

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АППАРАТА СПУТНОЙ ЗАКРУТКИ И ЕГО УЧЁТ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СОПРЯЖЁННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ТУРБИНЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Мельников С.А., Зубанов В.М., Попов Г.М., Матвеев В.Н
Самарский университет, г. Самара, m.serg98@mail.ru

Ключевые слова: охлаждаемая турбина, аппарат спутной закрутки, сопряжённое моделирование, рабочая лопатка.

Воздушная система газотурбинных двигателей состоит из множества каналов для транспортировки отбираемого в компрессоре воздуха к термически высоконагруженным деталям, в том числе и охлаждаемым лопаткам турбин, работающим в сложных температурных условиях. В связи с этим проектирование системы подвода охлаждающего воздуха к деталям высокотемпературной турбины, а именно рабочим лопаткам, является актуальной задачей при разработке воздушной системы ГТД [1].

Целью данной работы было проектирование системы подвода охлаждающего воздуха к рабочей лопатке по известным параметрам расхода и давления потока охлаждающего воздуха в заторможенном виде на входе в систему. Ключевым вопросом при проектировании системы подвода является эффективность работы аппарата закрутки [2], поэтому выбору геометрических параметров аппарата закрутки было отведено особое внимание. Был принят докритический перепад на аппарате закрутки, так как скорость потока в окружном направлении на выходе из аппарата закрутки должна быть равна скорости вращения диска на радиусе, на котором расположены отверстия, через которые воздух попадает из камеры смещения во внутрдисковый диффузор. Критерием эффективности спроектированного аппарата закрутки в таком случае являлась величина понижения температура потока охлаждающего воздуха в заторможенном виде в относительном движении. Распределение числа Маха на взлётном режиме работы проектируемого двигателя по межлопаточному каналу аппарата спутной закрутки представлено на рисунке 1.

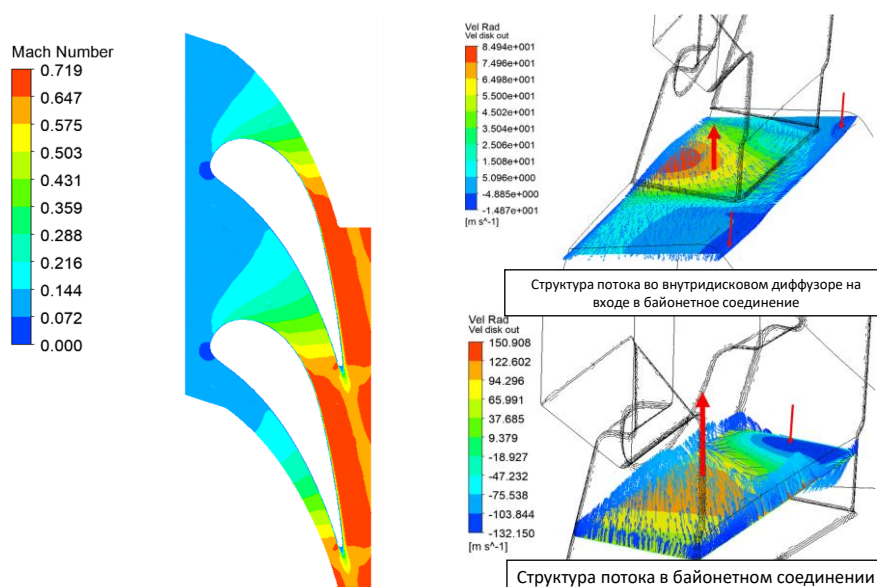


Рисунок 1 – Распределение числа маха в межлопаточном канале аппарата закрутки и структура потока во внутрдисковом диффузоре

На рисунке 2 представлена зависимость снижения температуры потока воздуха от угла закрутки потока в аппарате. Геометрические параметры камеры смещения и отверстий в покрывном диске были выбраны на основе рекомендаций, представленных в работе [3].

Была уточнена численная модель для выполнения сопряжённого расчёта рабочей лопатки. Структура потока во внутريدисковом диффузоре представлена на рисунке 1, ближе ко входу в байонетное соединение поле скоростей не равномерное.

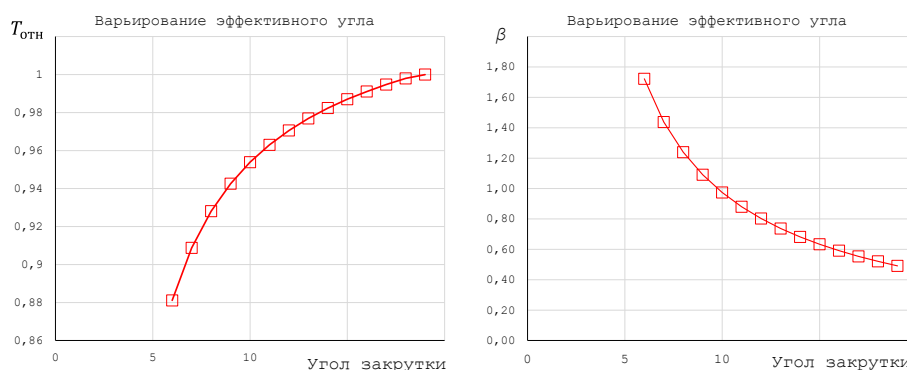


Рисунок 2 – Зависимость снижения температуры потока на аппарате спутной закрутки от перепада давления

Таким образом сформированы и обоснованы рекомендации по учёту системы подвода охлаждающего воздуха (проработка аппарата спутной закрутки, камеры смешения и внутريدискового диффузора) при создании расчётных моделей с целью получения теплового состояния рабочих лопаток турбин.

Список литературы

1. Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л. Газотурбинные двигатели // Пермь, 2006. 1204 с.
2. Диденко Р.А., Пиралишвили Ш.А., Виноградов К.А. Теория и расчет течения в системе подвода воздуха к рабочей лопатке турбины // Тепловые процессы в технике. 2020. Т. 12, № 7. С. 314-324.
3. Popp O., Zimmerman H., Kutz J. CFD Analysis of Coverplate receiver flow // J. of Turbomachinery, 1998. Vol. 120. P. 43-49.

Сведения об авторах

Мельников Сергей Александрович, аспирант кафедры теории двигателей летательных аппаратов. Область научных интересов: рабочий процесс охлаждаемых турбин.

Зубанов Василий Михайлович, к.т.н., доцент кафедры ТДЛА им. В.П. Лукачёва. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин, рабочие процессы ракетных двигателей.

Попов Григорий Михайлович, к.т.н., доцент кафедры ТДЛА им. В.П. Лукачёва. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

Матвеев Валерий Николаевич, д.т.н., профессор кафедры ТДЛА им. В.П. Лукачёва. Область научных интересов: рабочие процессы турбомашин и ГТД, проектирование и численное моделирование лопаточных машин.

DESIGN OF THE PRE-SWIRL NOZZLE AND ITS CONSIDERATION IN THE COUPLED SIMULATION OF THE HIGH-PRESSURE TURBINE'S WORKING PROCESS

Melnikov S.A., Zubanov V.M., Popov G.M., Matveev V.N.
Samara University, Samara, Russia, m.serg98@mail.ru

Keywords: cooled turbine, pre-swirl nozzle, CHT, rotor blade.

Recommendations for taking into account the cooling air supply system (design of pre-swirl nozzle, mixing chamber and intradisk diffuser) in creating CHT models to get the thermal state of turbine blades have been formed and substantiated.