

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента, доктора технических наук**

**Науменко Александра Петровича**

на диссертационную работу

Саубанова Оскара Маратовича на тему «Совершенствование удаленной диагностики газоперекачивающих агрегатов на базе штатного оборудования»,  
представленной

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.8.5. (25.00.19) – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и  
хранилищ»

### **1. Актуальность выбранной темы**

Площадные объекты трубопроводного транспорта газа является неотъемлемой частью топливно-энергетического комплекса и требует применения современных инновационных технологий управления основными фондами с решением общих технических и производственных задач, включая задачи повышения уровня надёжности и безопасности основного и вспомогательного технологического оборудования.

Насущным остается проблема обеспечения требуемого уровня надежности газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций, большая часть из которых (свыше 60%) выработали назначенный заводской ресурс. Ни у кого не вызывает сомнения, что эксплуатация ГПА сверх нормативного ресурса сопровождается низкой эффективностью работы и высокой вероятностью внезапных отказов с разрушением. Как показали данные статистики изменения показателей надежности ГПА в диссертационной работе соискателя, повышение загрузки и увеличение годовой наработки ГПА, выработавших ресурс, приводит к учащению числа аварийных остановов с последующей потерей работоспособности и дорогостоящим ремонтом. В связи с этим исследования, связанные с повышением надёжности оборудования и поиском новых эффективных способов оценки текущего технического состояния ГПА, являются актуальными.

Диссертация Саубанова О.М. направлена на разработку методов и средств повышения надежности газотурбинных приводных двигателей (ГТД) и центробежных компрессоров (ЦБК) в составе ГПА. Таким образом, актуальность диссертационной работы, направленной на исследование, разработку и внедрение систем вибрационного мониторинга и диагностики ГПА в режиме реального времени, сомнения не вызывает.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, обоснованы применением методов вибрационного диагностирования, теории колебаний роторных машин, базирующихся на положениях спектрально-корреляционного анализа данных и вероятно-статистических методов принятий решений, с использованием экспериментальных методов исследования и разносторонней апробацией.

## **3. Значимость полученных результатов для науки и практики**

Применение результатов выполненной работы рекомендуется на предприятиях, эксплуатирующих газотурбинные приводные двигатели судового и авиационного типов, а также центробежных компрессоров в составе ГПА.

Результаты научных исследований применимы для диагностирования узлов нагнетательного оборудования, а именно для организации удаленного вибрационного мониторинга и диагностики технического состояния узлов и совершенствования методики идентификации дефектов и определения их опасности.

Также разработаны методики удаленного полосового анализа корпусной вибрации газотурбинных двигателей в реальном масштабе времени по уровню известных нормативных значений и статистически определенных для конкретного ГТД величин вибрации в заданных полосах частот, позволяющие оценить техническое состояние узлов, определить изменения вибрации в выделенных полосах частот и выполнить оценку вибросостояния по приближению к предупредительным уровням, свидетельствующим об ухудшении технического состояния узла двигателя.

В прикладном плане, разработан, испытан и внедрен в САУиР ГПА блок спектрального анализа, который позволил расширить функциональные возможности штатной системы виброконтроля за счет внедрения дополнительной спектральной оценки временных сигналов вибрации, а также удаленной передачей диагностических данных и возможности проводить полосовой мониторинг и диагностику ГТД. Таким образом, полнота диагностирования штатной системы виброконтроля увеличена с 16% до 56% по сравнению с периодическим диагностированием переносными приборами.

На данный момент результаты исследований внедрены на компрессорных станциях ООО «Газпром трансгаз Уфа». Стоит особо отметить, что предложенные соискателем полосовые нормы вибрации в дальнейшем могут быть использованы в составе отраслевого стандарта по контролю вибрации исследуемых типов ГТД.

#### **4. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается применением экспериментальных методов исследований на реальных ГТД в условиях КС, а также статистических данных вибрационных обследований парка ГТД за многолетний период, в том числе в моменты аварийных остановов. Также достоверность подтверждается широкой апробацией на различных отраслевых научно-практических конференциях, в том числе на известных международных зарубежных конференциях, например, на серии конференций Dynamics and Vibroacoustics of Machines.

Достоверность и апробация дополнительно подтверждается внедрением в опытно-промышленную эксплуатацию на КС ООО «Газпром трансгаз Уфа» систему удаленного вибромониторинга приводных двигателей типа ДР59Л и АЛ-31СТ, разработанную соискателем в составе специалистов предприятия.

Новизна результатов диссертационной работы заключается в доказательстве возможности реализации удаленного полосового частотного анализа вибрационных сигналов ГПА средствами только штатного оборудования КС, а также в разработке соответствующих методик, позволяющих расширить их функциональные диагностические возможности и повысить полноту диагностирования в 3,5 раза.

Также новизной обладают полученные соискателем вибрационные критерии дефектного состояния судового ДР59Л и авиационного АЛ-31СТ типов газотурбинных двигателей в виде поузловых норм вибрации 23-х узкополосных составляющих спектра, а также критериев оценки технического состояния по вибросигналу в режиме реального времени.

#### **5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность**

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, основных выводов, списка литературы из 126 наименований и 4 приложений; изложена на 185 страницах машинописного текста и содержит 42 рисунка и 28 таблиц.

Диссертация и автореферат излагаются грамотным научным языком, текст написан последовательно, грамотно.

#### **6. Основные замечания и рекомендации к диссертационной работе**

1. Недостаточно раскрыты вопросы метрологического обеспечения разработанного блока спектрального анализа, результаты вычислений которого могут превышать 10 % погрешности измерений.

2. Не в полной мере научно обоснованы подходы к выделению интервалов частот контроля штатного диапазона датчиков на примере авиационного газотурбинного двигателя типа АЛ-31СТ.

3. Алгоритмы разработанной системы определяющих критериев неисправностей улов двигателя ДР59Л обоснованы практическим опытом и базовыми правилами вибродиагностики, однако практически отсутствует доказательная база принятых алгоритмов и правил с использованием теоретических моделей формирования вибрации.

4. В блоке анализа спектра не учтены критические частоты вращения ГТД, что особенно важно при пуске и останове ГТД.

Отмеченные замечания не ставят под сомнение корректность полученных результатов диссертационной работы и не снижают ее ценность.

### **7. Публикации, отражающие основное содержание работы**

По теме диссертационной работы имеется достаточное количество публикаций для широкого освещения проведенных исследований, а именно 22 публикации, в том числе 1 учебное пособие, 4 публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК, 2 публикации в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science, 1 патент РФ на полезную модель.

### **8. Соответствия содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации**

В автореферате изложены основные положения диссертационной работы, которые дают достаточную информацию о защищаемых положениях и их обоснованности.

### **9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

Принимая во внимание все вышеизложенное, считаю, что диссертация Саубанова О.М. «Совершенствование удаленной диагностики газоперекачивающих агрегатов на базе штатного оборудования» отвечает требованиям и критериям, которые утверждены утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2014 года №842 (п. 9-14), Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 года №335 (п.9-14, п.32) «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ предъявляемым к кандидатским диссертациям.

По своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Саубанова Оскара Маратовича «Совершенствование удалённой диагно-

стики газоперекачивающих агрегатов на базе штатного оборудования» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения по организации удаленного мониторинга и диагностики технического состояния узлов газотурбинных двигателей и центробежных компрессоров с использованием штатного оборудования, имеющие существенное значение для газовой отрасли, и её автор Саубанов Оскар Маратович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 (25.00.19) – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ (технические науки)».

На обработку персональных данных согласен.

Профессор кафедры «Радиотехнические устройства и системы диагностики», доктор технических наук (специальность 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»), профессор



**Александр  
Петрович  
Науменко**

«10» 08 2022 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет» (ОмГТУ),  
адрес: 644050, г. Омск, Мира, д. 11  
тел.: +7 (3812) 65-26-98  
e-mail: [info@omgtu.ru](mailto:info@omgtu.ru)

Подпись Науменко Александра Петровича заверяю,  
Учёный секретарь



**Анна  
Фёдоровна  
Немцова**

«10» 08 2022 г.

