

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ РЕСУРСНОГО ЦЕНТРА «КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И СИСТЕМЫ» СибГАУ

**А. Ю. Власов, М. В. Сержантова, Я. А. Андреева**

*Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнёва,  
г. Красноярск, Российская Федерация*

*Статья посвящена описанию современной системы подготовки кадров, основанной на проектно-ориентированном подходе. Представлены основные направления деятельности Ресурсного центра коллективного пользования «Космические аппараты и системы» СибГАУ. Особое внимание уделено производству изделий сложной геометрической формы из полимерных композиционных материалов, разработанных при поддержке технологической платформы «Национальная информационная спутниковая система» для АО «Информационные спутниковые системы».*

*Ключевые слова: композиционные материалы, подготовка кадров, элемент крепления, рефлектор, антенна.*

Основой успешного функционирования и развития предприятий аэрокосмической отрасли являются высококвалифицированные сотрудники, обладающие набором компетенций, соответствующих специфике деятельности предприятия. Существуют различные методы подготовки специалистов, однако лишь применение в техническом образовании современных методов обучения позволяет сформировать у выпускников необходимые профессиональные компетенции. В результате достигается новое качество образования – люди с гибким мышлением и интеграционной компетенцией.

Непрерывная подготовка кадров и функционирование управляемого инновационного механизма в условиях проектно-ориентированной подготовки специалистов осуществляется с помощью Ресурсного центра коллективного пользования «Космические аппараты и системы» Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнёва (РЦКП «КАС»). Подразделение было создано в 2009 году в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Особенностью работы РЦКП «КАС» является активное участие в решении актуальных промышленных, экономических и социальных задач за счет организации взаимодействия между ведущими сотрудниками предприятий, преподавателями и лучшими студентами университетов.

В процессе применения проектно-ориентированных технологий в образовании предприятия подключают к процессу обучения не только ведущих специалистов, но и свою инфраструктуру, что позволяет при подготовке кадров использовать интеллектуальные и материальные ресурсы базового предприятия. Вклад преподавателей в данном случае заключается в обеспечении теоретической базой знаний.

Основными направлениями деятельности являются научно-исследовательские работы и опытно-конструкторские разработки по приоритетным направлениям развития технологий в области изготовления изделий космической отрасли.

Организационная структура РЦКП «КАС»: отдел композиционных материалов, отдел механических систем и механической обработки, отдел электронных систем и электромагнитной совместимости, отдел качества и отдел обучения и развития.

Производственная база включает парк современного металлообрабатывающего оборудования (токарные и фрезерные станки с числовым программным управлением, сверлильные станки, оборудование для раскроя металла, сварочное оборудование), где студенты технологических направлений получают навыки обработки деталей любой сложности, составления технологических процессов обработки деталей, написания управляющих программ и т. д.

В отделе электронных систем и электромагнитной совместимости специалистами РЦКП «КАС» совместно со студентами-физиками и студентами информационных направлений проводят-

ся испытания бортовой аппаратуры и кабельных сетей космических аппаратов на электромагнитную совместимость, ведутся разработки испытательного оборудования и управляющих программ для испытательных комплексов.

В отделе механических систем и механической обработки разрабатываются различные изделия для аэрокосмической отрасли, проектируются корпуса для электроприборов, проводятся работы по визуализации функционирования механизмов, моделируется широкий ряд съемных грузозахватных приспособлений. В конструкторских работах активное участие принимают студенты, что позволяет им получить навыки твердотельного 3D-моделирования, разработки чертежей, проведения прочностных расчетов, рендеринга и анимации.

Особое внимание в РЦКП «КАС» уделяется контролю качества продукции, который осуществляется на всех этапах производства. В процессе контроля определяется соответствие показателей качества продукции требованиям конструкторской документации, техническим условиям, показателям опытных образцов. Для этого используется современное измерительное

оборудование, позволяющее провести контроль геометрии деталей с высокой точностью, выполненных абсолютно из любых материалов. Также отдел качества занимается непрерывной разработкой методик, рабочих программ, следит за исполнением трудовой дисциплины, тем самым выводит деятельность РЦКП «КАС» на новый более высокий уровень.

Композитное производство позволяет осуществлять работы, связанные с обработкой технологических этапов изготовления сложных конструкций из полимерных композитных материалов и элементов силовых конструкций космических аппаратов (КА). Ключевыми разработками в этой сфере являются рефлектора антенн для различных диапазонов связи наземного и космического применения, производство которых включает в себя множество этапов, в том числе расчеты на прочность, изготовление оснастки, формование изделия, температурную обработку и тестирование. Для этого была сформирована база уникального аналитического, измерительного и технологического оборудования, которая обеспечивает полный цикл изготовления продукции из ПКМ, начиная от проведения научно-исследовательских



Работа на универсальном токарном и фрезерном станках

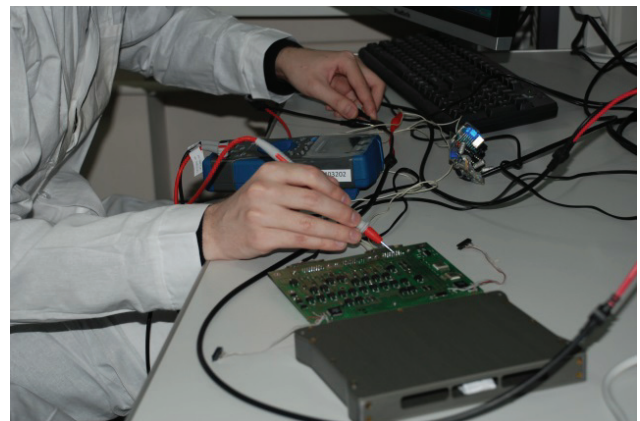


Рис. 1. Проведение испытаний на электромагнитную совместимость



Рис. 2. Оператор гидроабразивного станка с ЧПУ

и проектных работ, заканчивая получением готовых изделий.

Современный рынок услуг, связанный с использованием телекоммуникационных космических аппаратов, выдвигает высокие требования к геометрической точности поверхности рефлекторов приемопередающих комплексов. Поэтому сотрудниками РЦКП «КАС» ведется разработка технологий создания прецизионных антенных рефлекторов из полимерных композиционных материалов в условиях действия дестабилизирующих факторов космического пространства для телекоммуникационных КА.

Совместная работа РЦКП «КАС» СибГАУ и АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М. Ф. Решетнёва» (АО «ИСС») насчитывает множество успешно выполненных проектов, связанных с разработкой изделий в данной области.

Показательным проектом является разработка механических моделей элементов крепления (ЭК) из композиционных материалов, изготовленных методом безавтоклавного формования. ЭК относятся к космической технике, предназначены для установки и крепления оборудования КА на силовую конструкцию корпуса и имеют точки крепления оборудования. В результате было предложено пять вариантов элементов крепления, которые представлены на рис. 6.

При поддержке технологической платформы «Национальная информационная спутниковая система» в рамках реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичного производства, утвержденных постановлением Правительства РФ от 09.04.2010 № 218, был выполнен проект по теме «Организация производства прецизионных элементов конструкций телекоммуникационных космических аппаратов с использованием высококомпозиционных материалов, геометрически стабильных в условиях космоса» для АО «ИСС». В ходе проекта была разработана технология изготовления прецизионных изделий сложной геометрической



Рис. 3. Оператор токарного станка с ЧПУ



Рис. 4. Конструктор в процессе создания 3D-модели



Рис. 5. Процесс производственного контроля изделий с помощью КИМ Romer и штангенциркуля

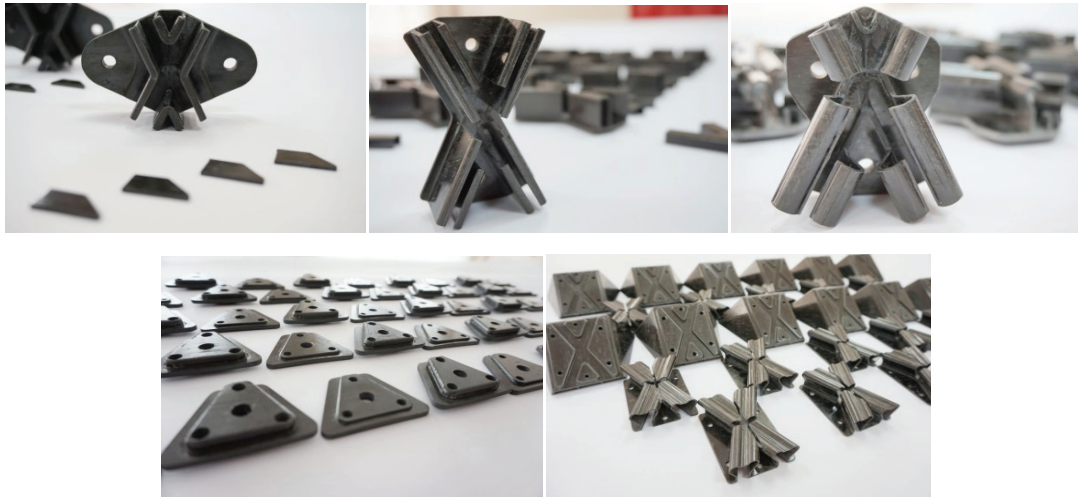


Рис. 6. Виды элементов крепления для установки оборудования КА на силовую конструкцию корпуса

формы из полимерных композиционных материалов, таких как размеростабильные рефлектора для КА, силовые элементы конструкций, составные элементы спиц трансформируемых крупногабаритных антенн, части конструкций платформ КА нового поколения. Применение таких элементов обеспечивает повышение размеростабильности и расширение температурного диапазона надежной работы антенно-фидерных устройств КА, а также повышение начальной геометрической точности и размерной стабильности узлов конструкции КА в условиях эксплуатации в широком диапазоне температур.

Кроме того, была разработана технология нанесения многослойного радиоотражающего покрытия, предназначенного для обеспечения заданных радиотехнических характеристик и стойкости к условиям эксплуатации высокоточных рефлекторов антенн из ПКМ. Применение такого покрытия позволяет увеличить коэффициент радиоотражения в см-диапазоне, что обеспечит уменьшение потери мощности и увеличит точность получаемого и передаваемого сигналов антенн. Повышенная стойкость конструкций АФУ с разработанным покрытием к воздействию плазмы двигателей КА позволит снизить уровень загрязнения оптических поверхностей КА продуктами распыления, что повысит стабильность поддержания теплового режима КА, надежность оптических систем, стабильность характеристик фотопреобразователей солнечных батарей.

В настоящее время идет работа по новому проекту, также при поддержке ТП «НИСС», в рамках постановления Правительства РФ № 218 по теме «Организация импортозамещающего производства крупногабаритных трансформируемых рефлекторов наземных и космических антенн из интеллектуальных полимерных композиционных материалов на основе безавто-

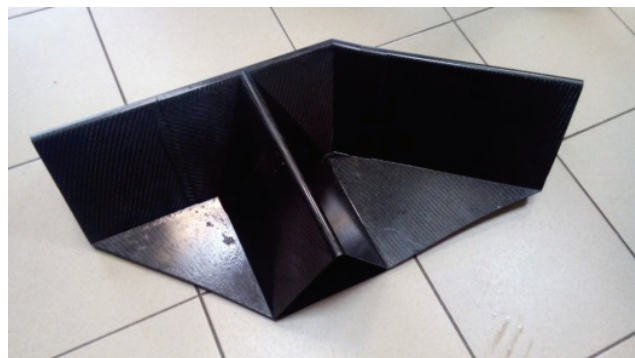


Рис. 7. Элемент силовой конструкции: трехрожковый фитинг



Рис. 8. Элементы силовой конструкции: X-образный фитинг и кронштейн

клавных технологий». В ходе совместной реализации проекта с СКТБ «Наука» предполагается разработать две технологии. Первая – по разработке конструкции и опытной отработке технологии изготовления образца сегментного крупногабаритного рефлектора антенны (диаметром не менее 9 м) наземного применения Q/Ka (42,5–45,5 ГГц/18,2–21,2 ГГц) частотного диапазона. Вторая – по разработке конструкции и опытной отработке технологии изготовления об-

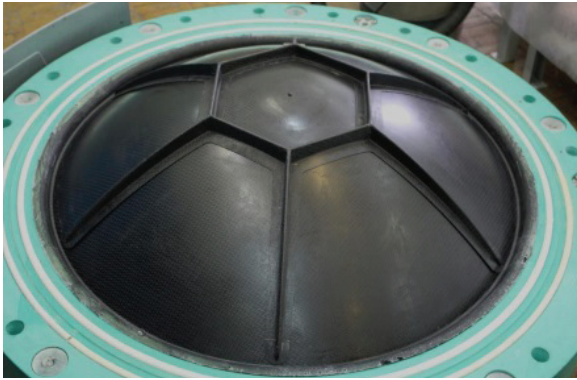


Рис. 9. Рефлектор антенны с ребрами жесткости в оснастке



Рис. 10. Рефлектор антенны с ребрами жесткости

разца трансформируемого прецизионного крупногабаритного рефлектора антенны (диаметром не менее 4,5 м) космического применения Q/Ка частотного диапазона.

На текущем этапе выполнения проекта разработаны концепции обоих видов рефлекторов.

Ресурсный центр «Космические аппараты и системы» использует передовые методы и технологии в области полимерных композиционных материалов для разработки изделий и опытных образцов продукции. Совместная деятельность с предприятиями аэрокосмической отрасли позволяет получать качественно новые результаты в разработке конкурентоспособной импортозамещающей продукции из ПКМ.



Рис. 11. Рефлектор антенны с радиотражающим покрытием

## INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PRODUCTS MADE OF COMPOSITE MATERIALS IN THE RESOURCE CENTRE «SPACECRAFT AND SYSTEMS» SibSAU

**A. U. Vlasov, M. V. Serzhantova, Ya. A. Andreeva**

*Reshetnev Siberian State Aerospace University, Krasnoyarsk, Russian Federation*

*The article describes the current training system, based on design-oriented approach. The main activities of the Resource Center for collective use «Spacecraft and Systems» SibSAU. Particular attention is paid to the production of complex geometric forms of polymer composite materials, developed with the support of a technological platform «National Information Satellite Systems» for the «Information Satellite Systems».*

*Key words: composite materials, training, fixing element, reflector, antenna.*