

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИПРИМ РАН

д.т.н. Власов А.Н.



## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Радченко Валерия Петровича «Моделирование напряженно-деформированного состояния тонкостенных элементов конструкций систем терморегулирования радиолокационных станций», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Диссертационная работа Радченко В.П., посвящена разработке методов расчета и проектирования элементов конструкций, применяемых в составе систем терморегулирования активных фазированных решеток. В частности, исследуется проблема аналитической и численной оценки напряженно-деформированного состояния тонкостенных каналов охлаждения, на базе которых предложен новый вариант системы терморегулирования радиолокационных станций. Проблематика проекта относится к важному направлению, связанному с разработкой перспективных мощных радиолокационных систем, работающих в высокочастотных диапазонах, которые требуют разработки эффективных систем терморегулирования. Данная работа, несомненно, является актуальной.

Научная новизна работы определяется полученными результатами:

- построены новые аналитические решения задачи об определении ширины зоны контакта между тонкостенной оболочкой плоскоовального сечения (каналом охлаждения) и жесткой плоскостью в условиях действия внутреннего гидростатического давления. Построены упрощенные

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх, № 10 12 2018

замкнутые аналитические решения и уточненные численно-аналитические решения в приближении малых и больших перемещений, в том числе в рамках уточненной модели, учитывающей деформации сдвига в стенках канала, обладающих большой толщиной;

- реализована новая экспериментальная методика для оценки ширины зоны контакта между тонкостенными каналами охлаждения и жесткими поверхностями (охлаждаемыми поверхностями); результатами экспериментальных испытаний подтверждены результаты проведенного аналитического и численно-аналитического моделирования;

- на основе конечно-элементного моделирования подтверждена эффективность выбранной формы поперечного сечения труб с точки зрения статической и циклической прочности;

- с применением разработанных расчетных методов предложена новая конструкция системы терморегулирования АФАР, обеспечивающая необходимый уровень теплоотведения за счет применения нового типа каналов охлаждения в виде тонкостенных деформируемых оболочек плоскоовального сечения.

Практическая значимость работы заключается в разработке и экспериментальной проверке проектировочных методов расчета элементов конструкций систем охлаждения, которые были применены при разработке перспективных радиолокационных станций.

Апробация результатов работы была проведена на российских и международных конференциях в МАИ, МЭИ, ИРЭ РАН. Результаты работы представлены в 6 публикациях, в том числе, одна работа опубликована в журнале первого квартиля WoS/Scopus. С использованием результатов работы получено 4 патента.

Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения,

двух приложений и списка литературы (75 источников), всего 130 стр. текста.

В первой главе рассматривается современное состояние проблемы проектирования систем терморегулирования радиолокационных станций. Дается обоснование требований, предъявляемым к элементам конструкций систем терморегулирования. Проводится обзор известных методов решения задач о деформировании балок, пластин и оболочек, контактирующих с жесткими преградами.

Во второй главе диссертации представлено общее описание предлагаемой конструкции системы охлаждения, получены оценки, нагрузок, действующих внутри каналов охлаждения. В этой главе построены новые аналитические решения для оценки ширины зоны контакта между плоскоовальными трубами охлаждения и охлаждаемыми поверхностями с использованием моделей различного уровня приближения. При построении решений использован оригинальный подход, позволивший свести решение о деформациях оболочки к задаче о деформациях балки единичной ширины (в предположении плоского деформированного состояния оболочки). Получены замкнутые аналитические и уточненные численно-аналитические решения, пригодные для проведения проекторочных расчетов рассматриваемых конструкций.

В третьей главе представлены результаты проведенных экспериментальных исследований и дано их сопоставление с результатами расчетов.

В четвертой главе представлены результаты конечно-элементного моделирования разработанных элементов конструкций. Расчеты проведены для оценки оптимальности выбранной формы поперечного сечения каналов охлаждения с точки зрения их статической и циклической прочности.

В приложениях представлены краткие сведения о внедрении результатов работы на предприятии ПАО «Радофизика», а также результаты оценочных расчетов влияния перегрева элементов радиолокационной аппаратуры на их долговечность, подтверждающие актуальность

выполненной работы.

Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертационной работы.

Имеется ряд замечаний, которые, однако, не относятся к основной содержательной части работы и не снижают её общего уровня:

1) Схема организации работы каналов охлаждения на рисунке 2.1 представлена недостаточно наглядно, так как не представлена ориентация сечений каналов охлаждения.

2) Не приведено обоснование необходимости дополнительного привлечения модели балок Тимошенко при рассмотрении исследуемых каналов. Построенные в диссертации решения для тонкостенных балок показали достаточную точность и необходимость построения более сложных решений с привлечением теории более высокого порядка необходимо обосновывать.

3) На рисунке 2.21 указанные решения названы «верхней» и «нижней» оценкой, что представляется не совсем корректным, в частности, точное решение выходит за пределы верхней оценки при высоких значениях внутреннего давления. Эти решения можно считать «верхней» и «нижней» оценкой только при малых давлениях внутри канала, которые, однако, и представляют интерес для инженерной практики.

В целом, работа представляет собой законченное научное исследование и соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертационным работам, в том числе соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, а автор диссертации Радченко В.П. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по

специальности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Заместитель директора ИПРИМ РАН по научной работе,  
д.ф.-м.н.

  
\_\_\_\_\_ (Данилин А.Н.)

Результаты диссертации докладывались соискателем на научно-исследовательском семинаре Отдела механики адаптивных композиционных материалов и систем Института прикладной механики Российской академии наук. Настоящий отзыв рассмотрен и одобрен 05 декабря 2018 г. на заседании Отдела механики адаптивных композиционных материалов и систем.

Сведения об организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной механики Российской академии наук.

Адрес: 125 040, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 7, стр. 1

Телефон: +7-(495)-946-18-06

E-mail: [iam@iam.ras.ru](mailto:iam@iam.ras.ru)

Учёный секретарь ИПРИМ РАН,  
К.ф.-м.н.

  
\_\_\_\_\_ (Карнет Ю.Н.)

