



Казанский авиационный завод  
им. С.П. Горбунова -  
филиал ПАО «Туполев»

Ученому секретарю  
Диссертационного Совета  
Д 212.079.09  
ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ»  
к.т.н.

Денисову Е.С.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Виноградова Василия Юрьевича, выполненной на тему «Аэроакустическая картография на срезе сопла как метод неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин при их холодной прокрутке» на соискание ученой степени кандидата 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»

Диссертация Виноградова Василия Юрьевича посвящена разработке нового класса неразрушающих методов контроля состояния рабочих лопаток турбомашин, а именно 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, основанного на создании и развитии теории и техники аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля, реализуемого на срезе сопла турбомашин, с использованием акустоэлектрических и газодинамических методов контроля, а также комплексного подхода с применением волоконно оптических методов, позволяющего в отличие от существующих локализовать дефектные лопатки в пространстве турбомашин и определить типы их дефектов.

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.

Научная новизна работы Виноградова В.Ю. состоит в том, что:

1) Развита теория аэроакустической диагностики технического состояния рабочих лопаток турбомашин, основанная на контроле акустических

холодной прокрутке; разработан метод акустоэлектронной диагностики для реализации указанного вида контроля; изучено влияние параметров преобразования характеристик газо-воздушного потока в проточной части турбомашин на характеристики акустического спектра выходного газо-воздушного потока на срезе сопла и получены соотношения, определяющие их взаимосвязь с наличием дефектной лопатки и типом дефекта.

2) Определены основные положения теории аэроакустической картографии как метода неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток турбомашин на срезе ее сопла и при ее холодной прокрутке.

3) Разработаны требования к формированию и математическая модель эталонного ламинарного газо-воздушного потока, зондирующего проточную часть турбомашин при их холодной прокрутке.

4) 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; для определения достоверности теоретических результатов, выполнено их сравнение с экспериментальными результатами, полученными на реальных турбомашинах с внесением в структуру их проточной части заведомо дефектных лопаток с известным типом дефекта; разработаны алгоритмы картографической визуализации дефектных лопаток по пространству турбомашин в одномерном формате.

5) Определены принципы построения систем аэроакустической картографии на основе акустоэлектрических методов и средств, дополненных методами и средствами измерений газодинамических параметров потока на срезе сопла турбомашин; достигнуто повышение информативности и уровня алгоритмизации неразрушающего контроля состояния рабочих лопаток, обеспечивающего 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; разработана математическая модель взаимосвязи уровня акустического шума дефектной лопатки проточной части турбомашин с параметром неравномерности статического давления, позволяющая по измеренным спектрам звукового давления на срезе сопла показать, как изменяется газодинамический параметр; разработаны алгоритмы картографической визуализации дефектных лопаток по пространству турбомашин в двумерном формате.

6) Определены принципы построения систем аэроакустической картографии на основе комплексного подхода с использованием волоконно-оптических методов измерений; разработаны требования к построению единого поля комплексированных и мультиплексированных в пассивную оптическую сенсорную сеть волоконно-оптических датчиков для реализации комплексных систем аэроакустической картографии, дополняющих и реализующих акустоэлектрические и газодинамические методы, методами и средствами волоконно-оптических измерений параметров газо-воздушного потока в проточной части и на срезе сопла турбомашин с учетом необходимости использования универсальных типов датчиков, объединенных в группы по виду параметров и вариантам их опроса; разработаны алгоритмы


картографической визуализации дефектных лопаток по пространству турбомашин в трехмерном формате.

7) Определены принципы размещения датчиков контроля; разработаны алгоритмы восстановления пространственного распределения акустического и газодинамического поля по измерениям в дискретной или квазираспределенной совокупности точек. Предложены структуры комплексов аэроакустической картографии в виде системы автоматического контроля параметров газо-воздушного потока на срезе сопла турбомашин с использованием различных по форме измерительных линий волоконно-оптического контроля в зависимости от формы контролируемых объектов и требований к параметрам контроля.

Приведенные в диссертационной работе результаты позволяют сделать вывод о том, что предложенная автором новая 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, позволяет, в отличие от существующих, локализовать дефектные лопатки в пространстве турбомашин и определить типы их дефектов.

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».

Директор КБ КЦ  
КАЗ им. С.П. Горбунова –  
филиал ПАО «Туполев», к.т.н.



Б.И. Найшулер

Подпись заверена *Заместитель директора  
по персоналу КАЗ им. С.П. Горбунова  
- филиал ПАО «Туполев»*

