

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора

Ремизова Александра Евгеньевича

на диссертационную работу Новиковой Юлии Дмитриевны

«Метод проектного расчёта пневматического тормозного устройства для испытаний авиационных турбовальных двигателей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов в диссертационный совет Д 24.2.379.10 созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва"

Актуальность темы исследования

В настоящее время весьма остро стоит задача создания отечественных газотурбинных двигателей со свободной турбиной в очень широком диапазоне по развиваемой мощности (от десятков киловатт до десятков мегаватт) и в самой разнообразной области применения от авиации до кораблей и энергетики. При этом отдельной крайне важной задачей является конвертация авиационных ГТД в корабельные и энергетические ГТУ. Решение этих задач требует проведения большого количества разнообразных испытаний, которые невозможно осуществить без специального загрузочного устройства, обеспечивающего режим работы свободной турбины. Диссертационная работа Новиковой Ю.Д. посвящена разработке метода проектного расчёта одного из типов таких загрузочных устройств, а именно пневматического тормозного устройства на базе авиационного компрессора. Методы проектирования авиационных осевых компрессоров не могут быть на прямую перенесены на проектирование пневматического загрузочного (тормозного) устройства без учёта особенностей его работы на испытательном стенде совместно со свободной турбиной ГТД, которая спроектирована для работы в составе ГТД или ГТУ без учёта параметров и характеристик загрузочного устройства. Тема исследования Новиковой Ю.Д. является актуальной, потому что позволяет находить эффективные подходы к решению сложной технической задачи создания испытательной базы для ГТД со свободной турбиной.

Входящий № 206-8629
Дата 18 НОЯ 2024
Самарский университет

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка использованной в работе литературы. Содержание и структура диссертации в полной мере соответствует автореферату.

Во введении приведена краткая характеристика работы, обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, практическая значимость исследований и сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен сравнительный анализ загрузочных устройств электрического, гидравлического и пневматического типов и сформулированы основные требования, предъявляемые к загрузочным устройствам. Результаты сделанного анализа доказывают целесообразность применения пневмотормоза на основе осевого компрессора с отработавшего лётный ресурс авиационного двигателя. Установлены наиболее эффективные способы модификации базового компрессора и пути совершенствования численных моделей при проектировании пневмотормоза.

Во второй главе представлено описание инструментария для решения задачи определения границ рабочей области проектируемого пневматического тормозного устройства, который предлагается формировать из двух составляющих. Первая часть состоит из рекомендаций по назначению параметров сеток конечно - элементных моделей пневмотормоза, которые позволяют сократить время расчёта границ рабочей области с нескольких суток до нескольких часов. Естественно, что предлагаемое закругление сетки приводит к необходимости реализации второй части в виде корректировки положения границ работы пневмотормоза по результатам сопоставления границ, полученных для базового компрессора в результате расчёта и эксперимента. При этом важно отметить, что корректировка положения границ пневмотормоза не выходит за пределы малых отклонений, что обеспечивает повышение точности расчётной характеристики без качественного изменения её протекания.

В третьей главе представлена реализация разработанного и описанного во второй главе инструментария для определения границ рабочей области для восьми различных модификаций пневмотормоза на основе единой базовой (исходной) конструкции многоступенчатого осевого компрессора. Модификация за счёт добавления к базовому компрессору одной или двух ступеней позволила увеличить тормозную мощность на 30%, но при этом привела к снижению на 10 % запасов газодинамической устойчивости, которую удалось восстановить за счёт меридионального поджатия проточной части (третья модификация). Пять

модификаций базового компрессора за счёт введения подрезки лопаток по высоте и отбора воздуха из промежуточных ступеней привели к снижению тормозной мощности на 50%, при этом подрезка ступеней сопровождается сужением рабочей области по тормозной мощности, а отбор воздуха сопровождается её расширением.

В четвертой главе на основании материалов, изложенных во второй и третьей главах сформулирован способ выбора существующей конструкции базового многоступенчатого осевого компрессора для создания на его основе пневматического тормозного устройства для испытаний ГТД со свободной турбиной с известной мощностной характеристикой. Предлагаемый способ включает в себя два этапа. На первом этапе сравнивается расчётная рабочая область выбранного базового компрессора с полем дроссельной характеристики свободной турбины ГТД и при необходимости выбирается нужная модификация базового компрессора для проектирования пневмотормоза. На втором этапе создаётся численная модель (на основе рекомендаций, изложенных в главе 2) подобранной конфигурации пневмотормоза и выполняется поверочный расчёт для подтверждения результатов первого этапа. В заключительной части главы приведены результаты апробации сформированного способа выбора базового компрессора для тормозного устройства, обеспечивающего испытания различных модификаций ГТД со свободной турбиной в диапазоне мощностей от 25 МВт до 32 МВт.

Таким образом, по структуре диссертация является строго логически выстроенной оригинальной работой, а по содержанию завершённой научной работой на актуальную тему.

Научная новизна полученных результатов

В диссертации Новиковой Ю.Д. получены новые, имеющие высокую научную ценность результаты, к которым следует отнести: во-первых, рекомендации по формированию конечно - элементных сеток моделей течения воздуха в проточной части пневмотормоза, позволяющие определить границы рабочей области с приемлемыми точностью и временем расчёта; во-вторых, количественные закономерности смещения границ рабочей области пневматического тормоза в зависимости от типа модификации его базовой конструкции.

Достоверность результатов исследования

Достоверность полученных в диссертации Новиковой Ю.Д. результатов обеспечивается использованием сертифицированного комплекса программного обеспечения "NUMECA Fine/Turbo", используемого при проектировании

лопаточных машин различного назначения, использованием в эксперименте аттестованного стендового и измерительного оборудования, а также хорошим совпадением результатов расчёта характеристик базового компрессора с экспериментальными данными по этому компрессору. Основные результаты обсуждены на научно - технических конференциях высокого уровня и опубликованы в ведущих рецензируемых журналах из Перечня ВАК и приравненных к ним зарубежных изданиях.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость диссертационной работы Новиковой Ю.Д. состоит в доказательстве необходимости адаптации методов проектирования осевых многоступенчатых компрессоров к проектированию пневматических загрузочных устройств для испытаний ГТД со свободной турбиной и в разработке метода проектного расчёта стендового пневмотормоза. Практическая значимость результатов работы состоит в разработке алгоритма формирования конфигурации пневмотормоза на базе осевого многоступенчатого компрессора, обеспечивающего минимизацию временных и финансовых затрат на создание пневмотормоза.

Замечания по диссертационной работе

1. Замечания по оформлению диссертации:

- Отсутствует перечень используемых в диссертации обозначений, сокращений, символов и индексов, что затрудняет чтение диссертации, так как по тексту не все используемые обозначения сопровождаются расшифровкой и пояснениями;
- имеются претензии к оформлению некоторых рисунков: не выдержан единый стиль оформления рисунков по условным обозначениям, встречаются надписи на поле рисунка на разных языках, часть рисунков страдает излишней схематичностью.

2. Замечания по содержанию диссертации:

- при выборе в качестве базового компрессора для пневмотормоза перспективного КНД двигателя ПАО "ОДК - Кузнецов" (раздел 2.1) не рассматриваются альтернативные варианты. Более того, выбор любого перспективного компрессора методологически вступает в противоречие с разделом 1.3 в части оценки стоимостных показателей пневмотормоза;
- при формировании границ рабочей области пневмотормоза (рис. 2.6 и 2.7) отсутствует объяснение правомочности линейной аппроксимации границ срыва и запираания;

- напорные ветки характеристик для высоких приведенных оборотов большинства осевых многоступенчатых компрессоров не имеют максимума по мощности (или он настолько слабо выражен, что найти его проблематично). Нет рекомендации по построению границы рабочей области пневмотормоза в этом случае;
- при установке дополнительных ступеней в модифицируемый компрессор из состава базового компрессора необходимо провести анализ их напряжённо-деформируемого состояния в новых условиях по температуре и давлению и учесть это обстоятельство в разработанной методике (рис. 4.1);
- подрезка лопаток на 30% и 45% приводит к радикальному изменению всей конструкции компрессора (ротор, статор, опоры), поэтому, при таких подрезках лопаток теряет смысл использования существующего компрессора вместо вновь проектируемого;
- на втором шаге методики выбора базового компрессора для пневмотормоза при оценке запасов газодинамической устойчивости следовало бы предусмотреть оценку влияния регулируемого ВНА как одного из факторов расширения поля характеристики по мощности и крутящему моменту.

3. Замечание по выводам:

- выводы по диссертационной работе № 2, 3, 4 и 5 формально соответствуют четырём сформулированным задачам диссертации, но не содержат ни одного количественного результата, полученного в работе при решении этих задач.

Замечания в целом не оказывают существенного влияния на общее положительное впечатление от диссертационной работы и могут быть учтены при дальнейших работах по этой тематике.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней.

Считаю, что диссертация Новиковой Юлии Дмитриевны «Метод проектного расчёта пневматического тормозного устройства для испытаний авиационных турбовальных двигателей» на соискание ученой степени кандидата технических наук является законченной научно-квалификационной работой. Автором получены результаты, обладающие признаками научной новизны. Опубликовано значительное количество работ в авторитетных изданиях в которых раскрыты все основные положения и результаты диссертационной работы. Текст автореферата полностью соответствует тексту диссертации.

Диссертация Новиковой Юлии Дмитриевны «Метод проектного расчёта пневматического тормозного устройства для испытаний авиационных турбовальных

двигателей» соответствует всем требованиям положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Новикова Юлия Дмитриевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный
авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева», заведующий
кафедрой "Авиационные двигатели"

«13» ноября 2024 г.



Ремизов Александр Евгеньевич

Почтовый адрес: 152934 г. Рыбинск, Ярославская обл., ул. Пушкина, 53
Телефон: 910-819-88-12
E-Mail: ad@rsatu.ru

Подпись Ремизова Александра Евгеньевича заверяю:

Проректор по науке и
цифровой трансформации
РГАТУ имени П.А. Соловьёва



А.Н. Сутягин