

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Серкова Сергея Александровича

«Идентификация и устранение углового отрыва потока в лопаточных венцах при решении задач численного моделирования течения в осевых компрессорах ГТД», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.12 – Турбомашинны и комбинированные турбоустановки

Актуальность темы

Эффективность и надежность работы газотурбинной установки как транспортного, так и стационарного типа во многом зависит от качества проектирования ее осевого компрессора (ОК). Диссертационная работа Серкова С. А. посвящена совершенствованию лопаточного аппарата осевых компрессоров газотурбинных установок (ГТУ). В диссертационной работе представлен оригинальный подход к совершенствованию процесса проектирования проточной части осевого компрессора, основанный на способе идентификация углового отрыва потока в лопаточных венцах.

Таким образом, актуальность темы заключается в повышении эффективности работы ступеней ОК, улучшении характеристик осевого компрессора ГТУ в целом, сокращении сроков проектирования, доводки и модернизации проточной части ОК.

Научная новизна и практическая ценность работы

Новизну научных положений диссертационной работы составляют:

- полученные значения коэффициента для определения вихревой вязкости потока при CFD расчете, который обеспечивает наилучшее совпадение результатов CFD расчета с экспериментальными данными на различных режимах работы ОК;

- разработанные критерии для идентификации углового отрыва потока в межлопаточном канале ОК при решении задачи численного моделирования;
- разработанные критерии для определения размеров углового отрыва потока;
- предложенный способ определения условий работы венца на основе разработанных критериев идентификации углового отрыва;
- предложенный подход к параметрическому проектированию формы линии совмещения плоских профилей лопаточного венца ОК в тангенциальном направлении с помощью кривой Безье третьего порядка;
- разработанный критерий для выбора режима работы лопаточного венца, на котором должна проводиться оптимизация формы лопаточного аппарата с помощью тангенциального навала для достижения максимального эффекта.

Практическая ценность работы заключается в результатах, которые могут быть использованы в отрасли турбостроения:

- в CFD расчетах низкоскоростных ОК на режимах работы с наличием устойчивой вихревой структурой в потоке;
- при проектировании осевых компрессоров и решения задачи численного моделирования для различных режимов работы ОК с целью идентификации углового отрыва потока и определения его размеров с использованием разработанных критериев;
- при выборе режима для оптимизации лопаточного венца в целях повышения его аэродинамической эффективности во всем диапазоне режимов работы ОК.

Содержание диссертации

Структура диссертационной работы включает в себя введение, четыре главы, заключение, список сокращений и список литературы, приложения.

Во введении показана актуальность работы, ее научная новизна и практическая значимость, кратко сформулированы цели и задачи исследования, представлены положения, выносимые на защиту. В первой главе проведен анализ научно-технической информации, доступной в открытой литературе, по исследуемой теме и поставлены задачи исследования. Вторая глава посвящена обзору и решению задач численного моделирования течения в плоских решетках профилей, ступени и в

многоступенчатых ОК в целом, проводится сравнение результатов экспериментов и CFD моделирования, на основании которых проведена верификация разработанных численных моделей.

Установлены рекомендуемые параметры численной модели, при которых расчет ОК показывает хорошие результаты совпадения с экспериментальными данными. Выданы рекомендации по постановке численного исследования течения в компрессорных ступенях при решении CFD задач и их аэродинамической оптимизации.

В третьей главе представлены разработанные автором критерии идентификации углового отрыва потока в межлопаточном канале, а также результаты их использования при оптимизации лопаточных венцов ОК с помощью тангенциального навала. Приведен пример оптимизации низкоскоростного осевого компрессора с помощью разработанной топологии и критериев идентификации угловых отрывов потока.

В четвертой главе представлены результаты CFD расчета многоступенчатого ОК низкого давления газотурбинного двигателя (ГТД) модели ДН80Л1 и оптимизация лопаточного аппарата направляющего венца второй ступени с последующей проверкой результатов на натурном ОК. Представленные результаты натурных испытаний ГТУ показали эффективность разработанных мероприятий. Это позволяет с уверенностью сказать, что угловой отрыв, который был идентифицирован при CFD анализе работы КПД ГТД ДН80Л1 с помощью разработанных критериев, был косвенно установлен в результате испытаний.

В заключении приведены основные результаты и выводы по работе, сформулированные в 4 пунктах, из которых следует, что цель работы, заключающаяся в разработке критериев для идентификации углового отрыва потока в лопаточных венцах при решении задач численного моделирования течения в проточных частях осевых компрессоров ГТД и способа его устранения при проектировании новых и модернизации существующих конструкций достигнута.

В работе даны ссылки на авторов и источники, откуда соискатель заимствовал материалы или отдельные результаты при этом, стоит отметить, что список литературных источников охватывает широкий временной диапазон и включает в себя как отечественные, так и зарубежные ссылки.

Подводя итог рассмотрению диссертации Серкова Сергея Александровича можно считать, что она является законченной научно-квалификационной работой.

Публикации основных результатов диссертации в научной печати, соответствие содержания автореферата ее основным положениям и реализация результатов работы

Основные положения диссертации достаточно полно опубликованы в 10 печатных работах, в том числе 5 в изданиях, рекомендованных ВАК и 1 работа в журнале из списка Scopus.

Материалы диссертации докладывались на конференциях различного уровня, в том числе на LXV научно-технической сессии РАН по проблемам газовых турбин «Исследование, разработка и реализация научных достижений в области газовых турбин в российской экономике» и на всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Новые решения и технологии в газотурбостроении», посвященной 85-летию юбилею ЦИАМ.

Автореферат диссертации полностью соответствует основным положениям диссертации, разослан в соответствии с установленными «Положением о порядке присуждения ученых степеней» сроками.

Отдельные результаты работы приняты ПАО «Газпром трансгаз Ухта» при выработке рекомендации по оптимизации направляющего аппарата второй ступени двигателя ДН80Л1.

Замечания и вопросы по работе

- Необходимо пояснить, почему результаты исследования течения в низкоскоростном осевом компрессоре могут быть достоверными при исследовании течения в компрессорах с более высокими дозвуковыми числами Маха чем 0.2?

- Необходимо обосновать актуальны ли результаты, полученные при верификации течения в осевом компрессоре на низкорейнольдсовой модели турбулентности SST, для высокорейнольдсовой модели турбулентности k-ε?

- В работе показано, что при оптимизации компрессора низкого давления изменился массовый расход воздуха в сторону увеличения. Почему не показано данное изменение на расходно-напорной характеристике компрессора?

Заключение

Основываясь на проведенном анализе представленных материалов, можно считать, что диссертация Серкова Сергея Александровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по идентификации и устранению углового отрыва потока в лопаточных венцах при решении задач численного моделирования течения в осевых компрессорах ГТД, что имеет важное значение для развития отечественного газотурбостроения.

Материал диссертации изложен логически последовательно, хорошим техническим языком, хотя и не лишен опечаток. Приведённые замечания не снижают общей научной и практической ценности работы и соответствуют современным тенденциям турбостроения.

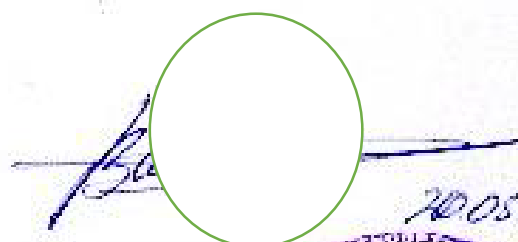

На основании всего отмеченного считаю, что диссертационная работа «Идентификация и устранение углового отрыва потока в лопаточных венцах при решении задач численного моделирования течения в осевых компрессорах ГТД» полностью соответствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней» ВАК п. 9, а ее автор Серков Сергей

Александрович заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.12. -«Турбомашины и комбинированные турбоустановки».

Официальный оппонент, научный
руководитель кафедры
«Турбины, гидромашины и
авиационные двигатели»
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого»,
доктор технических наук, профессор.
(05.04.12 – Турбомашины и
комбинированные турбоустановки),
195251, Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, 29

e-mail turbo@pef.sphstu.ru

тел.: +7 (812) 297-16-16


20.05.19
Рассохин
Виктор Александрович

Подпись _____
удостоверен
Ведущий специалист
по кадрам _____
20, 05 2019 г.