

УДК 533.6.015

ВЛИЯНИЕ ПРИТРАКТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ И ОТБОРОВ ВОЗДУХА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГООРУПЕНЧАТОГО ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

© Горячкин Е.С., Кривоногова Т.О., Корнеева А.И.

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

e-mail: Krivonogova_1999@mail.ru

Численное моделирование рабочего процесса осевого компрессора, активно развивающееся в настоящее время, позволяет снизить стоимость конечного продукта и сократить время его проектирования и доводки. При создании численной модели необходимо получить решение с достаточной точностью за минимальное время. Для компрессора точность результатов может зависеть от учета особенностей геометрии проточной части (притрактные полости и отборы), однако это ведет за собой увеличение времени расчета. Важно понимать, как различные допущения влияют на рассчитанные характеристики турбомашин.

В данной работе проведено численное моделирование компрессора низкого давления, на основе которого построена его характеристика с разными вариантами допущений:

- без учета притрактных полостей и отбора воздуха за первой ступенью;
- с учетом только отбора за первой ступенью;
- с учетом полостей и отбора за первой ступенью.

Геометрия проточной части компрессора построена на основе рабочих чертежей компрессора.

Сеточная модель компрессора без учета отбора и полостей содержала 9 671 223 элемента, с учетом только отбора – 9 693 312 элементов, с учетом отбора и полостей – 29 667 021 элементов и имела следующие характеристики: $u+=1$, $ER=1,2$, $MR=2000$.

Постановка и расчет задачи был выполнен в программе NUMECA FINE™/TURBO в соответствии с рекомендациями [1]. Расчет проводился с использованием модели идеального газа со свойствами сухого воздуха. Модель турбулентности – Spalart-Allmaras. На входе задавались значения полного давления и полной температуры, на выходе – статическое давление. В процессе численного моделирования были посчитаны несколько точек с различным значением статического давления на выходе.

На рис. 1 и 2 приведена характеристика семиступенчатого компрессора низкого давления. Из анализа рисунков следует, что учет отбора за первой ступенью влияет на положение напорной ветви – она смещается вправо, максимальный расход увеличивается на 2,80 %, максимальная степень повышения давления уменьшается на 0,11 %, максимальный КПД увеличивается на 0,60 %. Учет отбора совместно с притрактными полостями влияет на положение напорной ветви аналогично и приводит к смещению вправо, но уже на меньшую величину таким образом, что максимальный расход увеличивается на 1,56 %, максимальная степень повышения давления уменьшается на 3,69 %, максимальный КПД уменьшается на 0,41 %.

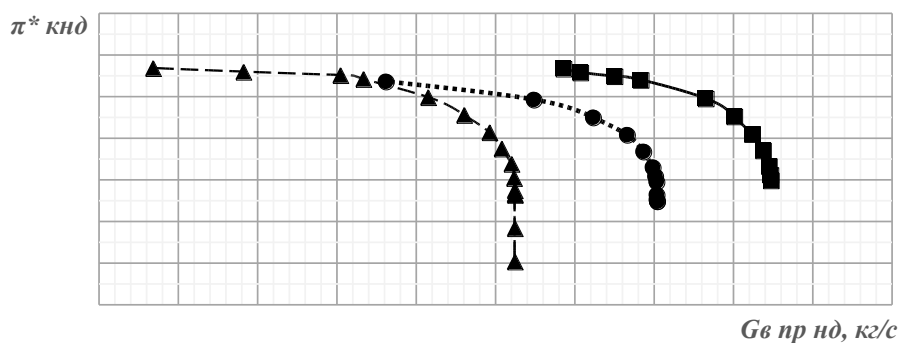


Рис. 1. График зависимости $\pi_{кнд}$ от $G_в$ для трех постановок расчета: 1 – без учета полостей и отбора; 2 – с учетом полостей и отбора; 3 – с учетом отбора

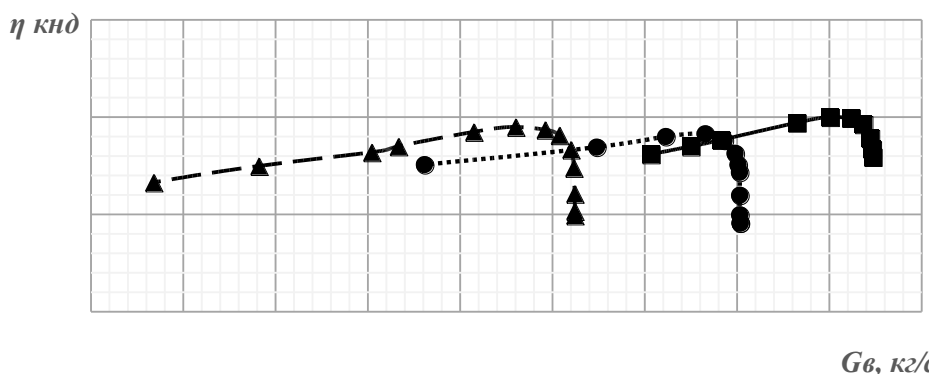


Рис. 2. График зависимости $\eta_{кнд}$ от $G_в$ для трех постановок расчета: 1 – без учета полостей и отбора; 2 – с учетом полостей и отбора; 3 – с учетом отбора

В результате работы были получены 3 напорные ветви характеристики компрессора низкого давления с учетом трех различных допущений, и проанализировано их влияние на положение напорной ветви характеристики компрессора. Полученные результаты соответствуют физическим представлениям об осевом компрессоре.

Работа выполнена при финансовой поддержке со стороны Минобрнауки России (номер проекта СП-5866.2021.1, «Цифровая система оптимизации формы и взаимного расположения лопаток осевых компрессоров газотурбинных двигателей для повышения эффективности их рабочего процесса»).

Библиографический список

1. Попов Г.М. Численное моделирование рабочего процесса и расчета характеристик вентилятора ГТД с помощью методов вычислительной газовой динамики [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Г.М. Попов, Е.С. Горячкин, Ю.Д. Смирнова, Батулин О.В. Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). Электрон. текстовые и граф. дан (11,4 Мбайт). Самара, 2014.