

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ненарокова Кирилла Алексеевича

### «РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДЕФЕКТОСКОПИИ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ НАДУВНЫХ ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВ СПУСКАЕМЫХ

КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ», представленной на соискание ученой

кандидата технических наук по специальности 05.07.03 – Прочность и

тепловые режимы летальных аппаратов

Дефектоскопия материалов и конструкций является важнейшим вопросом производства и испытаний любой техники. Спускаемые космические аппараты с надувными аэродинамическими экранами – новое перспективное направление развития космической техники и работа соискателя, несомненно, актуальна.

Целью работы является создание методов и алгоритмов для дефектоскопии элементов конструкции надувных оболочек тормозных экранов спускаемых аппаратов, основанных на параметрической идентификации математической модели распространения продольных волн в упругой среде.

Основные новые результаты диссертационной работы:

- Разработаны метод и алгоритмы для дефектоскопии элементов конструкции надувных оболочек тормозных экранов с помощью нелинейной акустики.
- Разработан вычислительный алгоритм для реализации параметрической идентификации математической модели распространения продольных волн в сплошной среде.
- Проведен анализ эффективности разработанного алгоритма с помощью вычислительного эксперимента, и сделаны выводы о влиянии различных факторов на точность решения обратной нелинейной акустики.
- Разработан и реализован прототип экспериментальной установки для определения геометрических параметров дефектов эластичных материалов надувных оболочек тормозных аэродинамических экранов.
- Проведены экспериментально-расчетные исследования механических свойств (определение коэффициента нелинейности распространения акустических волн) теплозащитного материала СТИРОСИЛ с искусственно созданными дефектами.

Практическая ценность работы состоит в создании прототипа экспериментальной установки, реализующей разработанный в работе метод дефектоскопии и в разработке прикладного программного обеспечения для определения коэффициентов (характеристик) нелинейных математических

25 III 17

моделей распространения продольных волн в материалах и элементах конструкций.

По автореферату могут быть сделаны следующие замечания:

1. Плохо сформулированы цели дефектоскопии надутых тормозных устройств (НТУ). По-видимому, НТУ являются устройствами одноразового действия и непонятна дефектоскопия повреждений, "которые могут появиться после неоднократном укладывании и развертывании НТУ".
2. Не ясно, чем предлагаемый метод лучше существующих, например, рентгеноскопии. Возможно, это описано в диссертации.
3. Не сказано, что собой представляет материал НТУ, можно только догадаться, что это кремнеземная ткань, покрытая слоем стирсила (какой толщины?)
4. В тексте автореферата написано, что "было изготовлено и испытано 5 образцов с различными естественными и заложенными дефектами (таблица 1)", а в таблице приведен только образец №2.
5. В разработанном методе определяется местоположение дефекта и находится коэффициент нелинейности распространения акустических волн на этом дефекте. Коэффициент нелинейности сам по себе не может являться целью при исследовании теплозащитных свойств НТУ.
6. В работе четко не указаны границы применимости разработанного метода, не указаны плотности и толщины конструкций, для которых может быть применен метод, их сложность (количество слоев и т.д.). Говорится только, что метод применим для эластичных материалов. Не ясно, почему метод применим только для эластичных материалов.

Высказанные замечания не снижают ценности диссертации К.А. Ненарокова. В целом, судя по автореферату, представленная работа является самостоятельным оригинальным исследованием, отвечающим требованиям новизны.


Диссертационная работа «РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДЕФЕКТОСКОПИИ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ НАДУВНЫХ ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВ СПУСКАЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ» соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ненароков Кирилл Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.03 – Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов.

Начальник научно-исследовательского  
отделения «Исследование Аэротермодинамики  
гиперзвуковых летательных аппаратов и  
объектов ракетно-космической техники»  
ФГУП «Центральный аэрогидродинамический  
Институт имени профессора Н.Е. Жуковского»  
(140180 г. Жуковский, Московская обл.  
ул. Жуковского, 1, тел. 8-495-5564205)  
web-сайт <http://www.tsagi.ru>)  
доктор физико-математических наук, профессор,  
член-корреспондент РАН

(тел. 8-495-5564172,

e-mail: [ivan.egorov@tsagi.ru](mailto:ivan.egorov@tsagi.ru))

Иван Владимирович Егоров



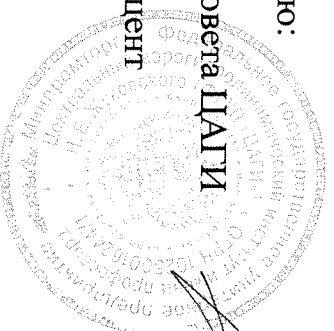
18.01.2017

Подпись И.В. Егорова заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета ЦАГИ

Доктор технических наук, доцент

С.А. Таковичский



« 17 » \_\_\_\_\_ 01 \_\_\_\_\_ 2017 г.