

## ОТЗЫВ

научного консультанта, д.т.н., профессора Анфиногенова Владимира Ивановича о диссертационной работе Виноградова Василия Юрьевича «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»

### Постановка и актуальность научной проблемы.

Диссертационная работа Виноградова Василия Юрьевича посвящена решению важной научно-технической проблемы улучшения метрологических, технико-экономических и экологических характеристик, а также расширения функциональных возможностей систем неразрушающего контроля технического состояния рабочих лопаток турбомашин. В работе представлены создание и развитие теории и техники аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля на срезе сопла турбомашин с использованием акустоэлектрических и газодинамических методов контроля и комплексного подхода с применением волоконно-оптических методов, позволяющих, в отличие от существующих, локализовать дефектные лопатки в пространстве турбомашин и определить типы их дефектов.

### Научные результаты исследования.

В результате исследований, проведенных в диссертации, создана и развита теория и техника аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля на срезе сопла турбомашин с использованием акустоэлектрических и газодинамических методов контроля и комплексного подхода с применением волоконно-оптических методов, позволяющих, в отличие от существующих, локализовать дефектные лопатки в пространстве турбомашин и определить типы их дефектов.

- Определены основы положения теории аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин. Развита теория аэроакустической диагностики основанная на контроле параметров газо-воздушного потока на срезе сопла; разработан метод акустической диагностики, обеспечивающий контроль параметров потока по периферии среза сопла; изучено влияние параметров преобразования на акустический спектр выходного газо-воздушного потока; получено соотношение определяющая их взаимосвязь с местом дефектной лопатки и типом дефекта.

-Разработана математическая модель эталонного зондирующего газо-воздушного потока при холодной прокрутке. Минимизирована погрешность определения параметров по прогнозированию работы динамической системы проточной части турбомашин по ее выходному потоку, по окружности, по сечению среза сопла, для определения местоположения дефектных лопаток и типа дефекта.

- Определены принципы построения систем аэроакустической картографии на основе разработки и создания акустоэлектрических способов, средств измерений и подходов, учитывающих особенности систем контроля состояния рабочих лопаток на срезе сопла, с выработкой практических рекомендаций по формированию зондирующих газо-воздушных потоков с требуемыми характеристиками по расходу и скорости, для достоверности теоретических результатов, полученных методом сравнения с экспериментальными результатами на реальных турбомашинах с внесением в структуру их проточной части заведомо дефектных лопаток с известным типом дефекта.

- Разработаны принципы построения комплексных систем аэроакустической картографии, дополненные методами и средствами измерений газодинамических параметров потока на срезе сопла турбомашин, направленные на повышение информативности и уровня алгоритмизации неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток и обеспечивающие 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 сопла турбомашин. На основании этого построена математическая модель взаимодействия шума дефектной лопатки проточной части турбомашин с параметром неравномерности, позволяющая по измеренным спектрам звукового давления на срезе сопла выдать предварительный анализ технического состояния каждой дефектной лопатки.

- Разработаны требования к построению единого поля комплексированных волоконно-оптических датчиков для реализации комплексных систем аэроакустической картографии, дополненные методами и средствами измерений газодинамических параметров потока в проточной части и на срезе сопла турбомашин, с учетом необходимости использования в них универсальных типов датчиков, объединенных в группы.

- Определены принципы размещения датчиков (координат точек) контроля. Разработаны алгоритмы восстановления оптико-акустических параметров пространственного распределения поля по измерениям в дискретной совокупности точек и при этом решены частные модельные задачи для определения погрешности. Предложена структура аэроакустического комплекса в виде системы автоматического контроля параметров газо-воздушного потока на срезе сопла турбомашин в виде различных по форме измерительных линий контроля в зависимости от формы контролируемых объектов.

#### Личностная характеристика Виноградова В.Ю.

Диссертант окончил Казанский авиационный институт имени А.Н. Туполева (КАИ), радиотехнический факультет по специальности «Радиоэлектронные устройства» с присвоением квалификации радиоинженер. Окончил аспирантуру с защитой кандидатской диссертации по специальности «05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов». К работе над материалами докторской диссертации Виноградов В.Ю. приступил в 2000 году, а исследованиями в области волоконно-оптических технологий начал заниматься с 2012 г.

Постоянно и эффективно занимался научной работой, был активным исполнителем целого ряда научных проектов, грантов и программ. Им

опубликовано более 140 научных работ, В том числе, по материалам диссертации опубликованы одна монография и 41 работа в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК, в том числе 10 статей в журналах по специальности 05.11.13, пять статей по специальности 05.11.07, получено 13 авторских свидетельств СССР и патентов РФ, шесть статей, в изданиях, цитируемых в базах данных Scopus и Web of Science, семь статей в журналах по смежным специальностям ВАК. Кроме того, автором опубликовано 67 работ в реферируемых трудах и сборниках докладов международных и всероссийских симпозиумов и конференций. Автор имеет семь единоличных публикаций.

Научную работу в качестве старшего научного сотрудника в научно-исследовательском институте прикладной электродинамики, фотоники и живых систем всегда успешно сочетал с преподавательской деятельностью, работая доцентом кафедры материаловедения сварки и производственной безопасности. Он читает лекции по специальным дисциплинам: «Надежность технических систем и техногенный риск», «Диагностика и обеспечение безопасности технологических процессов и оборудования», для студентов КНИТУ-КАИ.

При выполнении диссертационной работы Виноградов В.Ю. проявил себя целеустремленным, добросовестным, сформировавшимся ученым, способным самостоятельно решать актуальные научные проблемы и пользующимся большим авторитетом у коллег и студентов.

#### Заключение.

Считаю, что диссертация Виноградова Василия Юрьевича, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение - создание теории аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля рабочих лопаток проточной части турбомашин, позволяющей выявлять неисправности на ранней стадии их развития на срезе сопла по точкам, по площади и по объему, в условиях эксплуатации и в масштабе реального времени и повышающей безопасность работ турбомашин в условиях аэродромного базирования и представляет целостное законченное исследование, обладающее несомненной научной новизной, теоретической и практической ценностью, и соответствует критериям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к научно-квалификационным работам, представляемым на соискание ученой степени доктора наук.

Диссертант является сформировавшимся ученым и заслуживает присвоения ему 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».

Научный консультант,  
доктор технических наук, профессор кафедры  
«Специальной математики» ФГБОУ ВО «Казанский  
национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»

Анфиногентов В.И.

