



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ
АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)
(МГТУ ГА)

Кронштадтский б-р, д. 20, Москва, 125993
Тел. (499) 459-07-07, факс (499) 457-12-01
e-mail: info@mstuca.aero

Денисову Евгению Сергеевичу
Корпус №5, ул. Карла Маркса,
31, Казань, Респ. Татарстан,
420111

20.11.2019 № 16/14

На № _____ от _____

Отзыв на автореферат докторской
диссертации

Уважаемый Евгений Сергеевич!

Направляю отзыв (в двух экземплярах) на автореферат докторской диссертации Виноградова Василия Юрьевича на тему «Аэроакустическая картография на срезе сопла как метод неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке».

Проректор по НИИ МГТУ ГА
д.т.н., профессор



с уважением,

В.В. Воробьев

В диссертационный Совет Д 212.079.09

Ученому секретарю к.т.н., Денисову Е.С.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Виноградова Василия Юрьевича на тему:
«Аэроакустическая картография на срезе сопла как метод неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Актуальность. Диссертационная работа Виноградова В.Ю. посвящена актуальной и имеющей большое научное и практическое значение. Это улучшение метрологических, технико-экономических и экологических характеристик, а также расширение функциональных возможностей систем неразрушающего контроля технического состояния рабочих лопаток турбомашин, основанного на создании и развитии теории и техники аэроакустической картографии. Данный метод неразрушающего контроля, реализуемый на срезе сопла турбомашин, включает использование акустозлектрического и газодинамического контроля при комплексном подходе с применением волоконнооптических способов. Такой подход может позволить, в отличие от существующих методов, локализовать дефектные лопатки в пространстве турбомашин и определить типы их дефектов, что является новым направлением.

Разработанные автором научные основы по созданию теории и техники аэроакустической картографии, разработке ее методов и средств, технологий контроля и диагностики для оперативного мониторинга технического состояния рабочих лопаток проточной части турбомашин на срезе сопла в условиях необходимости определения дефектов на ранней стадии их формирования, а также адекватность физической и математической моделей объекта, не вызывают сомнения. Это подтверждается основными результатами, определяющими практическую ценность работы и внедрением их на промышленных предприятиях.

Научная новизна работы Виноградова В.Ю. состоит в исследовании и разработке теории, техники и технологий аэроакустической картографии для создания систем неразрушающего контроля технического состояния рабочих лопаток турбомашин на основе внешнего формирования в проточной части турбомшины зондирующего газо-воздушного потока, обеспечивающего ее холодную прокрутку, характерной чертой которого является ламинарность; оценка изменения параметров ламинарного зондирующего газовойоздушного потока, прошедшего проточную часть турбомшины, на срезе и по периферии ее сопла с раздельным или комплексным использованием акустоэлектрических, газодинамических и волоконнооптических методов контроля; принятие решения о наличии дефектных рабочих лопаток с определением их пространственной локализации и типов дефектов; картографическая визуализация полученной информации в одномерном (1D), двумерном (2D) и трехмерном (3D) форматах по пространству турбомшины с указанием на предполагаемый тип дефекта. Это подтверждается полученными расчетными и экспериментальными данными, характеризующими их эффективность.

Автором впервые теоретически и экспериментально показан отклик акустических характеристик газового потока на изменение геометрии проточной части и критерии их оценки. Разработана эмпирическая формула шума генерируемого дефектом проточной части турбомшины в виде 1D-формата представления данных измерений. С увеличением масштаба дефекта возрастают градиенты скоростей, что приводит к увеличению турбулентных пульсаций скорости, и, согласно аэроакустической теории Дж. Лайтхилла, к росту аэродинамического шума. Коэффициент надежности акустоэлектрического метода 0,95.

В работе Виноградова В.Ю. развиты методы и средства аэроакустической диагностики на основе применения алгоритмов размещения датчиков и восстановления акустического или газодинамических полей на срезе сопла турбомашин.

Разработаны принципы построения комплексных систем аэроакустической картографии, дополненных методами и средствами измерений газодинамических

параметров потока проточной части на срезе сопла турбомашин, направленных на повышение информативности и уровня алгоритмизации неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток и обеспечивающих получение данных в условиях параметрической и структурной неопределенности газо-воздушного потока как по контролируемым внутренним сечениям проточной части, так и по выходному сечению на срезе турбомашин в виде 2D-формата представления данных измерений.

В работе приведены варианты диагностических устройств, которые служат основой для разработанной системы аэроакустической картографии на срезе сопла, как метод неразрушающего контроля рабочих лопаток проточной части турбомашин при холодном пуске при 1D-, 2D- и 3D-форматах представления данных измерений для различных технологических промышленных применений, что свидетельствует о расширении его функциональных возможностей.

Результаты работы реализованы путем внедрения комплексной системы аэроакустической картографии как совокупности акустического, газодинамического и волоконно-оптического методов контроля и диагностики, а также отдельных программно-аппаратных средств, использующих преимущества волоконно-оптических датчиков точечного, квазираспределенного и распределенного типов в системе контроля, для улучшения метрологических, технико-экономических и экологических характеристик, а также расширения функциональных возможностей систем неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин на основе аэроакустической картографии применяемой в промышленности, в научных исследованиях и учебном процессе.

Это характеризует системный подход Виноградова В.Ю. к решению проблемы, поставленной в работе.

Новизна и значимость технических решений подтверждена 13-ю патентами РФ на изобретения, 21-ой статьями ВАК и шестью статьями в изданиях цитируемых в базах данных Scopus и Web of Science. К несомненным достоинствам работы относится то, что основные научные результаты нашли практическую реализацию в ряде работ на предприятиях: СТБ «Техсервис» (г. Москва); ОАО КПП «Авиамотор», ООО «Паритет» (г. Казань); ООО «Меркадо»; ООО ЦДС «Автопомощь» (г. Набережные Челны). Результаты исследований использовались в рамках выполнения

госбюджетных НИР по программам Минобразования РСФСР и Минобрнауки РФ с 1995 г. по настоящее время. Результаты внедрения подтверждены актами.

Достоверность полученных результатов работы определяется применением известных теоретических положений фундаментальных наук, корректностью используемых моделей и их адекватностью реальным физическим процессам в разработке аэроакустической диагностики технического состояния рабочих лопаток турбомашин, на опыте внедрения и использования полученных научно-технических результатов, совпадением теоретических результатов с данными экспериментов и результатами, полученными другими исследователями.

Замечания по работе:

1. На мой взгляд работа перегружена количеством глав (7 глав). Достаточно было автору сформировать 5 глав.
2. Из автореферата не совсем ясно – возможно ли применение метода аэроакустической картографии не только на срезе сопла турбомашин (газогенератора).
3. Судя по тексту автореферата, автор вольно интерпретирует и излагает основной текст диссертации. Так на стр.17 утверждается, что «...на сегодняшний день существует недостаточно средств сканирования для реализации акустического метода неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток проточной части турбомашин, контролируемых на срезе сопла при холодной прокрутке...», при этом не раскрыта роль акустико-эмиссионного метода; на стр. 18 автореферата делается заключение что «...математическая модель позволяет определить и место дефекта...», с чем сложно согласиться.

Представленные замечания не снижают общей ценности и научной значимости, представленных в докторской диссертации результатов, их новизны и достоверности.

Результатом докторской диссертационной работы Виноградова В.Ю. является решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение и заключающейся в создании теории и техники аэроакустической картографии, разработке ее методов и средств, технологий контроля и диагностики для оперативного мониторинга технического состояния рабочих лопаток проточной

части турбомашин на срезе сопла в условиях необходимости определения дефектов на ранней стадии их развития.

В целом, диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». По своему содержанию, полученным научным и практическим результатам работа соответствует критериям «Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор **Виноградов Василий Юрьевич** заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальностям: 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и 05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Декан механического факультета ФГБОУ ВО "Московский государственный технический университет гражданской авиации", д.т.н., профессор,
зав. кафедрой «Двигатели летательных аппаратов»



Машошин Олег Федорович

125993, г. Москва, Кронштадтский бульвар, 20

Тел. +7 (499) 459-07-08

Эл. почта: o.mashoshin@mstuca.aero

Подпись проф. **Воробьева В.В.** удостоверяю:

Проректор по научной работе и инновациям,

д.т.н., проф.



Воробьев Вадим Вадимович