

Резюме проекта, выполненного

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 2

Номер Соглашения Электронного бюджета: 075-02-2018-1037, Внутренний номер соглашения 14.577.21.0280

Тема: «Разработка метода изготовления охлаждаемых металлических корпусов приемо-передающих модулей активных фазированных антенных решеток с использованием технологии послойного лазерного синтеза»

Приоритетное направление: Индустрия наносистем (ИН)

Критическая технология: Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения

Период выполнения: 26.09.2017 - 30.06.2019

Плановое финансирование проекта: 71.00 млн. руб.

Бюджетные средства 23.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 48.00 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)"

Индустриальный партнер: Публичное акционерное общество "Радиофизика"

Ключевые слова: Активные фазированные антенные решетки, АФАР, радиолокационные системы, жидкостные системы охлаждения, проектирование, тепловые испытания

1. Цель проекта

Фазированные антенные решетки, работающие в составе современных радиолокационных комплексов, обеспечивают наиболее высокие тактико-технические характеристики, однако, в отличие от других типов антенн, включают в себя элементы радиоэлектроники, в которых лишь небольшая доля подводимой мощности расходуется на полезное преобразование сигнала, а остальная часть выделяется в виде тепла. Поэтому в процессе эксплуатации фазированных антенных решеток важной является проблема обеспечения требуемого температурного режима с использованием систем охлаждения. Фактически, основным ограничением, при создании наиболее перспективных радиолокационных систем, обладающих большой мощностью и работающих в высокочастотных диапазонах, становится проблема организации эффективного охлаждения и терморегулирования в условиях ограниченного пространства и высоких тепловых потоков.

Целью настоящего проекта является разработка технологии обеспечения эффективного терморегулирования активных фазированных решеток, основанной на применении корпусов приемо-передающих модулей, изготавливаемых методами трехмерной печати из металлов и обладающих встроенными каналами охлаждения. Применение разрабатываемой технологии должно обеспечить повышение стабильности основных радиофизических параметров, надежности и долговечности активных фазированных решеток, по сравнению с традиционными системами охлаждения.

2. Основные результаты проекта

Разработана и реализована технология аддитивного производства экспериментальных образцов корпусов приемо-передающих модулей активных фазированных антенных решеток со встроенными каналами охлаждения. На разработанном экспериментальном стенде проведены испытания полученных образцов корпусов и показана их эффективность работы в составе тепловых макетов, моделирующих реальные условия эксплуатации активных фазированных решеток.

В процессе отработки технологии проведены расчеты и выбраны оптимальные параметры геометрии и процесса синтеза разрабатываемых корпусов, которые позволяют проводить их изготовление на существующем оборудовании для трехмерной печати изделий из металлов без возникновения дефектов и обеспечивают эффективное охлаждение радиоэлектронных компонентов. Результаты проведенных расчетов подтверждают полученные экспериментальные данные.

Разработан технический регламент на разработанную технологию и ряд вспомогательных методик, связанных с выбором и подготовкой порошков для 3д печати, выбором параметром процесса синтеза, монтажом изготовленных корпусов на несущих конструкциях антенного полотна и их подключением в общий контур системы охлаждения, контролем качества и ремонтом.

Технология отработана при аддитивном изготовлении образцов корпусов С-, Х- и Ка- диапазона, содержащие встроенные

каналы системы охлаждения, позволяющие реализовывать эффективное охлаждение ППМ АФАР в соответствии с режимами работы, установленными ТЗ (температура источников не более 75 град.С при температуре охлаждающей жидкости до 50 град.С). Полученные и примененные гибридные порошки нового состава системы AlSi10Mg/Al-Cu отвечают требованиям ТЗ в части формы, среднего размера, внутренней пористости и содержания наноразмерной фазы. Для полученных экспериментальных образцов подтверждено выполнение требований ТЗ по пористости, шероховатости, размеру зерна. По результатам проекта установлено, что с экономической

точки зрения наиболее целесообразно применение разработанных технологий при изготовлении водоохлаждаемых корпусов и оснований малогабаритных мобильных систем Ка-диапазонов с шагом антенной решетки не более 5.8 мм с количеством ППМ до 30 штук.

Полученные результаты являются новыми. Ранее, аддитивные технологии не применялись для изготовления элементов систем терморегулирования АФАР, что подтверждается в частности, проведенными дополнительными патентными исследованиями. Полученные результаты открывают возможность эффективного использования современных технологий 3д печати из металлов при разработке перспективных радиолокационных систем, работающих в высокочастотных диапазонах.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

Полезная модель заявка № 2018137574 от 25.10.2018 «Корпус приемо-передающего модуля активной фазированной антенной решетки, изготовленной методом послойного лазерного синтеза», РФ.

Программа для ЭВМ, подана к регистрации 18.12.2018 «Программа для оценки теплового состояния элементов конструкций с внутренними полостями и каналами, изготавливаемых методами SLM».

Программа для ЭВМ, свидетельство 2018619982 от 15.08.2018 «Программа пересчета и визуализации изменения механических свойств материалов конструкций, выполненных с применением метода аддитивных технологий. ATVIS-1».

4. Назначение и область применения результатов проекта

Полученные результаты должны применяться при разработке и создании систем терморегулирования перспективных образцов активных фазированных антенных решеток с целью повышения стабильности их радиофизических характеристик, надежности и долговечности.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

При рациональном использовании результатов проекта ожидается снижение трудоемкости, ресурсоемкости и стоимости изготовления охлаждаемых корпусов ППМ АФАР не менее чем на 25% по сравнению с традиционными технологиями. При этом ожидается достижения уровня технических возможностей, который не реализуем с применением традиционных технологий в частности реализации оптимальных геометрий каналов охлаждения, обеспечивающих эффективное охлаждение ППМ АФАР с минимизацией потерь давления в жидкостном тракте, что позволяет говорить о повышении надежности и долговечности изделий при использовании насосных установок с небольшим энергопотреблением, доступным в условиях мобильных радиолокационных станций.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Коммерциализация результатов проекта планируется на базе Индустриального партнера проекта ПАО «Радиофизика» в рамках выполнения Гособоронзаказа и в рамках прочих разработок и поставок РЛС потребителям на Российском и международном рынках.

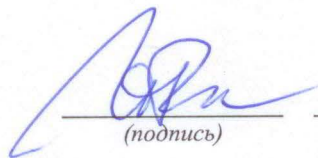
7. Наличие соисполнителей

Соисполнители отсутствуют

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)"

Проректор по научной работе МАИ

(должность)



Равикович Ю.А.


(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

старший научный сотрудник

(должность)

М.П.



Соляев Ю.О.

(фамилия, имя, отчество)