

Основные результаты 1 этапа проекта

Исследования 1 этапа посвящены анализу основных научных, конструкторских и технологических проблем по тематике ПНИ, обоснованию выбора направлений исследований и методов их решения.

В ходе выполнения первого этапа проекта получены следующие основные научные результаты.

Выполнен анализ научно-технической литературы, нормативно-технической документации и других материалов по теме ПНИ, в том числе: требований к композитным конструктивным элементам космических аппаратов. Основное внимание уделялось исследованиям, выполненным за период с 2015 по 2019 гг., по следующим направлениям:

- аналитические методы и подходы к проектированию, анализу и расчету композитных сетчатых и многослойных элементов и конструкций аэрокосмического назначения;

- численные методы моделирования напряженно-деформированного состояния и механического поведения композитных сетчатых и многослойных элементов и конструкций аэрокосмического назначения;

- требования к композитным конструктивным элементам космических аппаратов;

- технологическая дефектность композитных конструкций и ее влияние на демпфирующие свойства и собственные частоты колебаний, а также расчетное обоснование допустимых размеров дефектов при проектировании композитных конструкций;

- технологические аспекты создания композитных и многослойных сетчатых конструкций.

Выполнены патентные исследования, цель которых заключалась в анализе технического уровня, тенденций и патентно-лицензионной деятельности по тематике ПНИ.

Проведена сравнительная оценка вариантов, существующих технических решений по проектированию композитных конструкций современных космических аппаратов, которая показала, что они представляют собой сложные многокомпонентные системы, с большим количеством внутренних и внешних ограничений на параметры и характеристики своих элементов.

На основе анализа информации, содержащейся в аналитическом обзоре, в патентных исследованиях и в сравнительных оценках существующих технических решений обоснован выбор направлений исследований по разработке аналитических и цифровых методов проектирования композитных анизотридных и многослойных конструкций космических аппаратов глобальных информационных систем. С помощью этого анализа выявлены наиболее перспективные методы проектирования и анализа композитных конструкций современных космических аппаратов. Определены задачи, которые необходимо решить для достижения целей проекта.

Выполнено обоснование методов анализа композитных конструктивных элементов космических аппаратов. Это метод гомогенизации, метод конечных

элементов, метод Галеркина, метод Ритца. Получены разрешающие уравнения слоистых пластин и оболочек. Выведены уравнения динамики и устойчивости трехслойных композитных пластин, являющихся несущими элементами корпусов космических аппаратов. Рассмотрены критерии прочности композиционных материалов, используемых при производстве космических конструкций. Представлены уравнения теории упругости ортотропного тела, с помощью которых создаются прикладные теории пластин и оболочек.

Разработаны исходные данные для проектирования композитного конструктивного элемента полезной нагрузки спутника связи гражданского назначения, включающие требования по механическим воздействиям, конструктивные требования, требования к конструкции модуля полезной нагрузки, состав оборудования модуля полезной нагрузки, общий вид конструкции спутника, характеристики материалов, применяемых в конструкции спутника.

Научная новизна поставленных в проекте задач определяется новыми аналитическими методами решения задач деформирования, устойчивости и динамического поведения композитных анизотропных и многослойных пластин и оболочек, которые соответствуют мировому уровню развития науки в области проектирования космических аппаратов.

Полученные результаты в полной мере соответствуют Техническому заданию на выполнение ПНИ и Плану-графику исполнения обязательств.

Результаты выполнения ПНИ позволят повысить эффективность проектирования композитных анизотропных и многослойных элементов и конструкций космических аппаратов. Использование новых методов проектирования композитных конструкций повысит весовую эффективность космических аппаратов, их эксплуатационные параметры и уменьшит зависимость от импортных композиционных материалов. Тем самым результаты исследований помогут увеличить экономическую и экспортную привлекательность отечественной космической техники. Методы и подходы, разработанные в проекте, могут инициировать создание новых композитных элементов космических аппаратов.