



КОНСТАНТА

ПРИБОРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

1

ООО "КОНСТАНТА"

Почтовый адрес: Россия, 198095,

г. Санкт-Петербург, а/я 42

ИНН 7805666639, КПП 780501001

р/с 40702810500000027063

к/с 30101810000000000852, БИК 044030852

в АО Банк "ПСКБ" г. Санкт-Петербург

ОКПО 27449627

Юр. адрес: 198097, г. Санкт-Петербург, переулок

Огородный, д. 21, литер А, офис 404



+7 (812) 339 92 64

office@constanta.ru, www.constanta.ru

От 03.09.2026

№ 238

На № 6/н

от б/д

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертационной работы Соболева Ильи Александровича
«Разработка бортового комплекса мониторинга
целостности конструкции авиационной и космической
техники методом акустической эмиссии»**

Ознакомление с авторефератом диссертации Соболева Ильи Александровича позволяет заключить, что представленная работа является завершенным научным исследованием, посвященным решению актуальной проблемы – разработке бортового комплекса мониторинга состояния конструкции авиационной и космической техники. Актуальность темы не вызывает сомнений: на сегодняшний день для неразрушающего контроля сложных конструкций применяются методы акустического, рентгеновского и ряда других видов неразрушающего контроля. Однако, большинство из них не адаптировано для проведения контроля на всем жизненном цикле космических аппаратов и авиационных систем. В период эксплуатации в космическом и воздушном пространстве требуется выявлять различные дефекты или повреждения конструкции и оценивать её техническое состояние.

БГТУ "ВОЕНМЕХ"
им. Д.Ф.Устинова
Вх. № 81-26а-8
от 10.09 2026г.

Диссертация, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 115 наименований, 1 приложения, изложена на 160 страницах, содержит 15 таблиц и 77 рисунков. Результаты диссертационного исследования опубликованы в научных изданиях и тематических сборниках научных трудов по материалам конференций. Всего по тематике диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 2 – в международной наукометрической базе Web of Science и Scopus, 5 работ в рецензируемых журналах, входящих в Перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК Минобрнауки РФ, два из них в журналах уровня К2 из перечня ВАК по научной специальности 1.3.7 – Акустика, что соответствует требованиям предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в Постановлении Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», Приказа Минобрнауки РФ № 1093 от 24.10.2014 (в ред. действующих изменений).

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Структура логична, изложение последовательно и аргументировано.

Во введении автором описана актуальность исследования, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, положения, выносимые на защиту, а также раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы и личный вклад автора.

В первой главе содержится аналитический обзор литературы и нормативной документации по вопросам существующих способов, требований и методик применения методов неразрушающего контроля для оценки основных показателей эксплуатационных характеристик авиационной и космической техники. Проведен анализ применимости метода акустической эмиссии для контроля целостности сварных и корпусных изделий различного назначения. Исследована специфика применения информационно-измерительных систем неразрушающего контроля на основе метода акустической эмиссии, рассмотрены методы и алгоритмы лоцирования сигналов. По результатам анализа представлены общие закономерности возникновения акустической-эмиссионных сигналов внутри материала, выделены схемы расстановки датчиков при проведении контроля. Автор демонстрирует владение предметной областью и четко формулирует научную

проблему. Глава завершается формулировкой задач исследования, непосредственно вытекающих из выявленных проблем.

Во второй главе описаны результаты экспериментального исследования и установленные закономерности изменения параметров акустической эмиссии при трещинообразовании при циклической и статической нагрузке. Выявлены универсальные закономерности процессов трещинообразования для сплава АМгб. Полученные результаты позволили перейти к разработке алгоритма установления координат трещин и методики применения оборудования.

В третьей главе описывается разработка методики, анализа сигналов акустической эмиссии и установления координат их источников. Автором были проанализированы и сопоставлены следующие методы поиска: одномерный поиск локаций, метод сопряженных направлений, метод сопряженных направлений Пауэлла, метод Ньютона, метод Дэвидона – Флетчера – Пауэлла. Анализ показал, что метод Дэвидона – Флетчера – Пауэлла обладает необходимыми параметрами для вычисления координат источников сигналов АЭ, и на его основе были разработаны математическая модель развития трещин и алгоритм расчета их координат, состоящий из четырех этапов.

В четвертой главе описаны практические рекомендации по использованию методики и алгоритма, а также представлены результаты внедрения программно-аппаратного комплекса на основе метода акустической эмиссии, как элемента постоянного мониторинга состояния конструкций космических аппаратов ПАО РКК «Энергия» им. С. П. Королева:

- протокол № 1 совещания по вопросу системы мониторинга целостности конструкции от 26 апреля 2024 г.;
- программа-методика № 1-082-24 от 15.05.24 г. «Проведение работ по исследованию возможности поиска утечек воздуха методом акустической эмиссии»;
- техническое задание на выполнение составной части опытно-конструкторской работы «Средства мониторинга технического состояния конструкции». Подтверждена высокая эффективность алгоритма и математической модели, внедренной в программно-аппаратный комплекс неразрушающего контроля в условиях, приближенных к реальной эксплуатации, — за счёт проведения натурных испытаний на производственной базе ПАО РКК «Энергия» им. С. П.

Королева с внедрением разработанной математической модели и алгоритма локализации.

В заключении приведены итоги выполненного исследования, сформулированы основные научные и практические результаты, подтверждающие достижение поставленной цели и решение всех задач.

Признаками научной новизны обладают:

- закономерности изменения характеристик сигналов акустической эмиссии в процессе развития всех типов трещин (сквозных и ударных) в алюминиевом сплаве АМгб;
- математическая модель процесса развития трещин, формирования и обработки сигналов акустической эмиссии в стенке изделия из сплава АМгб;
- четырёхшаговый алгоритм расчёта координат дефекта на основе метода Дэвидона – Флетчера – Пауэлла.

Практическая значимость заключается в том, что:

- реализована методика обнаружения утечек воздуха в корпусных элементах конструкции космических аппаратов на производственной базе ПАО «РКК «Энергия» имени С.П. Королёва»;
- на основании математической модели и алгоритмов разработана акустикоэмиссионная система «РАНИС», сертификационный номер № 78686-20 ООО «НДТсистемы».

Достоверность разработанных решений подтверждена в ходе натурных исследований на макетах узлов космической станции РОСС.

Выводы логично вытекают из содержания работы, отражают научную новизну и практическую значимость полученных результатов и подтверждают возможность использования полученных научных и технических результатов.

К автореферату имеется ряд вопросов и замечаний, носящих рекомендательный характер:

1. Недостаточный объем анализа систем мониторинга состояния элементов космической техники, использующих метод акустической эмиссии.
2. Представляется недостаточной приведенная в автореферате выборка испытательных образцов для установления корреляционных зависимостей.
3. Отступления в ряде мест от терминологии и определений

основополагающих ГОСТов в области видов и методов неразрушающего контроля.

Отмеченные замечания не снижают общей высокой оценки работы. Диссертация является законченным научным трудом, соответствует паспорту специальности 1.3.7 «Акустика» и требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней». Автор, Соболев Илья Александрович, безусловно, заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Генеральный директор ООО «Константа»
Доктор технических наук по специальности
05.11.13 (2.2.8), доцент
Александрович

Сясько Владимир

Сведения:

Полное наименование организации:
Общество с ограниченной ответственностью
«Константа»
Юридический адрес: 198097, г. С.-Петербург,
Огородный переулок, д. 21, лит. А, оф. 404
Телефон: +7 812 339-92-64
+7 921 933-43-43
Эл. Адрес: 9334343@gmail.com
office@constanta.ru

Должность: генеральный директор
ФИО: Сясько Владимир Александрович

Я, Сясько Владимир Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись В.А. Сясько заверяю:
Начальник отдела кадров

Федорова Надежда Евгеньевна

