

Особенности применения расчетных методик для малорасходных ступеней центробежного компрессора при решении обратных задач и оценки в первом приближении.

Научный руководитель – Футин Виктор Александрович

Дямина Анастасия Александровна

Аспирант

Казанский национальный исследовательский государственный технический университет им. А.Н.Туполева, Институт авиации, наземного транспорта и энергетики, Кафедра реактивных двигателей и энергетических установок, Казань, Россия

E-mail: AnastasiaFM15@yandex.ru

Во многих исследованиях поднимается проблема определения геометрии и характеристик малорасходных колес центробежных компрессоров в первом приближении. При расчете параметров малорасходных ступеней мы сталкиваемся со следующими особенностями: увеличение влияния локальных потерь, которые необходимо учесть при расчете и определение оптимальной геометрии, что ограничивается инженерными коэффициентами [1].

Актуальным при реверсивном инжиниринге является решение обратных задач, в рамках которых появляется необходимость рассмотреть вычисляемые при линейном подходе параметры как константы [1,6]. При этом используется подход геометрического переноса и аналитического пересчета, при котором используются традиционные и валидированные методики [1,5,6,7].

Решение обратных задач проектирования и расчета центробежных компрессорных колес может быть рассмотрено по исходным данным, где известна часть геометрии – диаметр выхода колеса, но неизвестны частота вращения и относительная ширина рабочего колеса [2]. Полученные параметры подлежат дополнительной оценке при переносе геометрии с аналога или дополнительному пересчету по предоставленным данным.

При проведении обратного расчета газодинамических характеристик может выбираться автоматизированный подход [6]. Однако при создании геометрии в программах *CFTurbo* или для расчета в модулях *Ansys* необходимо знать достаточно точно: угол входа и выхода потока в относительном движении, расход газа, перепад на ступени. Зачастую такая информация не всегда есть, поэтому выбирается метод объединения двух подходов: первичный расчет основных параметров и перевод его результатов с моделированием и последующей валидацией [4,5,6]. Для малорасходных ступеней анализ в автоматизированных системах сопряжен с трудностями выстраивания расчетной геометрии и задания граничных условий в первом приближении, так как и говорилось ранее – возникает сложность с определением комплекса потерь и как следствие – сложности с получением характеристик ступени с последующей оценкой отклонения от исходных параметров. Для решения этого вопроса используются дополнительные математические модели [2].

Таким образом, использование линейных формул позволяет получить геометрию и характеристики ступени в первом приближении, рассмотреть ряд вариантов параметров работы колеса, а инженерные коэффициенты, определяемые из первичного расчета - оперативно перейти к построению трехмерной геометрии и получить данные о соответствии полученных результатов аналогу.

Источники и литература

- 1) Бекнев В. С., Куфтов А. Ф., Тумашев Р. З. Расчет и проектирование центробежных компрессоров ГТД: метод. указания. – М.: Изд-во МГТУ, 1996. – 44 с.
- 2) Иванов В. М., Кожухов Ю. В. Математическая модель напора малорасходных рабочих колес дожимных центробежных компрессоров тепловых электростанций // Новое в российской электроэнергетике. – 2019. – № 12. – С. 12–20.
- 3) Иванов В. М., Кожухов Ю. В. Повышение качества проектирования малорасходных ступеней центробежных компрессоров путем создания базы данных виртуальных рабочих колес по результатам CFD-моделирования // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. – 2021. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-kachestva-proektirovaniya-malorashodnyh-stupeney-tsentrobeznyh-kompressorov-putem-sozdaniiya-bazy-dannyh-virtualnyh>
- 4) Иванов В. М., Кожухов Ю. В., Данилишин А. М. Повышение качества проектирования малорасходных ступеней центробежных компрессоров за счет верификации и валидации расчетных CFD моделей // Известия Самарского научного центра РАН. – 2020. – № 6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-kachestva-proektirovaniya-malorashodnyh-stupeney-tsentrobeznyh-kompressorov-za-schet-verifikatsii-i-valitatsii>
- 5) Ржавин Ю. А., Емин О. Н., Карасев В. Н. Лопаточные машины двигателей летательных аппаратов: теория и расчет. – М.: МАИ-Принт, 2008.
- 6) Термогазодинамический расчет центробежных компрессоров: учеб. пособие / А. В. Палладий, С. Л. Фосс. – Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2007.
- 7) Шнепп В. Б. Конструкция и расчет центробежных компрессорных машин. – М.: Машиностроение, 1995. – 239 с. – ISBN 5-217-01196-3.
- 8) Штаничев Р. А., Яблоков А. М., Садовский Н. И. Верификации результатов численного моделирования малорасходной ступени центробежного компрессора с экспериментальными данными с помощью программных комплексов NUMECA Fine/Turbo и ANSYS CFX // Вестник МАХ. – 2021. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/verifikatsii-rezultatov-chislennogo-modelirovaniya-malorashodnoy-stupeni-tsentrobezhnogo-kompressora-s-eksperimentalnymi-dannymi-s>