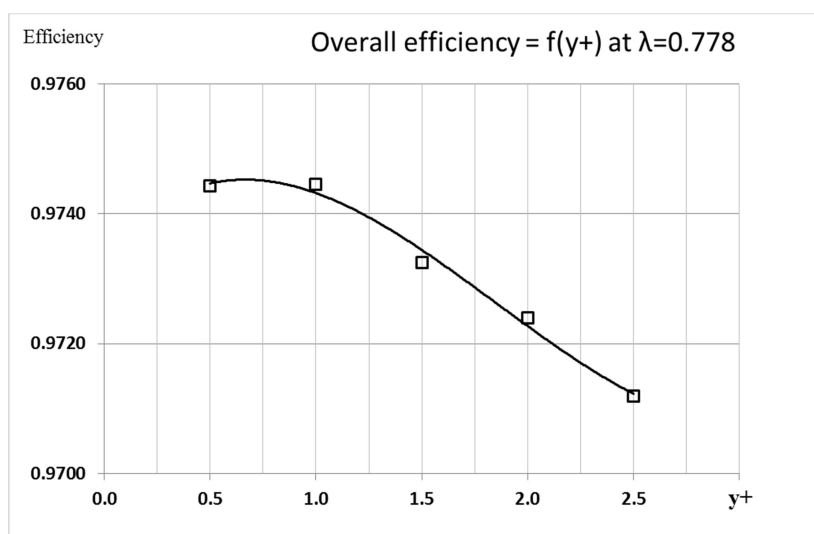


Рис. 2. Влияние параметра y^+ на величину эффективности соплового аппарата

В ходе дальнейшей работы планируется провести исследование модели охлаждаемого соплового аппарата и сравнение его характеристик с данной моделью.

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. Cold-air annular-cascade investigation of aerodynamic performance of core-engine-cooled turbine vanes, 1975.